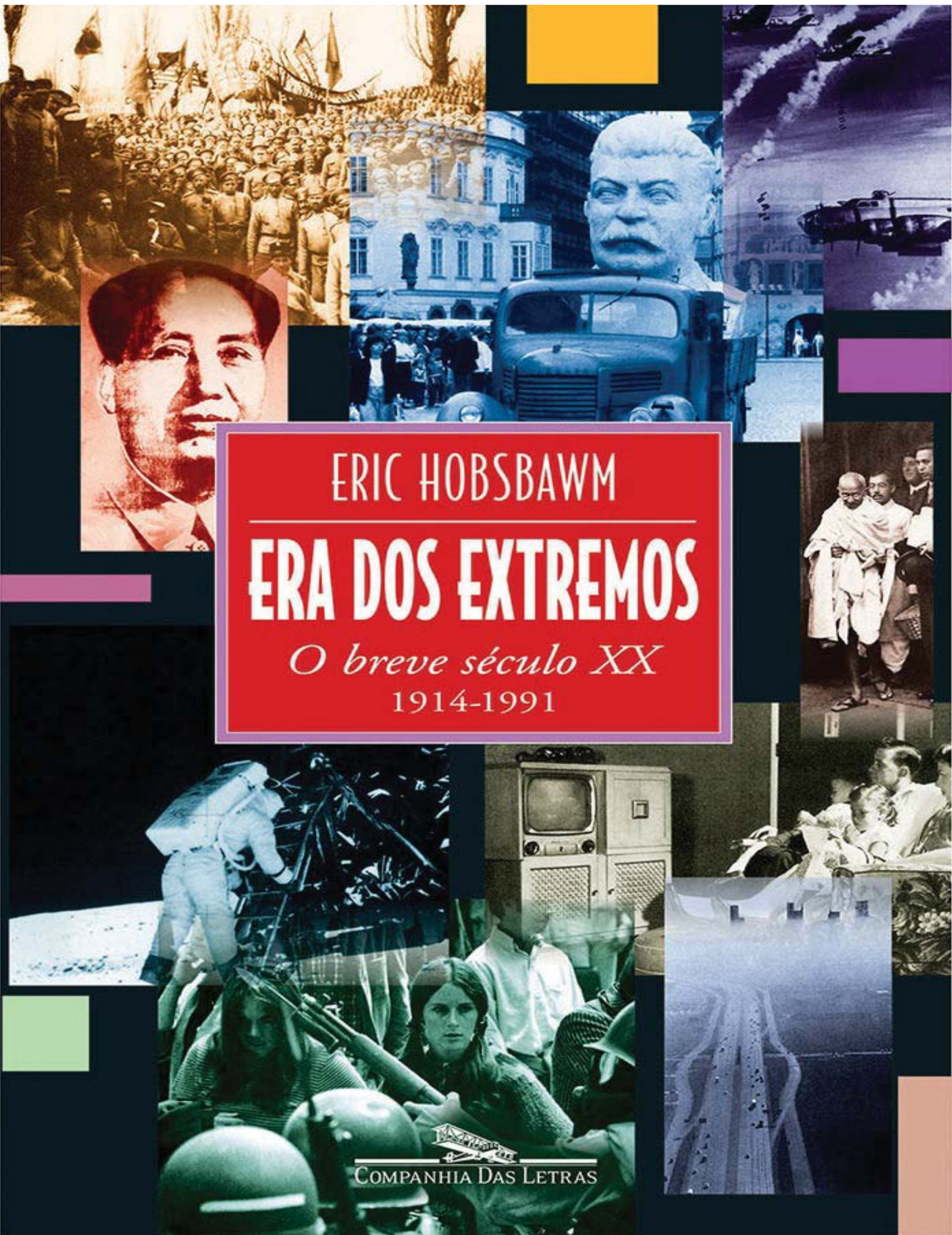




ERIC HOBSBAWM

ERA DOS EXTREMOS

O breve século XX

1914-1991

COMPANHIA DAS LETRAS

DADOS DE COPYRIGHT

Sobre a obra:

A presente obra é disponibilizada pela equipe [Le Livros](#) e seus diversos parceiros, com o objetivo de oferecer 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 [Le 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: [LeLivros.link](#) ou em qualquer um dos sites parceiros apresentados [neste link](#).

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



Eric Hobsbawm

Era dos extremos

O breve século XX

1914-1991

Tradução:

Marcos Santarrita

Revisão técnica:

Maria Célia Paoli

2ª edição



COMPANHIA DAS LETRAS

Copyright © 1994 by Eric Hobsbawm
*Esta tradução é publicada por acordo com Pantheon Books,
uma divisão da Random House, Inc.*

Título original:
Age of extremes
The short twentieth century: 1914-1991

Capa:
Hélio de Almeida

Preparação:
*Stella Weiss, Maria Laura Santos Bacellar,
Marcos Luiz Fernandes,
Sylvia Maria Pereira dos Santos*

Revisão:
Carmen S. da Costa
Touché! Editorial

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Hobsbawm, Eric J., 1917-

Era dos Extremos: o breve século XX: 1914-1991 / Eric Hobsbawm; tradução Marcos Santarrita; revisão técnica Maria Célia Paoli. — São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Título original: *Age of extremes: the short twentieth century: 1914/1991*.

Bibliografia.

ISBN 85-7164-468-3

1. Civilização moderna — Século 20 — História I. Título.

95-2689

CDD-909.82

Índices para catálogo sistemático:

1. Civilização mundial: Século 20: História 909.82
2. Século 20: Civilização mundial: História 909.82

[1997]

Todos os direitos desta edição reservados à
EDITORA SCHWARCZ LTDA.
Rua Bandeira Paulista, 702, cj. 32
04532-002 — São Paulo — SP
Telefone: (011) 866-0801
Fax: (011) 866-0814
www.companhiadasletras.com.br

Índice

Prefácio e agradecimentos

O século: vista aérea

Parte Um: A Era da Catástrofe

1. A era da guerra total
2. A revolução mundial
3. Rumo ao abismo econômico
4. A queda do liberalismo
5. Contra o inimigo comum
6. As artes 1914-45
7. O fim dos impérios

Parte Dois: A Era de Ouro

8. Guerra Fria
9. Os anos dourados
10. Revolução social
11. Revolução cultural
12. O Terceiro Mundo
13. “Socialismo real”

Parte Três: O Desmoronamento

14. As Décadas de Crise
15. Terceiro Mundo e revolução
16. Fim do socialismo
17. Morre a vanguarda: as artes após 1950
18. Feiticeiros e aprendizes: as ciências naturais
19. Rumo ao milênio

Bibliografia

Outras leituras

FEITICEIROS E APRENDIZES

As ciências naturais

Você acha que há lugar para a filosofia no mundo de hoje?

Claro, mas só se for baseada no atual estado de conhecimento e realização científicos [...] Os filósofos não podem isolar-se contra a ciência. Ela não apenas ampliou e transformou enormemente nossa visão da vida e do universo: também revolucionou as regras segundo as quais opera o intelecto.

Claude Lévi-Strauss (1988)

O texto padrão sobre a dinâmica do gás escrito pelo autor quando desfrutava de uma bolsa da Fundação Guggenheim foi por ele descrito como tendo tido sua forma ditada pelas necessidades da indústria. Dentro desse esquema, a confirmação da teoria da relatividade geral de Einstein passou a ser vista como um passo crítico para melhorar “a precisão da balística militar levando-se em conta minúsculos efeitos gravitacionais”. A física do pós-guerra estreitou cada vez mais sua concentração nas áreas julgadas como de aplicações militares.

Margaret Jacob (1993, pp. 66-7)

I

Nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX. Contudo, nenhum período, desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas. Este é o paradoxo que tem de enfrentar o historiador do século. Mas, antes que eu tente fazê-lo, devem-se reconhecer as dimensões do fenômeno.

Em 1910, todos os físicos e químicos alemães e britânicos juntos chegavam talvez a 8 mil pessoas. Em fins da década de 1980, o número de cientistas e engenheiros de fato empenhados em pesquisa e desenvolvimento experimental no mundo era estimado em cerca de 5 milhões, dos quais quase 1 milhão se achava nos EUA, principal potência científica, e um número ligeiramente maior nos Estados da Europa.^[169] Embora os cientistas continuassem a formar uma minúscula fração da população, mesmo nos países desenvolvidos, o número deles continuou a crescer de maneira impressionante, mais ou menos dobrando nos vinte anos após 1970, mesmo nas economias avançadas. Contudo, em fins da década de 1980 eles formavam a ponta de um iceberg muito maior do que se poderia chamar de mão-de-obra científica e tecnológica potencial, que refletia essencialmente a revolução educacional da segunda metade do século (ver capítulo 10). Ela representava talvez 2% da população global, e talvez 5% da população norte-americana (UNESCO, 1991, tabela 5.1). Os cientistas de fato eram cada vez

mais selecionados por meio de uma “tese doutoral”, que se tornou o bilhete de entrada para a profissão. No fim da década de 1980, o país ocidental avançado típico gerava alguma coisa do tipo 130, 140 desses doutorados por ano para cada milhão de seus habitantes (*Observatoire*, 1991). Esses países também gastavam, sobretudo dos fundos públicos — mesmo nos países mais capitalistas —, somas bastante astronômicas em tais atividades. Na verdade, as formas mais caras de “grande ciência” estavam fora do alcance de qualquer país individualmente a não ser (até a década de 1990) os EUA.

Mas havia uma grande novidade. Apesar de 90% dos trabalhos científicos (cujo número duplicava a cada dez anos) serem publicados em quatro idiomas (inglês, russo, francês e alemão), a ciência eurocêntrica se encerrou no século XX. A Era das Catástrofes, e sobretudo o triunfo temporário do fascismo, transferiu seu centro de gravidade para os EUA, onde permaneceu. Entre 1900 e 1933, só sete Prêmios Nobel de ciência foram dados aos EUA; mas, entre 1933 e 1970, foram 77. Os outros países de colonização européia também se estabeleceram como centros de pesquisa independentes — Canadá, Austrália, a muitas vezes subestimada Argentina^[170] —, embora alguns, por questões de tamanho e política, exportassem a maioria de seus cientistas (Nova Zelândia, África do Sul). Ao mesmo tempo, foi impressionante o surgimento de cientistas não europeus, sobretudo do Leste Asiático e do subcontinente indiano. Antes do fim da Segunda Guerra Mundial, só um asiático conquistara um Prêmio Nobel de ciência (C. Raman, em física, 1930); depois de 1946, tais prêmios foram concedidos a mais de dez pesquisadores com nomes obviamente japoneses, indianos e paquistaneses, e isso ainda subestima tão claramente a ascensão das ciências asiáticas quanto o registro pré-1933 subestimava a ascensão da ciência americana. Contudo, no fim do século, ainda havia partes do mundo que geravam visivelmente poucos cientistas em termos absolutos, e ainda mais acentuadamente em termos relativos, como por exemplo a África e a América Latina.

Contudo, um fato impressionante é que (pelo menos) um terço dos laureados asiáticos não aparece representando seu país de origem, mas como cientistas americanos. (Na verdade, dos laureados americanos, 27 são imigrantes de primeira geração.) Pois, num mundo cada vez mais globalizado, o fato mesmo de as ciências naturais falarem uma única língua universal e operarem sob uma única metodologia ajudou paradoxalmente a concentrá-las nos relativamente poucos centros com recursos adequados para seu desenvolvimento, isto é, nuns poucos Estados ricos altamente desenvolvidos, e acima de tudo nos EUA. Os cérebros do mundo, que na Era das Catástrofes fugiram da Europa por motivos políticos, desde 1945 foram drenados dos países pobres para os ricos por motivos sobretudo econômicos.^[171] Isso é natural, pois nas décadas de 1970 e 1980 os países capitalistas desenvolvidos gastaram quase três quartos de todos os orçamentos do mundo em pesquisa e desenvolvimento, enquanto os pobres (“em desenvolvimento”) não gastaram mais de 2% a 3% (*UN World Social Situation* 1989, p. 103).

