

tica.<sup>5</sup> Na geometria, uma das duas fronteiras dinâmicas da matemática do século XIX, apareceram todas as formas de fenômenos impensáveis até então, como as curvas sem tangentes. Mas a questão mais dramática e “impossível” talvez tenha sido a exploração de magnitudes infinitas por Cantor, que criou um mundo onde os conceitos intuitivos de “maior” e “menor” não eram mais aplicáveis e a aritmética não dava mais os resultados esperados. Era um avanço instigante, um novo “paraíso” matemático — para usar a expressão de Hilbert — de onde a vanguarda matemática se recusava a ser expulsa.

Uma solução — a seguir adotada pela maioria dos matemáticos — era emancipar a matemática de qualquer correspondência com o mundo real e transformá-la na elaboração de postulados, *quaisquer* postulados, que deviam apenas ser definidos de modo preciso e obrigados a ser não contraditórios entre si. A matemática se baseou, daí em diante, numa rigorosa suspensão da crença em tudo que não fossem as regras do jogo. Nas palavras de Bertrand Russell — um dos que mais contribuiu para repensar os fundamentos da matemática, que agora se deslocava para o centro do palco, talvez pela primeira vez em sua história — a matemática era o assunto sobre o qual ninguém sabia do que se estava falando ou se o que estava sendo dito era verdade.<sup>6</sup> Seus fundamentos foram reformulados com a exclusão rigorosa da intuição.

Isso acarretou dificuldades psicológicas enormes, bem como algumas de natureza intelectual. A relação das matemáticas com o mundo real era inegável mesmo sendo, do ponto de vista do formalismo matemático, irrelevante. No século XX, a mais pura matemática encontrou uma vez mais alguma correspondência no mundo real, e serviu de fato para explicar esse mundo ou para dominá-lo por meio de tecnologia. Até G. H. Hardy, matemático puro especializado em teoria dos números — e, incidentalmente, autor de uma brilhante introspecção autobiográfica —, que se orgulhava de que nada do que fizera tivesse tido aplicação prática, contribuiu com um teorema que é a base da genética populacional moderna (a assim chamada lei de Hardy-Weinberg). Qual era a natureza da relação entre o jogo matemático e a estrutura do mundo real correspondente? Isso talvez não importasse aos matemáticos em sua qualidade de

matemáticos, mas na verdade até mesmo muitos dos formalistas, como o grande Hilbert (1862-1943), parecem ter acreditado numa verdade matemática objetiva, isto é, em que não era irrelevante o que os matemáticos pensavam sobre a “natureza” das entidades matemáticas que manipulavam ou sobre a “verdade” de seus teoremas. Toda uma escola de “intuitivos”, antecipada por Henri Poincaré (1854-1912) e liderada, a partir de 1907, pelo holandês L. E. J. Brouwer (1882-1966), rejeitou amargamente o formalismo, se necessário, inclusive, às custas de abandonar os próprios triunfos do raciocínio matemático cujos resultados literalmente inacreditáveis haviam acarretado a reavaliação das bases da matemática; notadamente o próprio trabalho de Cantor sobre a teoria dos conjuntos, proposta, contra oposição ferrenha de alguns, nos anos 1870. As paixões suscitadas por essa batalha na estratosfera do pensamento puro indicam a profundidade da crise intelectual e psicológica gerada pela falência das antigas vinculações entre a matemática e a percepção do mundo.