Contudo, mesmo no mundo desenvolvido, a ciência foi aos poucos perdendo dispersão, em parte por causa da concentração de pessoas e recursos — por razões de eficiência — em parte porque o enorme aumento na educação superior inevitavelmente criou uma hierarquia, ou antes uma oligarquia entre seus institutos. Nas décadas de 1950 e 1960, metade dos doutorados nos Estados Unidos vinha das quinze universidades mais prestigiosas, para as quais, tem conseqüência, acorriam os jovens cientistas mais capazes. Num mundo democrático

e populista, os cientistas eram uma elite, concentrada nuns relativamente poucos centros subsidiados. Como espécie, ocorriam em grupos, pois a comunicação (“alguém com quem conversar”) era fundamental para suas atividades. Com o passar do tempo, essas atividades foram se tornando cada vez mais incompreensíveis para os não-cientistas, embora os leigos tentassem desesperadamente entendê-las, com a ajuda de uma vasta literatura de popularização, às vezes escrita pessoalmente pelos melhores cientistas. Na verdade, à medida que aumentava a especialização, mesmo os cientistas precisavam de cada vez mais publicações para explicar uns aos outros o que se passava fora de seus respectivos campos.

O fato de que o século XX dependeu da ciência dificilmente precisa de prova. A ciência “avançada”, quer dizer, aquele conhecimento que não pode nem ser adquirido pela experiência diária, nem praticado ou mesmo compreendido sem muitos anos de escola, culminando numa formação de pós-graduação esotérica, tinha apenas uma gama relativamente estreita de aplicações práticas até o fim do século XIX. A física e a matemática do século XVII governavam os engenheiros, enquanto em meados do reinado de Vitória as descobertas elétricas e químicas de fins do século XVIII e inícios do XIX já eram essenciais à indústria e às comunicações, e as explorações de pesquisadores científicos profissionais eram reconhecidas como a ponta-de-lança necessária do próprio avanço tecnológico. Em suma, a tecnologia com base na ciência já se achava no âmago do mundo burguês do século XIX, embora as pessoas práticas não soubessem exatamente o que fazer com os triunfos da teoria científica, a não ser, nos casos adequados, transformá-las em ideologias: como o século XVIII fizera com Newton e o final do século XIX com Darwin. Apesar disso, vastas áreas da vida humana continuaram sendo governadas, em sua maioria, pela experiência, experimentação, habilidade, bom senso treinado e, na melhor das hipóteses, difusão sistemática de conhecimento sobre as melhores práticas e técnicas existentes. Foi visivelmente o que aconteceu com a agricultura, construção civil e medicina, e na verdade com uma vasta gama de atividades que proporcionavam aos seres humanos suas necessidades e luxos.

Num determinado momento, no último terço do século, isso começou a mudar. Na Era dos Impérios, começaram a tornar-se visíveis não apenas os contornos da moderna tecnologia — só é preciso pensar nos automóveis, aviação, rádio e cinema — mas também os da moderna teoria científica: relatividade, o quantum, a genética. Além disso, via-se agora que as mais esotéricas e revolucionárias descobertas da ciência tinham potencial tecnológico imediato, da telegrafia sem fio ao uso médico dos raios X, ambos baseados em descobertas da década de 1890. Apesar disso, embora a grande ciência do Breve Século XX já fosse visível em 1914, e embora a alta tecnologia posterior já estivesse implícita nela, a grande ciência ainda não era uma coisa sem a qual a vida diária *em toda parte* do globo seria inconcebível.

É o que ocorre quando o milênio chega ao seu final. Como vimos (capítulo 9), a tecnologia com base em avançadas teoria e pesquisa científicas dominou o *boom* econômico da segunda metade do século XX, e não mais apenas no mundo desenvolvido. Sem a última palavra em genética, a Índia e a Indonésia não poderiam ter produzido alimentos suficientes para suas populações em explosão, e no fim do século a biotecnologia se tornara um elemento importante tanto na agricultura quanto na medicina. O problema dessas tecnologias é que se baseavam em descobertas e teorias tão distantes do mundo do cidadão comum, mesmo dos países desenvolvidos mais sofisticados, que só algumas dezenas ou, no máximo, algumas centenas de pessoas no mundo podiam captar inicialmente que elas tinham implicações

práticas. Quando o físico alemão Otto Hahn descobriu a fissão nuclear, no início de 1939, mesmo alguns dos cientistas mais ativos no campo, como o grande Niels Bohr (1885-1962), duvidavam de que tivesse alguma aplicação prática na paz ou na guerra, pelo menos no futuro previsível. E se os físicos que entendiam seu potencial não tivessem falado a seus generais e políticos, estes sem dúvida teriam continuado na ignorância, a menos que fossem eles próprios físicos com pós-graduação, o que era muito improvável. Também o famoso trabalho de Alan Turing em 1935, que iria fornecer a base da moderna teoria do computador, foi escrito originalmente como uma exploração especulativa para lógicos matemáticos. A guerra lhe deu, e a outros, a oportunidade de traduzir a teoria nos primórdios de uma prática para decifração de códigos, mas quando foi publicado ninguém, com exceção de uns poucos matemáticos, sequer leu, quanto mais tomou conhecimento do seu trabalho. Mesmo em sua própria faculdade, o gênio de ar desajeitado e rosto pálido, então um professor assistente com queda pelo *jogging*, que se tornou postumamente uma espécie de ícone entre os homossexuais, não era uma figura de qualquer destaque; pelo menos não o lembro como tal.^[172] Mesmo quando os cientistas se achavam visivelmente empenhados em tentar resolver problemas de reconhecida importância capital, só um pequeno punhado de cérebros num isolado canto intelectual sabia o que eles estavam preparando. Assim, este autor foi bolsista de uma faculdade em Cambridge na mesma época em que Crick e Watson preparavam sua triunfante descoberta da estrutura do DNA (a “Dupla Hélice”), imediatamente reconhecida como uma das conquistas fundamentais do século. Contudo, embora eu até me lembre de ter conhecido socialmente Crick na época, a maioria de nós simplesmente não sabia que esses fatos extraordinários estavam sendo maquinados a umas poucas dezenas de metros dos portões de minha faculdade, em laboratórios pelos quais passávamos regularmente e *pubs* onde bebíamos. Não é que não nos interessássemos por essas questões. Os que as pesquisavam simplesmente não viam sentido em falar-nos delas, uma vez que não podíamos contribuir para o seu trabalho, nem sequer, provavelmente, entender quais eram os seus problemas.

Apesar disso, por mais esotéricas e incompreensíveis que fossem as inovações da ciência, assim que eram feitas se traduziam quase imediatamente em tecnologias práticas. Assim, os transistores surgiram como um subproduto de pesquisas na física do estado sólido, isto é, as propriedades eletromagnéticas de cristais ligeiramente imperfeitos, em 1948 (seus inventores receberam o Prêmio Nobel oito anos depois), como aconteceu com os *lasers* (1960), que vieram não de estudos ópticos, mas de trabalhos para fazer moléculas vibrarem em ressonância com um campo magnético (Bernal, 1967, p. 563). Seus inventores também foram logo reconhecidos com Prêmios Nobel, como o foi — tardiamente — o físico de Cambridge soviético Peter Kapitsa (1978), pelo trabalho em física de baixa temperatura que produziu os supercondutores. A experiência de pesquisa do tempo da guerra, em 1939-46, que demonstrou — pelo menos aos anglo-americanos — que uma esmagadora concentração de recursos podia resolver os mais difíceis problemas tecnológicos num tempo improvavelmente curto,^[173] estimulou o pioneirismo científico, independentemente de custos, para fins bélicos ou de prestígio nacional (por exemplo, a exploração do espaço cósmico). Isso, por sua vez, acelerou a transformação da ciência de laboratório em tecnologia, parte da qual revelou ter um amplo potencial para o uso diário. Os *lasers* são um exemplo dessa rapidez. Vistos pela primeira vez em laboratório em 1960, tinham em inícios da década de 1980 chegado ao consumidor em forma de *compact disc*. A biotecnologia foi ainda mais rápida. As técnicas de

DNA recombinante, ou seja, técnicas para combinar genes de uma espécie com os de outra, foram reconhecidas pela primeira vez como adequadamente praticáveis em 1973. Menos de vinte anos depois, a biotecnologia era uma coisa comum no investimento médico e agrícola.

Além disso, graças em grande parte à espantosa explosão de teoria e prática da informação, novos avanços científicos foram se traduzindo, em espaços de tempo cada vez menores, numa tecnologia que não exigia qualquer compreensão dos usuários finais. O resultado ideal era um conjunto de botões ou teclado inteiramente à prova de erro, que requeria apenas apertar-se no lugar certo para ativar um procedimento que se movimentava, se corrigia e, até onde possível, tomava decisões, sem exigir maiores contribuições das qualificações e inteligência limitadas e inconfiáveis do ser humano médio. Na verdade, idealmente, podia-se programar o procedimento para dispensar de toda a intervenção humana, a não ser quando alguma coisa dava errado. A cobrança nos caixas dos supermercados na década de 1990 tipificava essa eliminação do elemento humano. Não exigia do operador humano mais que reconhecer as cédulas e moedas do dinheiro local e registrar a quantidade entregue pelo cliente. Um *scanner* automático traduzia o código de barras do artigo num preço, somava todos os preços, deduzia o total da quantia entregue pelo cliente, e dizia ao operador quanto dar de troco. O procedimento para assegurar o desempenho de todas essas atividades é extraordinariamente complexo, pois se baseia numa combinação de maquinaria enormemente sofisticada e programação bastante elaborada. Contudo, a menos ou até que alguma coisa desse errado, esses milagres de tecnologia científica de fins do século XX não exigiam mais dos operadores que o reconhecimento dos números cardinais, um mínimo de atenção e uma capacidade um tanto maior de concentrada tolerância de tédio. Não exigia sequer alfabetização. Para a maioria dos operadores, as forças que o mandavam informar ao cliente que ele ou ela devia pagar 2,15 libras, e o instruíam a devolver 7,85 de troco para uma nota de dez, eram tão irrelevantes quanto incompreensíveis. Não precisavam entender nada delas para operá-las. O aprendiz de feiticeiro não precisava mais preocupar-se com sua falta de conhecimento.

Para fins práticos, a situação do operador de *check-out* do supermercado representava a norma humana de fins do século XX; os milagres da tecnologia científica de vanguarda, que não precisamos entender nem modificar, mesmo que saibamos, ou julguemos saber, o que está acontecendo. Outra pessoa o fará ou já fez por nós. Pois, mesmo que nos suponhamos especialistas num ou noutro campo determinado — ou seja, o tipo de pessoa que pode consertar o aparelho se der problema, ou projetá-lo, ou construí-lo —, diante da maioria dos outros produtos diários da ciência e tecnologia somos leigos ignorantes sem compreender nada. E mesmo que não fôssemos, nossa compreensão do que é que faz a coisa que usamos funcionar, e dos princípios por trás dela, é em grande parte conhecimento irrelevante, como é o processo de fabricar cartas de baralho para o (honesto) jogador de pôquer. As máquinas de fax são projetadas para uso por pessoas que não têm idéia de como a máquina em Londres reproduz um texto que foi posto nela em Los Angeles. Não funcionam melhor quando operadas por professores de eletrônica.

Assim a ciência, através do tecido saturado de tecnologia da vida humana, demonstra diariamente seus milagres ao mundo de fins do século XX. É tão indispensável e onipresente — pois mesmo os mais remotos confins da humanidade conhecem o rádio transistorizado e a calculadora eletrônica — quanto Alá para o muçulmano crente. É discutível quando essa

capacidade de certas atividades humanas produzirem resultados sobre-humanos se tornou parte da consciência comum, pelo menos nas partes urbanas das sociedades industriais “desenvolvidas”. Certamente foi após a explosão da primeira bomba nuclear, em 1945. Contudo, não pode haver dúvida de que o século XX foi aquele em que a ciência transformou tanto o mundo quanto o nosso conhecimento dele.

Devíamos esperar que as ideologias do século XX se regozijassem com os triunfos da ciência, que são os triunfos da mente humana, como fizeram as ideologias seculares do século XIX. Na verdade, devíamos ter esperado até mesmo que enfraquecesse a oposição das ideologias religiosas tradicionais, grandes redutos de resistência à ciência do século XIX. Pois ela não apenas afrouxou o domínio das religiões tradicionais na maior parte do século, como veremos, mas a própria religião se tornou tão dependente da ciência da tecnologia baseada na alta ciência quanto qualquer outra atividade humana no mundo desenvolvido. Se necessário, um bispo, imã ou homem santo na década de 1900 podia realizar suas atividades como se Galileu, Newton, Faraday ou Lavoisier jamais houvessem existido, ou seja, com base em tecnologia do século XV, e a tecnologia do século XIX não criou problemas de compatibilidade com a teologia ou textos sacros. Tornou-se muito mais difícil ignorar o conflito entre ciência e escritura sagrada numa era em que o Vaticano se viu obrigado a comunicar-se por satélite e testar a autenticidade do sudário de Turim por datação de rádio-carbono; em que o aiatolá Khomeini difundiu suas palavras do exterior para o Irã por meio de fitas cassete; e em que Estados dedicados às leis do Corão também se empenhavam em equipar-se com armas nucleares. A aceitação *de facto* da ciência contemporânea mais sofisticada, via a tecnologia que dela dependia, era tal que na Nova York de *fin-de-siècle* as vendas de produtos eletrônicos *super-high-tech* se tornaram em grande parte especialidade dos hassidim, um ramo de judaísmo messiânico oriental conhecido, além de seu extremo ritualismo e insistência em usar uma versão século XVIII de trajes poloneses, por preferir a emoção extática à investigação intelectual. Sob certos aspectos, a superioridade da “ciência” era até mesmo oficialmente aceita. Os protestantes fundamentalistas nos EUA, que rejeitavam a teoria da evolução como não evangélica (tendo o mundo sido criado em sua atual versão em seis dias), exigiram que a doutrina de Darwin fosse substituída, ou pelo menos contrabalançada, pela doutrina que eles chamavam de “ciência da criação”.

E no entanto, o século XX não se sentia à vontade com a ciência que fora a sua mais extraordinária realização, e da qual dependia. O progresso das ciências naturais se deu contra um fulgor, ao fundo, de desconfiança e medo, de vez em quando explodindo em chamadas de ódio e rejeição da razão e de todos os seus produtos. E no espaço indefinido entre ciência e anticiência, entre os que buscavam a verdade última pelo absurdo e os profetas de um mundo composto exclusivamente de ficções, encontramos cada vez mais esse produto típico e em grande parte americano do século, sobretudo de sua segunda metade, a ficção científica. O gênero, antecipado por Júlio Verne (1828-1905), foi iniciado por H. G. Wells (1866-1946) no finzinho mesmo do século XIX. Embora suas formas mais juvenis, como os conhecidos *westerns* espaciais da TV e da tela grande, com cápsulas cósmicas em lugar de cavalos e raios da morte em lugar dos trabucos de seis balas, continuassem a velha tradição de aventuras fantásticas com engenhocas *high-tech*, na segunda metade do século as contribuições mais sérias ao gênero se inclinaram para uma visão mais sombria ou pelo menos ambígua da condição humana e suas perspectivas.

A desconfiança e o medo da ciência eram alimentados por quatro sentimentos: o de que a ciência era incompreensível; o de que suas conseqüências tanto práticas quanto morais eram imprevisíveis e provavelmente catastróficas; o de que ela acentuava o desamparo do indivíduo, e solapava a autoridade. Tampouco devemos ignorar o sentimento de que, na medida em que a ciência interferia na ordem natural das coisas, era inerentemente perigosa. Os primeiros dois sentimentos eram partilhados tanto por cientistas quanto leigos, os dois últimos pertenciam basicamente aos de fora. Os leigos só podiam reagir contra seu senso de impotência buscando coisas que “a ciência não pode explicar”, na linha do hamletiano “Há mais coisas entre o céu e a terra... do que sonha a tua vã filosofia”, recusando-se a acreditar que elas pudessem algum dia ser explicadas pela “ciência oficial”, e ansiando por acreditar no inexplicável *porque* parecia absurdo. Pelo menos num mundo desconhecido e incognoscível todos estariam igualmente impotentes. Quanto maiores os triunfos palpáveis da ciência, maior a fome de buscar o inexplicável. Pouco depois da Segunda Guerra Mundial, que culminou na bomba atômica, os americanos (1947), acompanhados depois por seus seguidores culturais, os britânicos, passaram a ver a chegada em massa de “objetos voadores não identificados”, claramente inspirados pela ficção científica. Acreditavam com toda a firmeza que eles vinham de civilizações extraterrestres diferentes e superiores à nossa. Os observadores mais entusiásticos chegaram a ver de fato seus cidadãos, de formas estranhas, saindo desses “discos voadores”, e um ou dois até mesmo disseram ter pegado carona com eles. O fenômeno tornou-se mundial, embora um mapa da distribuição das aterrissagens desses extraterrestres mostrasse uma séria preferência pelo pouso ou sobrevôo em territórios anglo-saxônicos. Qualquer ceticismo em relação aos OVNI's era atribuído ao ciúme de cientistas de mentalidade tacanha, incapazes de explicar fenômenos além de seus estreitos horizontes, talvez até mesmo a uma conspiração dos que mantinham o homem comum em servidão intelectual para ocultar-lhe um saber superior.

Não se tratava das crenças em magia e milagres das sociedades tradicionais, para as quais essas intervenções na realidade faziam parte de vidas muito incompletamente controláveis, e muito menos espantosas do que, digamos, a visão de um avião ou a experiência de falar a um telefone. Tampouco eram parte do fascínio permanente e universal dos seres humanos com o monstruoso, o aberrante e o maravilhoso, de que a literatura popular dá testemunho desde a invenção da imprensa. Eram uma rejeição das afirmações e do domínio da ciência, às vezes de maneira consciente, como na extraordinária rebelião (mais uma vez centrada nos EUA) de grupos periféricos contra a prática de pôr flúor no abastecimento de água, depois de descobrir-se que a absorção desse elemento reduziria de forma impressionante a deterioração dental em populações urbanas modernas. Isso enfrentou uma resistência apaixonada não apenas em nome da liberdade de preferir cáries, mas (em seus oponentes mais extremados) como uma trama vil para enfraquecer os seres humanos pelo envenenamento compulsório. E nessa reação, vividamente retratada no filme *Doutor Fantástico* (1963), de Stanley Kubrik, a desconfiança da ciência como tal se fundiu com o medo de suas conseqüências práticas.

Esse medo também foi espalhado pela inata hipocondria da cultura americana, à medida que a vida era cada vez mais submersa pela tecnologia moderna, incluindo a tecnologia médica, com seus riscos. O extraordinário gosto dos EUA por deixar que o litígio responda a todas as questões na disputa humana permite-nos acompanhar esses medos (Huber, 1990, pp.

97-118). Os espermicidas causavam efeitos colaterais? As linhas de transmissão de energia elétrica faziam mal a pessoas que moravam perto delas? O fosso entre os especialistas, que tinham algum critério para julgar, e os leigos, que só tinham esperança ou medo, foi alargado pela diferença entre a avaliação desapaixonada, que bem poderia achar um pequeno grau de risco um preço a pagar por um grande grau de benefício, e indivíduos que, compreensivelmente, desejavam risco zero (pelo menos em teoria).^[174]

Na verdade, esses eram os temores da desconhecida ameaça da ciência de homens e mulheres que só sabiam que viviam sob o domínio dela; temores cuja intensidade e foco diferiam segundo a natureza das suas opiniões, e temores sobre a sociedade contemporânea (Fischhof *et al.*, 1978, pp. 127-52).^[175]

Contudo, na primeira metade do século, os grandes riscos da ciência vinham não dos que se sentiam humilhados pelos ilimitados e incontrolláveis poderes dela, mas dos que achavam que podiam controlá-los. Os únicos dois tipos de regime político (além das então raras reversões ao fundamentalismo religioso) que interferiam na pesquisa científica *em princípio* estavam ambos profundamente comprometidos com o progresso técnico sem limite e, em um caso, com uma ideologia que o identificava com a “ciência” e saudava a conquista do mundo pela razão e a experimentação. Contudo, de maneiras diferentes, tanto o stalinismo quanto o nacional-socialismo alemão rejeitavam a ciência mesmo quando a usavam para fins tecnológicos. O que contestavam era seu desafio a visões de mundo e valores expressos em verdades *a priori*.

Assim, nenhum dos dois regimes se sentiu à vontade com a física pós-Einstein. Os nazistas rejeitaram-na como “judia”, e os ideólogos soviéticos, como insuficientemente “materialista” no sentido leninista da palavra, embora ambos a tolerassem na prática, pois os Estados modernos não podiam passar sem os físicos, que eram pós-einsteinianos até o fim. Os nacional-socialistas, porém, se privaram da flor do talento europeu continental na física, expulsando judeus e adversários ideológicos para o exílio, e incidentalmente destruindo a supremacia científica alemã de princípios do século ao fazer isso. Entre 1900 e 1933, 25 dos 66 Prêmios Nobel de física e química tinham ido para a Alemanha, mas depois de 1933 só cerca de um em dez. Nenhum dos dois regimes se achava tampouco afinado com as ciências biológicas. As políticas raciais da Alemanha nazista horrorizavam os geneticistas sérios, que — em grande parte devido ao entusiasmo dos racistas pela eugenia — haviam começado no princípio do século a pôr uma certa distância entre si e as políticas de seleção e reprodução genéticas humanas (que incluíam matar os “incapazes”), embora se deva admitir, com tristeza, que houve bastante apoio ao racismo nacional-socialista entre biólogos e médicos alemães (Proctor, 1988). O regime soviético, sob Stalin, viu-se em choque com a genética tanto por motivos ideológicos quanto porque a política do Estado estava comprometida com o princípio de que, com suficiente esforço, *qualquer* mudança era realizável, enquanto a ciência indicava que, no campo da evolução em geral e da agricultura em particular, não era assim. Em outras circunstâncias, a controvérsia dos biólogos evolucionistas entre os seguidores de Darwin (para os quais a herança era genética) e os de Lamarck (que acreditavam na herança de características adquiridas e praticadas durante a vida do indivíduo) teria sido deixada para ser acertada em seminários e laboratórios. Na verdade, era encarada pela maioria dos cientistas como já acertada em favor de Darwin, quando nada por jamais ter-se descoberto qualquer indício satisfatório de herança de características adquiridas. Sob Stalin, um biólogo

de periferia, Trofim Denisovich Lisenko (1898-1976), conquistou o apoio de autoridades políticas com o argumento de que se podia multiplicar a produção agrícola com processos lamarckianos que abreviavam os lentos processos ortodoxos de reprodução de plantas e animais. Naquele tempo não era sensato discordar da autoridade. O acadêmico Nicolai Ivanovich Vavilov (1885-1943), o mais famoso dos geneticistas soviéticos, morreu num campo de trabalho por discordar de Lisenko (uma opinião partilhada pelo resto dos geneticistas soviéticos sérios), embora só depois da Segunda Guerra Mundial a biologia soviética se compromettesse oficialmente com a rejeição obrigatória da genética como entendida no resto do mundo, pelo menos até depois da morte do ditador. O efeito dessas políticas na ciência soviética foi, como seria de prever, desastroso.

Regimes do tipo nacional-socialista e soviético, apesar de absolutamente diferentes em muitos aspectos, partilhavam a crença em que seus cidadãos deviam aceitar uma “doutrina verdadeira”, mas formulada e imposta pelas autoridades político-ideológicas seculares. Daí a ambigüidade e o mal-estar em relação à ciência, sentidos em tantas sociedades, encontrar expressão *oficial* em tais Estados, ao contrário de regimes políticos agnósticos em relação às crenças individuais de seus cidadãos, como os governos seculares haviam aprendido a ser durante o longo século XIX. Na verdade, o surgimento de regimes de ortodoxia secular foi, como vimos (ver capítulos 4 e 13), um subproduto da Era das Catástrofes, e não duraram. De qualquer modo, a tentativa de forçar a ciência a entrar em camisas-de-força ideológicas foi visivelmente contraprodutiva, onde se fez a sério (como na biologia soviética), ou ridícula, onde se deixou a ciência seguir seu próprio caminho enquanto a superioridade da ideologia era simplesmente afirmada (como na física alemã e soviética).^[176] A imposição oficial de critérios para a validade da teoria científica no fim do século XX foi mais uma vez deixada a regimes baseados no fundamentalismo religioso. Apesar disso, persistiu o desconforto, inclusive porque a própria ciência se tornou cada vez mais inacreditável e incerta. Mas até a segunda metade do século esse desconforto não se devia ao temor dos resultados práticos da ciência.