Ademais, o próprio repensar dos fundamentos da matemática era bastante problemático, pois a tentativa mesma de baseá-la em definições rigorosas e na não-contradição (que também incentivou o desenvolvimento da lógica matemática) conheceu dificuldades que fariam do período entre 1900 e 1930 a época da “grande crise dos fundamentos” (Bourbaki).<sup>7</sup> A própria exclusão implacável da intuição só era possível estreitando-se os horizontes dos matemáticos. Além desses horizontes, encontravam-se os paradoxos que matemáticos e lógicos matemáticos agora descobriam — Bertrand Russell formulou muitos deles nos primeiros anos do século — e que acarretaram as mais profundas dificuldades.\* Oportunamente (em 1931) o

\* Um exemplo simples (Berry e Russell) é a afirmação de que “a classe de números inteiros cuja definição pode ser expressa em menos de dezesseis palavras é finita”. É impossível definir, sem contradição, um número inteiro como “o menor inteiro não definível em menos de dezesseis palavras”, já que a segunda definição contém apenas dez palavras. O mais fundamental desses paradoxos é o “Paradoxo de Russell”, que pergunta se o conjunto de todos os conjuntos, que não são elementos de si mesmos, é um elemento dele mesmo. Isto é análogo ao antigo paradoxo do filósofo grego Zenon, sobre se podemos acreditar num cretense que diz que “todos os cretenses são mentirosos”.

matemático austríaco Kurt Gödel provou que, para certos objetivos fundamentais, não há como eliminar a contradição: não podemos provar que os axiomas da aritmética são consistentes por meio de um número finito de passos que não levem a contradições. Contudo, nessa época os matemáticos já haviam se acostumado a viver com as incertezas de seu objeto. As gerações das décadas de 1890 e 1900 ainda estavam longe de se conformar com elas.

Salvo para um pequeno grupo de pessoas, a crise na matemática podia ficar em segundo plano. Um conjunto muito maior de cientistas bem como, circunstancialmente, a maioria dos seres humanos cultos estavam envolvidos com a crise do universo galileano ou newtoniano da física — cujo início pode ser determinado com bastante exatidão em 1895 — e que seria substituído pelo universo einsteiniano da relatividade. A resistência que encontrou no mundo dos físicos foi menor que a relativa à revolução matemática, provavelmente porque ainda não ficara patente o desafio que este representava para as crenças tradicionais na certeza e nas leis da natureza. Isso ocorreria só na década de 20. Em compensação, a resistência dos leigos foi enorme. De fato, mesmo em 1913, um autor alemão de um estudo e de uma história da ciência em quatro volumes, bem informado e nada tolo (que deixou de mencionar, conscientemente, Planck — salvo como epistemólogo —, Einstein, J. J. Thompson e inúmeros outros que hoje em dia dificilmente seriam omitidos), negou que qualquer acontecimento excepcionalmente revolucionário estivesse em curso nas ciências. “É tendencioso apresentar a ciência como se seus fundamentos tivessem agora se tornado instáveis e nossa era devesse empreender sua reconstrução.”<sup>8</sup> Como sabemos, a física moderna continua tão distante para a maioria dos leigos como os aspectos mais elevados da teologia escolástica para a maioria dos que acreditavam na cristandade na Europa do século XIV, até mesmo para os que se dispõem a acompanhar as freqüentemente brilhantes tentativas de divulgá-la, multiplicadas desde a Primeira Guerra Mundial. Os ideólogos de esquerda rejeitaram a relatividade por considerá-la incompatível com sua própria idéia de ciência e os de direita a condenaram como judia. Em suma, daqui em diante a ciência tornou-se não apenas algo que poucas pessoas podiam

entender, mas também algo de que muitos discordavam, embora crescentemente reconhecessem sua dependência em relação a ela.

O impacto na experiência, no bom senso e nas concepções aceitas do universo pode, talvez, ser melhor ilustrado pelo problema do “éter luminífero”, agora quase tão esquecido como o flogístico, invocado para explicar a combustão no século XVIII, antes da revolução química. Não havia evidência da existência do éter — algo elástico, rígido, incompressível e livre de atrito que, acreditava-se, enchia o universo — mas ele tinha que existir, no contexto de uma imagem de mundo essencialmente mecânico e que excluía qualquer coisa como a assim chamada “ação a distância”, sobretudo porque a física do século XIX estava cheia de ondas, começando com as da luz (cuja velocidade real foi determinada pela primeira vez) e multiplicada via progresso das pesquisas em eletromagnetismo que, a partir de Maxwell, incluiu as ondas luminosas. Mas, num universo físico mecanicamente concebido, as ondas tinham que ser ondas em algo, assim como as ondas do mar são ondas na água. Na medida em que o movimento das ondas se tornou cada vez mais central na imagem do mundo físico, “o éter foi descoberto neste século, no sentido de que todas as evidências conhecidas de sua existência foram levantadas nesta época” (para citar um contemporâneo muito pouco ingênuo).<sup>9</sup> Em suma, o éter foi inventado porque, como afirmaram todas as “autoridades em física” [com raras vozes discordantes, como Heinrich Hertz (1857-1894), o descobridor das ondas de rádio, e Ernst Mach (1836-1916), mais conhecido como filósofo da ciência], “não devíamos saber nada sobre luz, calor irradiante, eletricidade ou magnetismo; sem isso provavelmente não haveria a gravitação”,<sup>10</sup> pois uma imagem mecanicista do mundo exigia também que sua força fosse exercida através de algum meio material.

Contudo, se o éter existia, deveria ter propriedades mecânicas, fossem elas elaboradas ou não por meio dos novos conceitos eletromagnéticos. Estes colocaram dificuldades consideráveis, pois a física (desde Faraday e Maxwell) operava com dois esquemas conceituais que não se combinavam com facilidade e que, na verdade, tendiam a se afastar: a física das partículas discretas (da “matéria”) e a dos meios contínuos ou “cam-

pos". Pareceu mais fácil supor — a teoria foi elaborada por H. A. Lorentz (1853-1928), um dos eminentes cientistas holandeses que transformaram o período numa idade de ouro para a ciência holandesa comparável ao século XVII — que o éter era estacionário em relação à matéria em movimento. Mas isso agora podia ser testado, e dois americanos, A. A. Michelson (1852-1931) e E. W. Morley (1838-1923), tentaram fazê-lo numa celebrada e imaginativa experiência em 1887, com um resultado que pareceu totalmente inexplicável. Tão inexplicável e tão incompatível com crenças profundamente enraizadas que foi periodicamente repetido, com todas as precauções possíveis, até a década de 20: sempre com o mesmo resultado.

Qual era a velocidade do movimento da Terra através do éter estacionário? Um feixe de luz era dividido em duas partes, que percorriam, ida e volta, duas trajetórias iguais em ângulo reto entre si, sendo outra vez reunidos. Se a Terra viajasse pelo éter na direção de um dos feixes, o movimento do aparelho, durante o trânsito da luz, devia fazer com que as trajetórias dos feixes se tornasse desigual. Isso poderia ser detectado. Mas não pôde. Parecia que o éter, fosse o que fosse, se movimentava com a Terra, ou presumivelmente com qualquer outro elemento medido. O éter parecia não ter característica física alguma ou estar além de qualquer forma de captação material. A alternativa era abandonar a imagem científica estabelecida do universo.

Os leitores familiarizados com a história da ciência não se surpreenderão por Lorentz ter preferido a teoria ao fato e ter, portanto, tentado descartar a experiência Michelson-Morley, salvando assim o éter, considerado "o fulcro da física moderna",<sup>11</sup> por meio de um exemplar extraordinário de acrobacia teórica que o transformaria no "João Batista da relatividade".<sup>12</sup> Suponha que o tempo e o espaço possam ser ligeiramente separados, de forma que um corpo possa ficar mais curto quando de frente para a direção de seu movimento do que estaria se estivesse em repouso ou colocado transversalmente. Nesse caso, a contração do aparelho de medição de Michelson-Morley poderia ter ocultado a imobilidade do éter. Tal suposição, argumenta-se, era na verdade muito próxima da teoria da relatividade especial de Einstein (1905), mas o problema de Lorentz e seus contemporâneos foi que eles quebraram o ovo da física tradicional

nessa tentativa desesperada de mantê-lo intacto, enquanto Einstein, criança ainda quando Michelson e Morley chegaram à sua surpreendente conclusão, estava pronto para simplesmente abandonar as antigas convicções. Não havia movimento absoluto. Não havia éter, ou, se havia, não apresentava qualquer interesse para os físicos. De uma forma ou de outra, a antiga ordem da física estava condenada.