É verdade que os próprios cientistas sabiam melhor que ninguém quais poderiam ser as conseqüências potenciais de suas descobertas. Desde a época em que a primeira bomba atômica se tornou operacional (1945), alguns deles advertiram seus senhores no governo sobre as forças destrutivas de que o mundo agora dispunha. Mas a idéia de que ciência é igual a catástrofe potencial pertenceu essencialmente à segunda metade do século: em sua primeira fase — o pesadelo da guerra nuclear —, até a era de superconfronto depois de 1945; em sua fase posterior e mais universal, até a era de crise que começou na década de 1970. Contudo, a Era das Catástrofes, talvez por ter diminuído, de modo impressionante, o ritmo do crescimento econômico mundial, ainda foi de complacência científica sobre a capacidade humana de controlar os poderes da natureza, ou, na pior das hipóteses, sobre a capacidade da natureza de adaptar-se ao pior que o homem pudesse fazer.^[177] Por outro lado, o que deixava os próprios cientistas inquietos então era sua nova incerteza sobre o que fazer com suas teorias e descobertas.

Em determinado período na Era dos Impérios partiram-se os laços entre as descobertas dos cientistas e a realidade baseada na experiência dos sentidos ou por eles imaginável; e o mesmo se deu com os laços entre a ciência e o tipo de lógica baseado no senso comum ou por ele imaginado. Os dois rompimentos reforçaram-se um ao outro, pois o progresso das ciências naturais passou a depender cada vez mais de pessoas escrevendo equações (ou seja, sentenças matemáticas) em pranchetas de papel do que fazendo experiências em laboratório. O século XX seria o século dos teóricos dizendo aos práticos o que deviam buscar e encontrar à luz de suas teorias; em outras palavras, o século dos matemáticos. A biologia molecular, na qual, me informa uma boa autoridade, ainda há muito pouca teoria, é uma exceção. Não que a observação e a experimentação fossem secundárias. Ao contrário, sua tecnologia foi mais profundamente revolucionada que em qualquer época desde o século XVII pelos novos aparelhos e as novas técnicas, vários dos quais iriam receber a consagração científica última dos Prêmios Nobel.^[178] Para citar apenas um exemplo, as limitações da ampliação simplesmente óptica foram superadas pelo microscópio eletrônico (1937) e pelo radiotelescópio (1957), com o resultado de que se tornou possível uma penetração muito mais profunda no reino molecular e mesmo atômico e nas distâncias do universo. Nas décadas recentes, a automação da rotina, e formas cada vez mais complexas de atividade e cálculo de laboratório, como as por computadores, elevaram mais e enormemente os poderes dos experimentadores, observadores, e cada vez mais dos teóricos construtores de modelos. Em alguns campos, notadamente na astronomia, isso levou a fazerem-se descobertas, às vezes por acaso, que posteriormente levaram à inovação teórica. A moderna cosmologia é no fundo o resultado de duas dessas descobertas: a observação, por Hubble, de que o universo deve estar em expansão, com base nas análises dos espectros das galáxias (1929); e a descoberta por Penzias e Wilson da radiação de origem cósmica (ruído de rádio) em 1965. Apesar disso, embora a ciência seja e deva ser uma colaboração entre cientistas e práticos, no Breve Século XX eram os teóricos que estavam na direção.

Para os próprios cientistas, o rompimento com a experiência dos sentidos e o senso comum significou um rompimento com as certezas tradicionais de seu campo e a metodologia deste. As conseqüências disso podem ser mais bem vividamente ilustradas seguindo-se a rainha das ciências na primeira metade do século, a física. De fato, na medida em que essa disciplina ainda é a que trata dos menores elementos da matéria, viva ou morta, e com a constituição e estrutura do maior conjunto de matéria, o universo, a física continuava sendo o pilar central das ciências naturais mesmo no fim do século, embora na segunda metade sofresse crescente competição das ciências vitais, transformadas após a década de 1950 pela revolução na biologia molecular.

Nenhum campo das ciências parecia mais firme, coerente e metodologicamente certo que a física newtoniana, cujas bases foram solapadas pelas teorias de Planck e Einstein e pela transformação da teoria atômica que se seguiu à descoberta da radiatividade na década de 1890. Era objetiva, ou seja, podia se submeter a observação adequada, sujeita a limitações técnicas na aparelhagem de observação (por exemplo, o microscópio ou telescópio ópticos). Não era ambígua: um objeto ou fenômeno era uma coisa ou outra, e a distinção entre elas era clara. Suas leis eram universais, igualmente válidas no nível cósmico e microcósmico. Os mecanismos que ligavam os fenômenos eram compreensíveis (isto é, capazes de ser expressos como “causa e efeito”). Por conseguinte, todo o sistema era em princípio determinista, e o

objetivo da experiência em laboratório era demonstrar essa determinação eliminando, na medida do possível, a complexa confusão de vida comum que a ocultava. Só um tolo ou uma criança iria dizer que o vôo dos pássaros e borboletas negava as leis da gravidade. Os cientistas sabiam muito bem que havia declarações de princípios “não científicas”, mas estas não eram de seu interesse como cientistas.

Todas essas características foram questionadas entre 1895 e 1914. Era a luz um contínuo movimento de onda ou uma emissão de discretas partículas (fótons), como queria Einstein, seguindo Planck? Às vezes era melhor tratá-la como uma coisa, outras vezes, como outra; mas como elas se relacionavam, no caso de se relacionarem? Que era “de fato” a luz? Como declarou o próprio grande Einstein, vinte anos depois de criado o enigma: “Hoje temos duas teorias da luz, ambas indispensáveis, mas, deve-se admitir, sem qualquer relação lógica entre si, apesar de vinte anos de colossal esforço dos físicos teóricos” (Holton, 1970, p. 1017). Que se passava dentro do átomo, que era agora visto não como (segundo indicava seu nome grego) a menor unidade possível, e portanto indivisível, da matéria, mas como um complexo sistema que consistia de uma variedade de partículas ainda mais elementares? A primeira suposição, após a grande descoberta do núcleo atômico por Rutherford em 1911, em Manchester — um triunfo da imaginação experimental e a base da moderna física nuclear e do que acabou sendo chamado de “grande ciência” —, foi que os elétrons circulavam em órbitas em torno de seu núcleo, à maneira de um sistema solar miniaturizado. Contudo, quando se investigou a estrutura de átomos individuais, notadamente o de hidrogênio em 1912-3 por Niels Bohr, que sabia dos “quanta” de Max Planck, os resultados mostraram, mais uma vez, um profundo conflito entre o que os seus elétrons faziam e — palavras suas — “o grupo admiravelmente coerente de concepções que foi corretamente chamado de teoria clássica da eletrodinâmica” (Holton, 1970, p. 1028). O modelo de Bohr funcionou, isto é, tinha força explanatória brilhante e força previsiva, mas era “inteiramente absurdo e irracional” do ponto de vista da mecânica newtoniana clássica, e de qualquer forma desautorizava qualquer idéia do que de fato acontecia dentro do átomo quando o elétron “saltava” ou de outro modo passava de uma órbita para outra, ou do que acontecia entre o momento em que era descoberto em uma e quando aparecia em outra.

Que acontecia, de fato, às certezas da própria ciência, quando se tornava claro que o próprio processo de observar fenômenos no nível subatômico na verdade os modificava. Por esse motivo, quanto mais precisamente queremos conhecer a posição de uma partícula subatômica, mais incerta deve ser a velocidade dela. Já se disse de qualquer meio de observação detalhada para descobrir onde está “realmente” um elétron: “Olhá-lo é derrubá-lo” (Weisskopf, 1980, p. 37). Esse foi o paradoxo que um brilhante jovem físico alemão, Werner Heisenberg, generalizou em 1927 no famoso “princípio da incerteza” que traz o seu nome. O fato mesmo de que o nome se concentra em *incerteza* é significativo, pois indica o que preocupava os exploradores do novo universo científico quando deixavam para trás as certezas do velho. Não que eles próprios estivessem incertos ou produzissem resultados duvidosos. Ao contrário, suas previsões teóricas, por mais implausíveis e bizarras que fossem, eram constatadas pela monótona observação e experiência, desde a época em que a teoria da relatividade geral de Einstein apareceu (1915) e foi constatada em 1919 por uma expedição britânica de observação de um eclipse, que descobriu que a luz de algumas estrelas distantes era desviada em direção ao sol, como previa a teoria. Para fins práticos, a física das

partículas era tão sujeita à regularidade e tão previsível quanto a física newtoniana, embora de uma maneira diferente; e de qualquer modo, no nível supra-atômico, Newton e Galileu continuavam completamente válidos. O que deixava os cientistas nervosos era que não sabiam como juntar o velho e o novo.

Entre 1924 e 1927, as dualidades que tanto perturbavam os físicos no primeiro quartel do século foram eliminadas, ou antes postas de lado, por um brilhante golpe da física matemática, a construção da “mecânica quântica”, imaginada quase simultaneamente em vários países. A verdadeira “realidade” dentro do átomo não era onda nem partícula, mas indivisíveis “estados quânticos” que se manifestavam potencialmente como qualquer uma das duas, ou como ambas. Era inútil encará-la como um movimento contínuo ou descontínuo, porque não podemos, nem agora nem nunca, seguir passo a passo o caminho do elétron. Conceitos da física clássica como posição, velocidade ou impulso não se aplicam além de determinados pontos, assinalados pelo “princípio da incerteza” de Heisenberg. Mas, claro, para além desses pontos aplicam-se outros conceitos, que produzem resultados que estão longe de ser incertos. Estes surgem dos padrões específicos produzidos pelas “ondas” ou “vibrações” de elétrons (de carga negativa), mantidos, dentro do espaço confinado do átomo, perto do núcleo (positivo). Sucessivos “estados quânticos” dentro desse espaço confinado produzem padrões bem definidos de frequências diferentes, que, como mostrou Schrödinger em 1926, podem ser calculados, como também a energia correspondente a cada um deles (“mecânica de onda”). Esses padrões de elétrons tinham um poder preditivo e explanatório bastante notável. Assim, muitos anos depois, quando se produziu plutônio pela primeira vez em reações nucleares, em Los Alamos, a caminho da preparação da primeira bomba atômica, as quantidades eram tão pequenas que suas propriedades não puderam ser observadas. Contudo, pelo número de elétrons no átomo desse elemento, e pelos padrões desses 94 elétrons vibrando em torno do núcleo, e *por nada mais*, os cientistas previram (corretamente) que o plutônio se revelaria um metal marrom, com uma massa específica de cerca de vinte gramas por centímetro cúbico, e possuiria certa condutividade e elasticidade elétricas e térmicas. A mecânica quântica também explicava por que os átomos (e as moléculas e combinações mais elevadas neles baseadas) permaneciam estáveis, ou antes, que seria necessária uma introdução de energia extra para mudá-los. Na verdade, foi dito que

mesmo os fenômenos da vida — a forma do DNA e o fato de que diferentes nucleotídeos são resistentes ao movimento termal à temperatura ambiente — se baseiam nesses padrões primais. O fato de que em toda primavera surgem as mesmas flores se baseia na estabilidade dos padrões dos diferentes nucleotídeos. (Weisskopf, 1980, pp. 35-8)

Contudo, esse grande e espantosamente frutífero avanço na exploração da natureza foi conseguido sobre as ruínas do que se considerava certo e adequado na teoria científica, e por uma voluntária suspensão da descrença, que não só os cientistas mais velhos acharam problemática. Veja-se a “antimatéria”, que Paul Dirac propôs em Cambridge, depois de ter descoberto (1928) que suas equações tinham soluções correspondentes a estados de elétrons com uma energia *menor* que a energia zero do espaço vazio. O conceito de “antimatéria”, sem sentido em termos do dia-a-dia, tem sido manipulado com sorte por físicos desde então (Weinberg, 1977, pp. 23-4). A simples palavra implicava uma recusa deliberada a deixar que o progresso do cálculo teórico fosse desviado por qualquer idéia preconcebida da realidade:

qualquer que se revelasse ser a realidade, ela chegaria às equações. E, no entanto, não era fácil aceitar isso, mesmo para cientistas que há muito tinham deixado para trás a opinião do grande Rutherford de que nenhuma física podia ser boa se não pudesse ser explicada a uma garçonne de bar.