Duas conclusões podem ser tiradas desse instrutivo episódio. A primeira, compatível com o ideal racionalista que a ciência e seus historiadores herdaram do século XIX, é que os fatos são mais fortes que as teorias. Dado o desenvolvimento do eletromagnetismo, a descoberta de novos tipos de radiação — ondas de rádio (Hertz, 1883), raios X (Roentgen, 1895), radioatividade (Becquerel, 1896); dada a crescente necessidade de adaptar a teoria ortodoxa a formas curiosas; dada a experiência Michelson-Morley, cedo ou tarde a teoria teria que ser fundamentalmente alterada para se adequar aos fatos. Não é surpreendente que isso não tenha se dado imediatamente, mas aconteceu cedo o bastante: a transformação pode ser datada, com alguma precisão, da década de 1895-1905.

A outra conclusão é simetricamente oposta. A visão do universo físico que ruuiu em 1895-1905 se baseara não nos "fatos", mas em pressupostos *a priori* sobre o universo, em parte baseados no modelo mecânico do século XVII e em parte em intuições ainda mais antigas da experiência sensorial e da lógica. Nunca houvera maiores dificuldades intrínsecas para a aplicação da relatividade à eletrodinâmica ou a qualquer outra área, sobretudo à mecânica clássica, o que era um pressuposto desde Galileu. A única coisa que a física pode dizer sobre dois sistemas, dentro dos quais as leis de Newton se mantêm (por exemplo, dois trens), é que eles se movem um em relação ao outro, mas não que um está "em repouso" em sentido absoluto. O éter foi inventado porque o modelo mecânico aceito de universo precisava de algo assim e porque parecia intuitivamente inconcebível que de algum modo não houvesse distinção entre movimento absoluto e repouso absoluto *em algum lugar*. Tendo sido inventado, ele barrou o prolongamento da relatividade à eletrodinâmica ou às leis da física em geral. Em suma, o que tornou a revolução na física tão revolucionária não foi a descoberta de

novos fatos, embora isso tenha, por certo, ocorrido, mas a relutância dos físicos em reconsiderar seus paradigmas. Como sempre, não foram as inteligências sofisticadas as preparadas para reconhecer que o rei estava nu: elas passaram o tempo inventando teorias para explicar por que suas roupas eram tão esplêndidas como invisíveis.

Ambas as conclusões são corretas, mas a segunda é muito mais útil ao historiador, já que a primeira não explica realmente de forma adequada como a revolução da física aconteceu. Velhos paradigmas não costumam inibir o progresso da pesquisa, como não o fizeram à época, nem a formação de teorias que sejam tanto consistentes com os fatos como intelectualmente fecundas. Produziram apenas o que, retrospectivamente, pode ser visto (como no caso do éter) como teorias desnecessárias e indevidamente complicadas. Reciprocamente, os revolucionários em física — pertencendo sobretudo àquela “física teórica”, que ainda era pouco reconhecida como um campo, e que se auto-situava em algum lugar entre a matemática e os aparelhos de laboratório — não estavam fundamentalmente motivados por qualquer desejo de esclarecer inconsistências entre observação e teoria. Trabalharam a seu próprio modo, às vezes movidos por preocupações puramente filosóficas ou mesmo metafísicas, como a procura de Max Planck “do Absoluto”, que os levou à física contra o conselho dos professores, que estavam convencidos de que faltavam apenas detalhes a serem ajustados nessa ciência, e a partes da física que outros consideravam desinteressantes.<sup>13</sup> Nada é mais surpreendente na breve peça autobiográfica escrita na velhice por Max Planck — cuja teoria quântica (anunciada em 1900) marcou a irrupção pública da nova física — que o sentimento de isolamento, de não ser compreendido, quase de fracasso, que obviamente nunca o abandonou. Afinal, poucos físicos foram mais homenageados em vida, em seu próprio país e internacionalmente. Muito desse sentimento foi, evidentemente, resultado dos 25 anos, a partir de sua tese de doutoramento em 1875, em que o jovem Planck tentou em vão fazer seus admirados mestres — inclusive homens que ele finalmente convenceria — entenderem, reagirem ou mesmo lerem o trabalho que lhes apresentava: trabalho em sua opinião indubitavelmente conclusivo. Olhamos para trás e vemos cientistas identificando pro-

blemas cruciais não resolvidos em suas áreas e empreendendo sua solução, alguns pelo caminho correto, a maioria pelo errado. Mas, na verdade, como os historiadores da ciência nos lembraram, pelo menos desde Thomas Kuhn (1962), não é dessa maneira que as revoluções científicas ocorrem.

O que explica, então, a transformação da matemática e da física nesse período? Essa é a questão crucial para o historiador. Ademais, para o historiador que não se concentra exclusivamente nos debates especializados entre teóricos, a questão não se refere apenas à mudança da imagem científica do universo, mas também à relação entre essa mudança e tudo mais que estava acontecendo no período. Os processos do intelecto não são autônomos. Sejam quais forem a natureza das relações entre a ciência e a sociedade onde está embutida e a conjuntura histórica particular onde ocorre, essa relação existe. Os problemas que os cientistas identificam, os métodos que usam, os tipos de teorias que consideram satisfatórias em geral ou adequadas em particular, as idéias e modelos que usam para resolvê-los são os de homens e mulheres cujas vidas, mesmo no presente, não se restringem ao laboratório ou ao estudo.

Algumas dessas relações são de uma simplicidade crua. Uma parte substancial do ímpeto do desenvolvimento da bacteriologia e da imunologia foi uma função do imperialismo, pois os impérios ofereciam um forte incentivo ao controle das doenças tropicais, como a malária e a febre amarela, que prejudicavam as atividades dos homens brancos nas regiões coloniais.<sup>14</sup> Há, portanto, uma vinculação direta entre Joseph Chamberlain e (Sir) Ronald Ross, prêmio Nobel de medicina em 1902. O papel desempenhado pelo nacionalismo está longe de ser secundário. Wassermann, cujo teste de sífilis proporcionou o incentivo para o desenvolvimento da serologia, foi instado a pesquisá-lo em 1906 pelas autoridades alemãs, ansiosas para atingir o nível do que eles consideravam o avanço indevido da pesquisa francesa em sífilis.<sup>15</sup> Se, por um lado, não seria aconselhável deixar de lado essas vinculações diretas entre ciência e sociedade, sejam elas sob a forma de patrocínio ou pressão governamental ou da iniciativa privada, ou sob a forma menos trivial de trabalho científico estimulado por ou proveniente do progresso industrial prático ou de suas exigências técnicas, por