Houve pioneiros da nova ciência que simplesmente acharam impossível aceitar o fim das velhas certezas, assim como seus fundadores, Max Planck e o próprio Albert Einstein, que manifestou desconfiança de leis puramente probabilistas, em vez da causalidade determinista, numa frase bastante conhecida: “Deus não joga dados”. Não tinha argumentos válidos, mas “uma voz íntima me diz que a mecânica quântica não é a verdade de fato” (citado em M. Jammer, 1966, p. 358). Mais de um dos próprios revolucionários do quantum sonharam eliminar as contradições subordinando um lado a outro: Schrödinger esperava que sua “mecânica de onda” houvesse dissolvido os supostos “saltos” de elétrons de uma órbita atômica para outra, no processo *contínuo* de troca de energia, e, ao fazer isso, houvesse preservado espaço, tempo e causalidade clássicos. Revolucionários pioneiros relutantes, notadamente Planck e Einstein, suspiraram de alívio, mas em vão. O jogo era novo. As velhas regras não mais se aplicavam.

Podiam os físicos aprender a viver com a permanente contradição? Niels Bohr achava que podiam e deviam. Não havia como expressar a totalidade da matéria numa descrição única, em vista da natureza da linguagem humana. Não podia haver modelo único, diretamente abrangente. A única maneira de avaliar a realidade era comunicando-a de modos diferentes e juntando todos os modelos para complementarem-se uns aos outros numa “exaustiva sobreposição de diferentes descrições que incorporam idéias aparentemente contraditórias” (Holton, 1970, p. 1018). Era o princípio da “complementaridade” de Bohr, um conceito metafísico semelhante à relatividade, que ele extraía de autores muito distantes da física, e encarava como tendo aplicabilidade universal. A “complementaridade” de Bohr não se destinava a avançar a pesquisa dos cientistas atômicos, mas antes a consolá-los justificando suas confusões. O seu apelo dela está fora do campo da razão. Pois embora todos nós, e não menos os cientistas inteligentes, saibamos que existem diferentes modos de perceber a mesma realidade, às vezes não comparáveis ou mesmo contraditórios, mas que todos precisamos apreendê-la em sua totalidade, ainda não temos idéia de como os relacionamos. O efeito de uma sonata de Beethoven pode ser analisado física, fisiológica e psicologicamente, e também pode ser absorvido ouvindo-se-a; mas como se relacionam esses modos de compreensão? Ninguém sabe.

Apesar disso, continuou a intranquilidade. De um lado, havia a síntese da nova física de meados da década de 1920, que oferecia uma maneira extraordinariamente eficaz de forçar os cofres fortes da natureza. Os conceitos básicos da revolução do quantum ainda eram aplicados em fins do século XX. A menos que todos sigamos os que vêm a análise não nuclear, tornada possível pela computação, como um começo radicalmente novo, não houve revolução na física desde 1900-27, mas apenas enormes avanços evolucionários dentro do mesmo quadro conceitual. Por outro lado, houve generalizada incoerência. Em 1931, essa incoerência se estendeu até o último reduto da certeza, a matemática. Um lógico matemático austríaco, Kurt Gödel, provou que um sistema de axiomas jamais pode se basear em si mesmo. Se se quer demonstrá-lo como consistente, é preciso empregar princípios de fora do sistema. À luz do “teorema de Gödel”, não se poderia sequer pensar num mundo consistente internamente não

contraditório.

Essa foi a “crise da física”, para citar o título de um livro de um jovem intelectual autodidata marxista britânico que foi morto na Espanha, Christopher Caudwell (1907-37). Não se tratava apenas de uma “crise das fundações”, como foi chamado o período 1900-30 na matemática (ver *A era dos impérios*, capítulo 10), mas também da imagem geral do mundo dos cientistas. Na verdade, enquanto os físicos aprendiam a dar de ombros a questões filosóficas, enquanto mergulhavam no novo território que se abria à sua frente, o segundo aspecto da crise se tornava ainda mais importuno. Pois nas décadas de 1930 e 1940 a estrutura do átomo foi se tornando cada vez mais complicada de ano para ano. Desaparecera a simples dualidade de núcleo positivo e elétron(s) negativo(s). Os átomos eram agora habitados por uma fauna e flora crescentes de partículas elementares, algumas de fato muito estranhas. Chadwick, de Cambridge, descobriu a primeira dessas em 1932, os nêutrons eletricamente neutros — embora outros, como o neutrino sem massa e eletricamente neutro, já houvessem sido previstos em bases teóricas. Essas partículas subatômicas, quase todas de vida breve e passageiras, multiplicavam-se, sobretudo sob o bombardeio dos aceleradores de alta energia da “grande ciência”, que se tornaram disponíveis depois da Segunda Guerra Mundial. No fim da década de 1950, havia mais de cem delas, e não se via o fim. O quadro se complicou ainda mais, a partir de inícios da década de 1930, com a descoberta de duas forças desconhecidas e obscuras atuando dentro do átomo, além das elétricas que ligavam núcleo e elétrons. A chamada “força forte” ligava o nêutron e o próton de carga positiva no núcleo atômico, e a chamada “força fraca” era responsável por certos tipos de decomposição de partículas.

Ora, no entulho conceitual sobre o qual se ergueram as ciências do século XX, uma suposição básica e essencialmente estética não foi contestada. Na verdade, enquanto a incerteza obscurecia todas as outras, ela se tornou cada vez mais fundamental para os cientistas. Como o poeta Keats, eles acreditavam que “Beleza é verdade, verdade é beleza”, embora o critério de beleza deles não fosse o dele. Uma bela teoria, que era em si uma presunção de verdade, devia ser elegante, econômica e geral. Devia unir e simplificar, como tinham feito até então os grandes triunfos da teoria científica. A revolução científica da época de Galileu e Newton mostrara que as mesmas leis governam céus e terra. A revolução química reduzira a interminável variedade de formas em que a matéria aparecia a 92 elementos sistematicamente relacionados. O triunfo da física do século fora mostrar que eletricidade, magnetismo e fenômenos ópticos tinham as mesmas raízes. Contudo, a nova revolução na ciência produziu não simplificação, mas complicação. A maravilhosa teoria da relatividade de Einstein, que descrevia a gravidade como uma manifestação da curvatura do espaço-tempo, na verdade introduziu uma perturbadora dualidade na natureza: “de um lado estava o palco — o espaço-tempo curvo, a gravidade; de outro, os atores — os elétrons, os prótons, os campos eletromagnéticos — e não havia elo entre eles” (Weinberg, 1979, p. 43). Durante os últimos quarenta anos de sua vida, Einstein, o Newton do século XX, mourejou para produzir uma “teoria de campo unificada” que unisse eletromagnetismo e gravidade, mas não conseguiu — e agora havia mais duas classes de força, aparentemente não relacionadas na natureza, sem relações aparentes com o eletromagnetismo e a gravidade. A multiplicação de partículas subatômicas, por mais emocionante que fosse, só podia ser uma verdade temporária, preliminar, porque, por mais linda que se mostrasse em detalhe, não havia beleza no novo átomo como antes havia no velho. Mesmo o pragmatista puro da era, para o qual o único

critério de uma hipótese era que funcionasse, tinha, pelo menos, de sonhar às vezes com uma nobre, bela e geral “teoria de tudo” (para usar a expressão de um físico de Cambridge — Stephen Hawking). Mas ela parecia sumir na distância, embora da década de 1960 em diante os físicos começassem, mais uma vez, a divisar a possibilidade de uma tal síntese. Na verdade, na década de 1990 havia uma generalizada crença entre os físicos em que haviam quase chegado a um nível realmente básico, e que a multiplicidade de partículas elementares podia ser reduzida, a um agrupamento relativamente simples e coerente.

Ao mesmo tempo, nas indefinidas fronteiras entre temas tão amplamente díspares como meteorologia, ecologia, física não nuclear, astronomia, dinâmica de fluidos e vários ramos da matemática independentemente iniciados na União Soviética e (ligeiramente depois) no Ocidente, e ajudados pelo extraordinário desenvolvimento dos computadores como instrumento analítico e inspiração visual, surgia — ou ressurgia — um novo ramo de síntese, sob o enganoso nome de “teoria do caos”. Pois o que revelava não era tanto os imprevisíveis resultados de procedimentos científicos perfeitamente deterministas, mas a extraordinária universalidade de formas e padrões da natureza em suas manifestações mais díspares e aparentemente sem qualquer relação.^[179] A teoria do caos ajudou a dar uma nova virada, por assim dizer, na velha causalidade. Quebrava os elos entre a causalidade e a previsibilidade, pois sua essência não era que os acontecimentos fossem fortuitos, mas que os efeitos que se seguiam a causas especificáveis não podiam ser previstos. Reforçava outro desenvolvimento, iniciado entre paleontólogos, e de considerável interesse para os historiadores, sugerindo que as cadeias de desenvolvimento histórico ou evolucionário são perfeitamente coerentes e capazes de explicação *após* o fato, mas que os resultados eventuais não podem ser previstos desde o início, porque, se se seguir novamente o mesmo curso, é só haver qualquer mudança inicial, por mais leve e sem aparente importância que seja na época, “e a evolução desemboca num canal radicalmente diferente” (Gould, 1989, p. 51). As conseqüências políticas, sociais e econômicas desse método podem ser de longo alcance.

Além disso, havia o absurdo, puro e simples, que era grande parte do mundo dos novos físicos. Enquanto se limitava ao interior do átomo, não afetava diretamente a vida comum, que mesmo os cientistas vivem, mas pelo menos uma descoberta nova e não assimilada não podia ser posta de quarentena desse jeito. Era o fato extraordinário, previsto por alguns com base na teoria da relatividade, mas observado pelo astrônomo americano E. Hubble em 1929, de que todo o universo parecia estar-se expandindo num ritmo estonteante. Essa expansão, que até mesmo muitos cientistas achavam difícil de engolir, alguns idealizando teorias alternativas de “estado firme” do cosmos, foi constatada por outros dados astronômicos na década de 1960. Era impossível não especular sobre aonde essa expansão o estaria levando (e a nós), quando e como começara, e portanto sobre a história do universo, a partir do “*big-bang*” inicial. Isso produziu o florescente campo da cosmologia, a parte da ciência do século XX mais prontamente transformada em *best-sellers*. Também aumentou enormemente o elemento de história nas ciências naturais, até então (a não ser pela geologia e seus subprodutos) orgulhosamente desinteressadas dela, e incidentalmente reduziu a identificação de ciência “pesada” com experiência, isto é, com a reprodução de fenômenos naturais. Pois como se podiam repetir acontecimentos irrepetíveis? O universo em expansão, assim, aumentou a confusão tanto de cientistas como de leigos.

Essa confusão confirmou os que viveram a Era das Catástrofes, e sabiam ou pensavam

sobre tais questões, em sua convicção de que um velho mundo acabara, ou, no mínimo dos mínimos, se achava em convulsão terminal, mas ainda não se discerniam claramente os contornos do novo. O grande Max Planck não tinha dúvida sobre a relação entre a crise na ciência e na vida externa:

Estamos vivendo um momento bastante singular da história. É um momento de crise no sentido literal desta palavra. Em cada ramo de nossa civilização espiritual e material parecemos ter chegado a um ponto de virada crítico. Esse espírito se mostra não só no estado real dos assuntos públicos, mas também na atitude geral em relação a valores fundamentais na vida pessoal e social [...] Agora o iconoclasta invadiu o templo da ciência. Dificilmente haverá um axioma científico que não seja hoje negado por alguém. E ao mesmo tempo praticamente qualquer teoria idiota quase certamente teria crentes e discípulos num lugar ou noutro. (Planck, 1933, p. 64)

Nada era mais natural que um alemão de classe média criado nas certezas do século XIX expressasse tais sentimentos nos dias da Grande Depressão e da ascensão de Hitler ao poder.