outro lado essas relações não podem ser satisfatoriamente analisadas nestes termos, ainda menos no período 1873-1914. Ademais, as relações entre ciência e suas aplicações práticas eram tudo, menos próximas, salvo na química e na medicina. Assim, na Alemanha dos anos 1880 e 1890 — poucos países levaram tão a sério as implicações práticas da ciência — as academias técnicas (Technische Hochschulen) se queixavam de que seus matemáticos não se limitavam apenas ao ensino da matemática necessária aos engenheiros, e os professores de engenharia enfrentaram os de matemática numa batalha frontal em 1897. De fato, a massa dos engenheiros alemães, embora inspiradas pelo progresso americano a instalar laboratórios de tecnologia na década de 1890, não mantinha contato estreito com a atualidade científica. A indústria, reciprocamente, se queixava de que as universidades não estavam interessadas em seus problemas e faziam suas próprias pesquisas — embora lentamente. Krupp (que só autorizou seu filho a frequentar uma faculdade técnica em 1882) só se interessou pela física, como algo diferenciado da química, em meados da década de 1890.<sup>16</sup> Em suma, universidades, academias técnicas, indústria e governo estavam longe de coordenar seus interesses e esforços. Instituições de pesquisa financiadas pelo governo começavam, de fato, a surgir, mas não se pode dizer que estivessem avançadas: a Kaiser Wilhelm Gesellschaft (hoje Max Planck Gesellschaft), que financiava e coordenava a pesquisa fundamental, só foi criada em 1911, embora tenha tido predecessores privados. Ademais, mesmo se os governos estivessem, sem dúvida, começando a garantir e até a agilizar pesquisas que consideravam significativas, ainda é problemático falar do governo como uma força de peso que garantisse a pesquisa fundamental; não mais que a indústria, com a possível exceção dos laboratórios Bell. Ademais, a única ciência, além da medicina, na qual a pesquisa pura e as aplicações práticas estavam, à época, adequadamente integradas era a química, que por certo não estava passando então por nenhuma transformação fundamental ou revolucionária.

Essas transformações científicas não teriam sido possíveis sem o desenvolvimento técnico da economia industrial, com, por exemplo, o advento da livre disponibilidade da eletricidade, a fabricação de bombas de vácuo adequadas e instrumentos pre-

cisos de medida. Mas um elemento necessário a qualquer explicação não é, em si, explicação suficiente. Temos que olhar mais além. É possível compreender a crise da ciência tradicional analisando as preocupações sociais e políticas dos cientistas?

Estas eram, obviamente, dominantes nas ciências sociais; e, mesmo nas ciências naturais mais relevantes para a sociedade e suas preocupações, o elemento social e político era muitas vezes crucial. No período que nos interessa, este era plenamente o caso de todas as áreas da biologia que atingiam diretamente o homem social, e de todas as que podiam ser vinculadas ao conceito de “evolução” e ao nome cada vez mais carregado de conotações políticas de Charles Darwin. Ambos tinham um conteúdo ideológico forte. Sob a forma de racismo, cujo papel central no século XIX nunca será demais ressaltar, a biologia era essencial para uma ideologia burguesa teoricamente igualitária, pois deslocava a culpa das evidentes desigualdades humanas da sociedade para a “natureza” (*A Era do Capital*, cap. 14:2). Os pobres eram pobres por terem nascido inferiores. Assim, a biologia não era só potencialmente a ciência da direita política como também a ciência dos que desconfiavam da ciência, da razão e do progresso. Poucos pensadores foram mais céticos em relação às verdades dos meados do século XIX, inclusive à ciência, do que Nietzsche. Contudo, seus próprios escritos, e notadamente seu trabalho mais importante, *A Vontade de Poder*,<sup>17</sup> podem ser lidos como uma variante do darwinismo social, um discurso desenvolvido com a linguagem da “seleção natural”, neste caso uma seleção destinada a produzir a nova raça dos “super-homens”, que iria dominar os humanos inferiores como o homem, na natureza, domina e explora a criação bruta. E as vinculações entre biologia e ideologia são, de fato, particularmente evidentes no intercâmbio entre a “eugenia” e a nova ciência da “genética”, que praticamente veio à luz em torno de 1900, sendo batizada pouco depois por William Bateson (1905).