Apesar disso, tristeza era o oposto do que a maioria dos cientistas sentia. Eles concordavam com Rutherford, que disse à Associação Britânica (1923) que “estamos vivendo na idade heróica da física” (Howarth, 1978, p. 92). Todo número de publicações científicas, todo colóquio — pois a maioria dos cientistas adorava, mais que nunca, combinar cooperação e competição — trazia novos, emocionantes e profundos avanços. A comunidade científica ainda era bastante pequena, pelo menos em temas pontas-de-lança como a física nuclear e a cristalografia, para oferecer a quase todo jovem pesquisador a perspectiva do estrelato. Ser cientista era ser invejado. Certamente, os que estudavam em Cambridge, que produziu a maioria dos trinta Prêmios Nobel britânicos da primeira metade do século — e que, para fins práticos, *era* a ciência britânica nessa época —, sabiam o que gostariam de estudar, se fossem suficientemente bons em matemática.

Na verdade, as ciências naturais não podiam esperar nada além de maiores triunfos e avanço intelectual, o que tornava tolerável o caráter remendado, as imperfeições e improvisações da teoria então corrente, pois tinham de ser apenas temporários. Por que iriam pessoas que ganhavam Prêmios Nobel por trabalhos feitos aos vinte e poucos anos deixar de confiar no futuro?^[180] E no entanto, como podiam mesmo os homens (e, ocasionalmente, as mulheres) que continuavam a provar a realidade da abalada idéia de “progresso” em seu campo de atividade humana permanecer imune à época de crise e catástrofe em que viviam?

Não podiam, e não permaneceram. A Era das Catástrofes foi portanto também uma das comparativamente poucas eras de cientistas politizados, e não só porque a migração em massa de cientistas racial e ideologicamente inaceitáveis de grandes zonas da Europa demonstrava que os cientistas não podiam ter certeza de sua imunidade pessoal. De qualquer modo, o cientista britânico típico da década de 1930 era membro do (esquerdista) Grupo Antiguerra dos Cientistas de Cambridge, confirmado em seu radicalismo pelas indisfarçadas simpatias de seus membros mais estabelecidos, cuja proeminência ia da Royal Society ao Prêmio Nobel: Bernal (cristalografia), Haldane (genética), Needham (embriologia química),^[181] Blackett (física), Dirac (física) e o matemático G. H. Hardy, que considerava que só dois outros no século XX se achavam na classe de seu herói australiano do críquete, Don Bradman: Lenin e

Einstein. O jovem cientista americano típico da década de 1930 mais que provavelmente se veria em apuros políticos nos anos de Guerra Fria do pós-guerra por simpatias radicais do pré-guerra ou sua continuação, como Robert Oppenheimer (1954-67), o principal arquiteto da bomba atômica, e o químico Linus Pauling (1901-), que ganhou dois Prêmios Nobel, incluindo um da paz, e um Prêmio Lenin. O cientista francês típico era simpatizante da Frente Popular da década de 1930 e ativo partidário da Resistência durante a guerra; não eram muitos os franceses que estavam entre estes últimos. O cientista refugiado típico da Europa Central dificilmente poderia não ser hostil ao fascismo, por mais desinteressado das questões públicas que fosse. Os cientistas que ficaram ou foram impedidos de partir dos países fascistas ou da URSS tampouco podiam evitar as políticas de seus governos, simpatizando com elas ou não, quando nada porque lhes impunham gestos públicos, como a saudação de Hitler na Alemanha, que o grande físico Max von Laue (1897-1960) evitava levando alguma coisa nas duas mãos sempre que saía de casa. Ao contrário das ciências sociais e humanas, essa politização era incomum nas ciências naturais, cujo tema não exige, nem sequer sugere, opiniões sobre assuntos humanos (a não ser em partes das ciências da vida) embora muitas vezes sugira opiniões sobre Deus.

Contudo, os cientistas eram mais diretamente politizados por sua crença em que os leigos, incluindo os políticos, não tinham idéia do extraordinário potencial que a ciência moderna, adequadamente usada, punha à disposição da sociedade humana. Tanto o colapso da economia mundial quanto a ascensão de Hitler pareceram confirmar isso de modos diferentes. (Por outro lado, a dedicação marxista oficial da União Soviética e de sua ideologia às ciências naturais levou muitos ocidentais nessa época a vê-la como um regime adequado para realizar esse potencial.) Tecnocracia e radicalismo convergiram, porque nesse ponto era a esquerda política, com seu compromisso ideológico com a ciência, racionalismo e progresso (ridicularizado pelos conservadores com o novo termo “cientificismo”),^[182] que naturalmente representava o reconhecimento e apoio adequados à “Função social da ciência”, para citar o título de um influentíssimo livro e manifesto da época (Bernal, 1939), caracteristicamente escrito por um físico brilhante e militantemente marxista. Foi igualmente característico que o governo da Frente Popular francesa de 1936-9 estabelecesse o primeiro Subsecretariado de Pesquisa Científica (ocupado pela laureada com o Nobel Irene Joliot-Curie), e desenvolvesse o que ainda é o principal mecanismo para financiar a pesquisa francesa, o CNRS (*Centre Nationale de la Recherche Scientifique*). Na verdade, tornou-se cada vez mais óbvio, pelo menos para os cientistas, que era necessário não apenas financiamento público, mas uma pesquisa organizada publicamente. Os serviços científicos do governo britânico, que em 1930 empregavam um grandioso total de 743 cientistas, não podiam ser adequados — trinta anos depois, empregavam mais de 7 mil (Bernal, 1967, p. 931).

A era de ciência politizada atingiu o auge na Segunda Guerra Mundial, o primeiro conflito desde a era jacobina da Revolução Francesa em que cientistas se mobilizaram sistemática e *fundamentalmente* para fins militares; é provável que de modo mais efetivo do lado dos aliados do que do da Alemanha, Itália e Japão, porque jamais esperaram ganhar rapidamente com recursos e métodos disponíveis de imediato (ver capítulo 1). Tragicamente, a própria guerra nuclear foi a filha do antifascismo. Uma simples guerra entre Estados-nações certamente não teria levado os físicos nucleares de ponta, eles próprios em grande parte refugiados ou exilados do fascismo, a exortar os governos britânico e americano a construir

uma bomba nuclear. E o próprio horror desses cientistas com seu feito, suas desesperadas lutas de última hora para impedir os políticos e generais de usar de fato a bomba, dão testemunho da força das paixões *políticas*. Na verdade, até onde as campanhas antinucleares após a Segunda Guerra Mundial tiveram maciço apoio na comunidade científica, foi entre os membros das gerações antifascistas politizadas.

Ao mesmo tempo, a guerra finalmente convenceu os governos de que o empenho de recursos até então inimagináveis na pesquisa científica era tão praticável quanto, no futuro, essencial. Nenhuma economia, com exceção da americana, podia ter financiado os 2 bilhões de dólares (valores do tempo da guerra) necessários para construir a bomba atômica durante a guerra; mas também é verdade que governo algum teria, antes de 1940, sonhado em gastar mesmo uma pequena fração dessa quantia num projeto especulativo, baseado em alguns cálculos incompreensíveis de acadêmicos descabelados. Após a guerra, o céu, ou antes o tamanho da economia apenas, tornou-se o limite nos orçamentos e empregos científicos. Na década de 1970, o governo americano financiou dois terços dos custos da pesquisa básica naquele país, que então chegavam a 5 bilhões de dólares *por ano*, e empregava alguma coisa em torno de 1 milhão de cientistas e engenheiros (Holton, 1978, pp. 227-8).

III

A temperatura política da ciência caiu após a Segunda Guerra Mundial. O radicalismo nos laboratórios recuou rapidamente em 1947-9, quando opiniões tidas como sem base e bizarras em outras partes se tornaram obrigatórias para os cientistas na URSS. Mesmo a maioria dos até então leais comunistas achava o lisenkismo impossível de engolir. Além disso, tornou-se cada vez mais evidente que os regimes modelados com base no sistema soviético não eram nem material, nem moralmente atraentes, pelo menos para a maioria dos cientistas. Por outro lado, apesar de muita propaganda, a Guerra Fria entre o Ocidente e o bloco soviético jamais gerou nada parecido às paixões políticas antes despertadas pelo fascismo. Talvez isso se devesse à tradicional afinidade entre racionalismo liberal e marxista, ou talvez ao fato de que a URSS, ao contrário da Alemanha nazista, jamais pareceu em posição de conquistar o Ocidente, mesmo que houvesse querido, o que havia bom motivo para duvidar. Para a maioria dos cientistas ocidentais, a URSS, seus satélites e a China comunista eram mais Estados ruins, com cientistas dignos de pena, do que impérios do mal a exigir uma cruzada.

No Ocidente desenvolvido, as ciências naturais continuaram política e ideologicamente quietas durante uma geração, desfrutando seus triunfos intelectuais e os recursos imensamente ampliados agora disponíveis para suas pesquisas. Na verdade, o generoso patrocínio de governos e grandes empresas estimulou uma raça de pesquisadores que tinham as políticas de seus pagadores como ponto pacífico, e preferiam não pensar nas implicações mais amplas de seus trabalhos, sobretudo quando estes eram militares. No máximo, os cientistas nesses setores protestavam por não poderem publicar os resultados de suas pesquisas. Na verdade, a maioria dos membros do que era agora um exército bastante grande de Ph.Ds, empregados na Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), estabelecida para enfrentar o desafio soviético em 1958, não tinha mais interesse direto em interrogar a justificação de suas

atividades do que os membros de qualquer outro exército. Em fins da década de 1940, homens e mulheres ainda se angustiavam em torno da questão de entrarem ou não em estabelecimentos do governo que se especializavam em pesquisa de guerra química e biológica.^[183] Não há indício de que posteriormente tais estabelecimentos tivessem qualquer problema para recrutar suas equipes.

Um tanto inesperadamente, foi na região soviética do globo que a ciência se tornou, quando nada, mais política à medida que avançava a segunda metade do século. Não por acaso o maior porta-voz nacional (e internacional) da dissidência na URSS seria um cientista, Andrei Sakharov (1921-89), o físico que fora o principal responsável, em fins da década de 1940, pela construção da bomba de hidrogênio soviética. Os cientistas eram membros *par excellence* da nova, grande, educada e tecnicamente formada classe média profissional que iria ser a principal realização do sistema soviético, mas ao mesmo tempo a classe mais diretamente consciente das fraquezas e limitações do sistema. Eram mais essenciais para o sistema do que suas contrapartes no Ocidente, pois somente eles possibilitavam a uma economia, fora isso atrasada, enfrentar os EUA como superpotência. Na verdade demonstraram sua indispensabilidade fazendo com que a URSS por algum tempo ultrapassasse o Ocidente na mais alta das tecnologias, a do espaço cósmico. O primeiro satélite artificial (o *Sputnik*, 1957), o primeiro voo espacial tripulado por homem e mulher (1961; 1963) e os primeiros passeios espaciais foram todos russos. Concentrados em institutos de pesquisa ou “cidades da ciência” especiais, articulados, necessariamente conciliados e com certo grau de liberdade concedido pelo regime pós-Stalin, não surpreende que as opiniões críticas fossem geradas no ambiente de pesquisa, cujo prestígio social era de qualquer modo maior que o de qualquer outra ocupação soviética.

IV

Pode dizer-se que essas flutuações de temperatura política e ideológica afetaram o progresso das ciências naturais? Claramente muito menos do que ocorria nas ciências sociais e humanas, para não falar nas ideologias e filosofias. As ciências naturais podiam refletir o século em que os cientistas viviam apenas nos limites da metodologia empiricista que necessariamente se tornara padrão numa era de incerteza epistemológica: os da hipótese constatável — ou, em termos de Karl Popper (1902-), que muitos cientistas faziam seus, falsificáveis — por testes práticos. Isso impunha limites à ideologização. A economia, embora sujeita às exigências de lógica e coerência, floresceu como uma forma de teologia — provavelmente, no mundo ocidental, como o ramo mais influente de teologia secular — porque pode ser, e em geral é, formulada de modo a não sofrer esse controle. A física não pode. Assim, enquanto é fácil demonstrar que as escolas em conflito e as modas em mudança no pensamento econômico refletem diretamente a experiência contemporânea e o debate ideológico, o mesmo não se dá com a cosmologia.

Contudo, a ciência reflete sua época, embora seja inegável que alguns movimentos importantes na ciência são endógenos. Assim, era quase inevitável que a desordenada multiplicação de partículas subatômicas, sobretudo depois de acelerar-se na década de 1950,

levasse os teóricos a buscar simplificação. A natureza (inicialmente) arbitrária da nova e hipotética “partícula última”, da qual agora se dizia que prótons, elétrons, nêutrons e o resto se compunham, é indicada pelo próprio nome, tirado de *Finnegan's wake*, de James Joyce: o *quark* (1963). Ele logo seria dividido em três ou quatro subespécies (com seus “*antiquarks*”), descritas como “de cima”, “de baixo”, “dos lados” ou “estranhos”, e *quarks* com “encanto”, cada um deles dotado de uma propriedade chamada “cor”. Nenhuma dessas palavras tinha nada parecido aos seus significados habituais. Como sempre, fizeram-se previsões bem-sucedidas com base nessa teoria, ocultando-se com isso o fato de que nenhum indício experimental da existência de qualquer tipo de *quark* havia sido descoberto até a década de 1990.^[184] Se esses novos fatos constituíam uma simplificação do labirinto subatômico ou mais uma camada de complexidade, deve-se deixar que físicos adequadamente qualificados o julguem. Contudo, o observador leigo cético, mesmo que admirador, pode às vezes ser lembrado dos titânicos esforços de inteligência e engenhosidade despendidos no fim do século XIX para manter a crença científica no “éter”, antes que a obra de Planck e Einstein o banisse para o museu de pseudoteorias, junto com o “flogisto” (ver *A era dos impérios*, capítulo 10).

A própria falta de contato de tais construções teóricas com a realidade que pretendiam explicar (exceto como hipóteses falsificáveis) deixava-as abertas a influências do mundo exterior. Não seria uma coisa natural, num século tão dominado pela tecnologia, que as analogias mecânicas ajudassem a reciclá-las, embora sob a forma de técnicas de comunicação e controle tanto em animais como em máquinas, técnicas essas que de 1940 em diante geraram um corpo teórico conhecido por vários nomes (cibernética, teoria de sistemas gerais, teoria da informação etc.)? Os computadores eletrônicos, que se desenvolveram com estonteante rapidez após a Segunda Guerra Mundial, sobretudo após a descoberta do transistor, tinham uma enorme capacidade de simulação, que tornava mais fácil que antes derivar modelos mecânicos daquilo que até então se encarava como operações físicas e mentais de organismos, incluindo os humanos. Cientistas de fins do século XX falavam do cérebro como se fosse um elaborado sistema de processamento de informação, e um dos conhecidos debates filosóficos da segunda metade do século era se, e neste caso como, a inteligência humana podia distinguir-se da “inteligência artificial”, ou seja, se algo na mente humana não era teoricamente programável num computador. Que tais modelos tecnológicos avançaram a pesquisa, não entra em questão. Onde estaria o estudo do sistema nervoso (isto é, o estudo dos impulsos nervosos elétricos) sem o da eletrônica? Contudo, no fundo essas são analogias reducionistas, que bem podem um dia parecer datadas, como a descrição, no século XVIII, do movimento humano em termos de um sistema de alavancas.

Tais analogias eram úteis na formulação de modelos particulares. Contudo, além desses, a experiência de vida dos cientistas não podia deixar de afetar sua maneira de ver a natureza. O nosso foi um século em que, para citar um cientista criticando outro, “o conflito entre os gradualistas e o catastrofismo impregna a experiência humana” (Jones, 1992, p. 12). E portanto, não surpreendentemente, passou a impregnar a ciência.

No século XIX, de melhoramento e progresso burgueses, a continuidade e o gradualismo dominaram os paradigmas da ciência. Fosse qual fosse o modo de locomoção da natureza, ela não podia saltar. A mudança geológica e a evolução da vida na terra prosseguiram sem catástrofes e com minúsculos aumentos. Mesmo o fim previsível do universo num futuro remoto seria gradual, pela insensível mas inevitável transformação de energia em calor, de

acordo com a segunda lei da termodinâmica (a “morte por calor do universo”). A ciência do século XX desenvolveu uma imagem bem diferente do mundo.

Nosso universo nasceu, há 15 bilhões de anos, numa maciça superexplosão, e, segundo as especulações cosmológicas da época em que escrevo, pode acabar de maneira igualmente dramática. Dentro dele, o histórico de vida das estrelas, e portanto de seus planetas, está, como o universo, cheio de cataclismos: novas, supernovas, gigantes vermelhas, anãs brancas, buracos negros e o resto — nenhum deles reconhecido ou encarado como mais que fenômenos astronômicos periféricos antes da década de 1920. A maioria dos geólogos resistiu durante muito tempo à idéia de grandes deslocamentos laterais, como os continentes movendo-se em todo o globo no curso da história da terra, embora a evidência disso fosse mais ou menos forte. E o fizeram com base em grande parte ideológica, a julgar pela extraordinária ira da controvérsia contra o principal proponente da “deriva continental”, Alfred Wegener. De qualquer modo, o argumento de que isso não podia ser verdade porque não se conhecia nenhum mecanismo geofísico para causar tais movimentos não era mais convincente *a priori*, em vista da evidência, do que o argumento de lorde Kelvin, no século XIX, de que a escala de tempo então postulada por geólogos devia estar errada, porque a física, como então entendida, fazia a terra muito mais jovem do que a geologia exigia. Contudo, desde a década de 1960 o antes impensável tornou-se a ortodoxia da geologia do dia-a-dia: um globo de placas gigantescas mudando de lugar, às vezes rapidamente (“placas tectônicas”).

Talvez ainda mais a propósito seja o retorno do catastrofismo direto tanto à geologia quanto à teoria da evolução via paleontologia, desde a década de 1960. Mais uma vez, a evidência *prima facie* há muito é conhecida: toda criança sabe da extinção dos dinossauros no fim do período cretáceo. Tal fosse pela força da crença darwiniana em que a evolução *não* resultava de catástrofes (ou criação), mas de lentas e minúsculas mudanças atuando durante toda a história geológica, que esse aparente cataclismo ecológico chamou pouca atenção. O tempo geológico era simplesmente encarado como suficientemente longo para permitir quaisquer mudanças evolucionárias observadas. Surpreende, assim, que, numa era em que a história humana foi tão visivelmente cataclísmica, as descontinuidades evolucionárias voltassem a chamar a atenção? Pode-se ir ainda mais longe. O mecanismo mais favorecido por catastrofistas geológicos e paleontológicos na época em que escrevo é o bombardeio vindo do espaço cósmico, isto é, a colisão da terra com um ou mais meteoritos muito grandes. Segundo alguns cálculos, é provável que um asteróide suficientemente grande para destruir a civilização, ou seja, o equivalente a 8 milhões de Hiroximas, chegue a cada 300 mil anos. Tais cenários sempre foram parte de versões marginais da pré-história, mas será que algum cientista sério, antes da época da guerra nuclear, teria pensado nesses termos? Tais teorias da evolução, entendida como lenta mudança interrompida de tempos em tempos por uma mudança relativamente súbita (“equilíbrio pontuado”), continuavam controvertidas na década de 1990, mas agora faziam parte de um debate *dentro* da comunidade científica. Mais uma vez, o observador leigo não pode deixar de notar o surgimento, dentro do campo de pensamento mais distante da vida humana de carne e osso, de dois subcampos matemáticos conhecidos respectivamente como “teoria da catástrofe” (a partir da década de 1960) e “teoria do caos” (década de 1980). O primeiro, um desenvolvimento da topologia em que a França foi pioneira na década 1960, dizia investigar as situações em que a mudança gradual produzia rupturas súbitas, isto é, a interrelação entre mudança contínua e descontínua; o outro (de origem

americana) modelava a incerteza e imprevisibilidade de situações em que se podia mostrar que acontecimentos aparentemente minúsculos (o adejar das asas de uma borboleta) levavam a resultados imensos em outra parte (um furacão). Os que viveram as últimas décadas do século não tinham dificuldade para entender por que imagens como caos e catástrofe também apareciam nas mentes de cientistas e matemáticos.

V

Contudo, da década de 1970 em diante, o mundo externo passou a intrometer-se mais indiretamente, mas também com mais força, nos laboratórios e salas de conferências, com a descoberta de que a tecnologia baseada na ciência, tendo seu poder multiplicado pela explosão econômica global, parecia na iminência de produzir mudanças fundamentais e talvez irreversíveis no planeta Terra, ou pelo menos na Terra como um hábitat para organismos vivos. Isso era ainda mais inquietante que a perspectiva da catástrofe induzida pelo homem, a guerra nuclear, que atormentara imaginações e consciências durante a Guerra Fria; pois uma guerra nuclear soviético-americana era evitável e, como se viu, foi evitada. Não era tão fácil escapar dos subprodutos do crescimento econômico relacionado com a ciência. Assim, em 1973, dois químicos, Rowland e Molina, notaram pela primeira vez que os fluorocarbonos (largamente usados em refrigeração e nos recém-populares aerossóis) consumiam o ozônio na atmosfera da Terra. Dificilmente isso poderia ter sido notado muito mais cedo, pois a liberação desses produtos químicos (CFC 11 e CFC 12) não totalizava 40 mil toneladas antes do início da década de 1950. (Mas entre 1960 e 1972 mais de 3,6 milhões de toneladas deles haviam entrado na atmosfera.)^[185] Contudo, no início da década de 1990 a existência de grandes “buracos de ozônio” na atmosfera era do conhecimento de leigos, e a única questão era saber com que rapidez ia prosseguir o esgotamento da camada de ozônio, e quando ultrapassaria os poderes de recuperação natural da Terra. Se se eliminassem os CFCs, ninguém tinha dúvidas de que ela reapareceria. O “efeito estufa”, ou seja, o incontável esquentamento da temperatura global pela liberação de gases produzidos pelo homem, que começou a ser discutido a sério por volta de 1970, tornou-se uma preocupação importante de especialistas e políticos na década de 1980 (Smil, 1990); o perigo era real, embora às vezes muito exagerado.

Mais ou menos na mesma época a palavra “ecologia”, cunhada em 1873 para o ramo da biologia que tratava das inter-relações de organismos e seus ambientes, adquiriu sua hoje familiar conotação quase política (E. M. Nicholson, 1970).^[186] Eram as consequências naturais do *superboom* econômico secular (ver capítulo 9).

Essas preocupações seriam o suficiente para explicar por que a política e a ideologia começaram mais uma vez a cercar as ciências naturais na década de 1970. Contudo, começaram a penetrar até mesmo em ramos das próprias ciências, em forma de debates sobre a necessidade de limitações práticas e morais à investigação científica.

Jamais, desde o fim da hegemonia teológica, tais questões haviam sido levantadas a sério. Não surpreendentemente, vieram daquela parte das ciências naturais que sempre tivera, ou parecera ter, implicação direta sobre os assuntos humanos: genética e biologia

evolucionária. Pois dez anos após a Segunda Guerra Mundial as ciências da vida foram revolucionadas pelos espantosos avanços da biologia molecular, que revelaram o mecanismo universal de herança, o “código genético”.

A revolução na biologia molecular não foi inesperada. Depois de 1914, podia-se ter como certo que a vida podia e tinha de ser explicada em termos de física e química, e não em termos de alguma essência peculiar aos seres vivos.^[187] Na verdade, modelos bioquímicos da possível origem da vida na Terra, começando com luz do sol, metano, amônia e água, foram sugeridos na década de 1920 (em grande parte com intenções anti-religiosas) na Rússia soviética e na Grã-Bretanha, e puseram o assunto na pauta científica séria. A hostilidade à religião, a propósito, continuou a animar os pesquisadores nesse campo: tanto Crick quanto Linus Pauling são exemplos disso (Olby, 1970, p. 943). O grande impulso de pesquisa biológica há décadas era bioquímico, e cada vez mais físico, desde o reconhecimento de que se podiam cristalizar as moléculas de proteína, e portanto analisá-las cristalograficamente. Sabia-se que uma substância, o ácido desoxirribonucléico (DNA), desempenhava um papel, possivelmente o central, na hereditariedade: parecia ser o componente básico do gene, a unidade de herança. O problema de como o gene “causa(va) a síntese de outra estrutura igual a si, em que mesmo as mutações do gene original são copiadas” (Muller, 1951, p. 95), isto é, de como operava a hereditariedade, já se achava sob séria investigação em fins da década de 1930. Após a guerra, era claro que, nas palavras de Crick, “grandes coisas estavam logo após a esquina”. O brilhantismo da descoberta por Crick e Watson da estrutura em dupla hélice do DNA e da maneira como explicava a “cópia de gene” com um elegante modelo químico-mecânico não é diminuído pelo fato de que vários pesquisadores convergiam para o mesmo resultado no início da década de 1950.

A revolução do DNA, “a maior descoberta individual da biologia” (J. D. Bernal), que dominou as ciências da vida na segunda metade do século, foi essencialmente na genética e, como o darwinismo do século XX é exclusivamente genético, na evolução.^[188] Estes são dois temas notoriamente delicados, tanto porque os próprios modelos científicos são freqüentemente ideológicos em tais campos — lembramos a dívida de Darwin com Malthus (Desmond & Moore, capítulo 18) — quanto porque habitualmente descambam para a política (“darwinismo social”). O conceito de “raça” ilustra essa interação. A lembrança das políticas raciais nazistas tornou praticamente impensável que intelectuais liberais (o que incluía a maioria dos cientistas) operassem com esse conceito. Na verdade, muitos duvidavam que ele fosse legítimo até para investigar de modo sistemático diferenças geneticamente determinadas entre grupos humanos, por receio de que os resultados oferecessem encorajamento a opiniões racistas. Mais geralmente, nos países ocidentais a ideologia pós-fascista de democracia e igualdade reviveu os velhos debates de “natureza *versus* alimentação”, ou hereditariedade *versus* ambiente. Visivelmente, o indivíduo humano era formado tanto pela hereditariedade quanto pelo ambiente, pelo genes e a cultura. Contudo, os conservadores estavam simplesmente demasiado dispostos a aceitar uma sociedade de desigualdades irremovíveis, isto é, geneticamente determinadas, enquanto a esquerda, comprometida com a igualdade, naturalmente afirmava que todas as desigualdades podiam ser eliminadas pela ação social: eram, no fundo, ambientalmente determinadas. A controvérsia pegou fogo na questão da inteligência humana, que (devido a suas implicações para a educação escolar seletiva e universal) era altamente política. Suscitou questões muito mais amplas que as de raça, embora

se referisse também a elas. A medida de sua amplitude surgiu com a revivescência do movimento feminista (ver capítulo 10), do qual várias ideólogas chegaram perto de afirmar que *todas* as diferenças mentais entre homens e mulheres eram essencialmente determinadas pela cultura, ou seja, ambientais. Na verdade, a substituição, que entrou na moda, do termo “sexo” por “gênero”, implicava a crença em que “mulher” era não tanto uma categoria biológica quanto um papel social. Um cientista que tentasse investigar esses temas sensíveis sabia estar em campo minado, político. Mesmo os que entraram nele deliberadamente, como E. O. Wilson, de Harvard (1929-), defensor da “sociobiologia”, evitavam falar com clareza.

[189]

O que tomava a atmosfera mais explosiva era que os próprios cientistas, sobretudo na ala mais obviamente social da ciência — teoria da evolução, ecologia, etologia ou estudo de comportamento social animal, e coisas assim —, eram simplesmente demasiado inclinados a usar metáforas antropomórficas ou extrair conclusões humanas. Os sociobiólogos, ou os que popularizavam suas descobertas, sugeriam que as características (masculinas) herdadas dos milênios durante os quais o homem primitivo fora selecionado para adaptar-se, como caçador, a uma existência mais predatória em habitats abertos (Wilson, 1977) ainda dominavam nossa existência social. Não só as mulheres, mas também os historiadores ficaram irritados. Os teóricos evolucionistas analisavam a seleção natural, à luz da grande revolução biológica, como a luta pela existência do “Gene Egoísta” (Dawkins, 1976). Até mesmo alguns que simpatizavam com a versão pesada do darwinismo se perguntavam que importância real tinha a seleção genética para debates sobre egoísmo, competição e cooperação humanos. A ciência achava-se uma vez mais acuada por críticos, embora — significativamente — não estivesse mais sob fogo da religião tradicional, além de grupos fundamentalistas intelectualmente sem importância. O clero aceitava agora a hegemonia do laboratório, extraíndo o consolo teológico que podia da cosmologia científica, cujas teorias de “*big-bang*” podiam, com o olho da fé, ser apresentadas como prova de que um Deus criara o mundo. Por outro lado, a revolução cultural ocidental das décadas de 1960 e 1970 produziu um forte ataque neo-romântico e irracionalista à visão científica do mundo, que podia passar prontamente de um tom radical para um reacionário.

Ao contrário das trincheiras avançadas das ciências da vida, a principal fortaleza de pesquisa pura nas ciências “pesadas” pouco foi perturbada por tais franco-atiradores até tornar-se evidente, na década de 1970, que não se podia divorciar a pesquisa das consequências sociais das tecnologias que ela agora, e quase imediatamente, gerava. Foi a perspectiva de “engenharia genética” — logicamente de formas de vida humana e outras — que na verdade suscitou a questão imediata de se se deviam considerar limitações à pesquisa científica. Pela primeira vez, ouviram-se essas opiniões entre os próprios cientistas, notadamente no campo biológico, pois a essa altura alguns dos elementos essenciais das tecnologias do tipo Frankenstein não eram separáveis da pesquisa pura e a ela subsequentes, mas — como no projeto do Genoma, plano de mapeamento de todos os genes da hereditariedade humana — *eram* a pesquisa básica. Essas críticas solaparam o que todos os cientistas encaravam até então, e a maioria continuou a encarar, como o princípio básico da ciência, ou seja, o de que, com as mais marginais concessões às crenças morais da sociedade,

[190]

a ciência devia buscar a verdade aonde quer que essa verdade a levasse. Eles não eram responsáveis pelo que os não-cientistas faziam com seus resultados. O fato de que, como

observou um cientista americano em 1992, “nenhum biólogo molecular importante que conheço deixa de ter interesse financeiro no negócio da biotecnologia” (Lewontin, 1992, p. 37; pp. 32-40); de que — para citar outro — “a questão (da propriedade) está no âmago de tudo que fazemos” (Lewontin, 1992, p. 38) tornava a alegação de pureza ainda mais duvidosa.

O que estava em causa agora não era a busca da verdade, mas a impossibilidade de separá-la de suas condições e conseqüências. Ao mesmo tempo, o debate era essencialmente entre pessimistas e otimistas em relação à raça humana. Pois a crença básica dos que pensavam em restrições ou autolimitações à pesquisa científica era que a humanidade, como hoje organizada, não era capaz de lidar com os seus poderes de transformação da Terra, ou mesmo de reconhecer os riscos que corria. Pois mesmo os feiticeiros que resistiam a toda limitação em suas pesquisas não confiavam em seus aprendizes. Os argumentos em favor da investigação ilimitada “referem-se à pesquisa científica básica, não às aplicações tecnológicas da ciência, algumas das quais devem ser restringidas” (Baltimore, 1978).

E no entanto, tais argumentos não chegavam à questão. Pois, como sabiam todos os cientistas, a pesquisa científica *não* era ilimitada e livre, quando nada porque exigia recursos que eram limitados. A questão não era se alguém devia dizer aos pesquisadores o que fazer, mas quem impunha esses limites e orientações, e por quais critérios. Para a maioria dos cientistas, cujas instituições eram direta ou indiretamente pagas com verbas públicas, esses controladores de pesquisa eram os governos, cujos critérios, por mais sinceros que fossem em sua dedicação aos valores da livre investigação, não eram os de Planck, Rutherford ou Einstein.

As prioridades deles não eram, por definição, as da pesquisa “pura”, sobretudo quando essa pesquisa era cara; e, após o fim do grande *boom* global, até mesmo os governos mais ricos, com suas rendas não mais crescendo à frente dos gastos, não tinham orçamento. Tampouco eram, ou podiam ser, as prioridades da pesquisa “aplicada”, que empregava a grande maioria dos cientistas, pois essas não eram postas em termos de “avanço do conhecimento” em geral (embora bem pudessem resultar nisso), mas da necessidade de atingir determinados resultados práticos — por exemplo, a cura do câncer ou da Aids. Os pesquisadores nesses campos buscavam não necessariamente o que lhes interessava, mas o que era socialmente útil ou economicamente lucrativo, ou aquilo para que havia dinheiro, mesmo quando esperavam que isso os levasse de volta ao caminho da pesquisa fundamental. Nas circunstâncias, não passava de retórica vazia declarar intoleráveis as restrições à pesquisa porque o homem era por natureza uma espécie que precisava “satisfazer nossa curiosidade, exploração e experimentação” (Lewis Thomas, *in* Baltimore, 1978, p. 44), ou porque os picos de conhecimento deviam ser escalados, na expressão clássica dos montanhistas, “porque estão lá”.

A verdade é que a “ciência” (com o que muita gente quer dizer as ciências naturais “pesadas”) estava demasiado grande, demasiado poderosa, demasiado indispensável à sociedade em geral e a seus pagadores em particular para ser deixada entregue a seus próprios cuidados. O paradoxo de sua situação era que, em última análise, a imensa casa de força que era a tecnologia do século XX, e a economia que ela tornava possível, dependiam cada vez mais de uma comunidade relativamente minúscula de pessoas para as quais essas conseqüências tirânicas de suas atividades eram secundárias, e muitas vezes triviais. Para elas, a capacidade dos homens de viajar para a lua, ou refletir as imagens de uma partida de

futebol brasileira por meio de um satélite para serem vistas numa tela em Düsseldorf, era muito menos interessante que a descoberta de um ruído cósmico de fundo que fora identificado durante a busca de fenômenos que perturbavam as comunicações, mas confirmava uma teoria sobre as origens do universo. Contudo, como o antigo matemático grego Arquimedes, elas sabiam que viviam e ajudavam a moldar um mundo que não podia entender nem ligava para o que faziam. Seu apelo por liberdade de pesquisa era o *cri-de-coeur* de Arquimedes aos soldados invasores, contra os quais ele inventara engenhos militares para sua cidade de Siracusa, e que não tomaram conhecimento deles ao matá-lo: “Pelo amor de Deus, não estraguem meus diagramas”. Era compreensível, mas não necessariamente realista.

Só os poderes transformadores do mundo, dos quais elas tinham a chave, as protegiam, pois esses pareciam depender de que se deixasse uma elite, fora isso incompreensível e privilegiada — incompreensível, até o fim do século, mesmo em sua relativa falta de interesse pelos sinais externos de riqueza e poder —, seguir seu caminho em paz. Todos os Estados do século XX que haviam agido de outro modo tinham motivo para lamentá-lo. Todos os Estados portanto apoiavam a ciência, que, ao contrário das artes e da maioria das humanidades, não podia funcionar de fato sem esse apoio, ao mesmo tempo evitando interferir até onde possível. Mas os governos não estão interessados na verdade última (a não ser da ideologia ou religião), mas na verdade instrumental. No máximo, podiam promover a pesquisa “pura” (isto é, no momento inútil) porque ela poderia um dia produzir alguma coisa útil, ou por motivos de prestígio nacional, em que a busca de Prêmios Nobel vinha antes da de medalhas olímpicas e ainda continua mais altamente valorizada. Essas eram as bases nas quais as triunfantes estruturas da pesquisa e da teoria científicas se erguiam, e pelas quais o século XX será lembrado como uma era de progresso humano, e não, basicamente, de tragédia humana.