A eugenia, que era um programa para a aplicação, às pessoas, do cruzamento seletivo comum na agricultura e pecuária, foi muito anterior à genética. O nome data de 1883. Era, essencialmente, um movimento político, em sua esmagadora maioria composto de membros da classe média e burguesia, que pres-

sionavam os governos para que implantassem programas de ações positivas ou negativas visando a melhorar a condição genética da espécie humana. Os eugenistas extremistas acreditavam que as condições do homem e da sociedade poderiam ser melhoradas *apenas* através da melhoria genética da espécie humana — por meio da concentração e do incentivo às estirpes humanas de valor (em geral identificadas à burguesia ou a raças adequadamente coloridas, como a “nórdica”), e da eliminação das indesejáveis (em geral identificadas aos pobres, colonizados ou estrangeiros impopulares). Os eugenistas menos extremistas deixavam alguma margem às reformas sociais, à educação e às mudanças ambientais em geral. Se a eugenia, por um lado, podia se tornar a pseudociência fascista e racista tornada genocídio deliberado com Hitler, por outro lado não se identificava exclusivamente com qualquer setor político de classe média antes de 1914, não mais que as teorias sobre a raça, muito populares, entre as quais figurava. Temas ligados à eugenia surgiram na música ideológica dos liberais, dos reformadores sociais, dos socialistas fabianos e alguns outros setores de esquerda, nos países em que o movimento ficou na moda, \* embora na batalha entre hereditariedade e meio ambiente ou, na expressão de Karl Pearson, “natureza” e “criação”, \*\* fosse praticamente impossível que a esquerda optasse *exclusivamente* pela hereditariedade. Daí, aliás, a acentuada falta de entusiasmo pela genética por parte dos profissionais da área médica nesse período. Pois os grandes triunfos da medicina da época se davam a nível ambiental, tanto por meio dos novos tratamentos das doenças microbianas (que, a partir de Pasteur e Koch, haviam propiciado o surgimento da nova ciência da bacteriologia) como do saneamento básico. Os médicos eram tão relutantes como os reformadores sociais em acreditar, com Pearson, que “1.500.000 libras esterlinas gastas no incentivo da reprodução sadia seriam mais proveitosas para a erradicação da tuberculose que a criação de um sanatório em cada aglomeração urbana”.<sup>18</sup> Eles tinham razão.

\* O movimento pelo controle da natalidade guardava relações estreitas com os argumentos eugenistas.

\*\* *Nature and nurture*, no original, (N. da T.)

O que tornou a eugenia “científica” foi justamente o surgimento da genética após 1900, que parecia sugerir a exclusão total das influências ambientais na hereditariedade e a determinação, por um único gene, da maioria ou de todas as características; isto é, que o cruzamento seletivo dos seres humanos segundo o processo mendeliano era possível. Seria pouco admissível argumentar que a genética cresceu devido às preocupações da eugenia, embora haja casos de cientistas que foram atraídos para a pesquisa sobre hereditariedade “como *consequência* de um compromisso anterior com a cultura-da-raça”, notadamente Sir Francis Galton e Karl Pearson.<sup>19</sup> Contudo, é possível demonstrar que as vinculações entre genética e eugenia eram estreitas no período 1900-1914 e que, tanto na Grã-Bretanha como nos EUA, as figuras de proa da ciência estavam associadas ao movimento, embora antes de 1914, pelo menos na Alemanha e nos EUA, a demarcação entre ciência e pseudociência racista não fosse nada clara.<sup>20</sup> Isso levou geneticistas sérios a sair das organizações de eugenistas comprometidos no período entre as duas guerras mundiais. O elemento “político” da genética fica evidenciado em todos os acontecimentos. O futuro prêmio Nobel H. J. Muller declararia em 1918: “Nunca me interessei pela genética como pura abstração, mas sempre devido a sua relação fundamental com o ser humano — suas características e meios de auto-aperfeiçoamento”.<sup>21</sup>

Se o desenvolvimento da genética deve ser situado no contexto da premente preocupação com problemas sociais aos quais a eugenia dizia oferecer soluções biológicas (por vezes alternativas às socialistas), o desenvolvimento da teoria evolucionista, na qual estava imbricada, também tinha uma dimensão política. O desenvolvimento da “sociobiologia” em anos recentes chamou mais uma vez a atenção sobre esse ponto. Essa dimensão ficara evidente desde o início da teoria da “seleção natural”, cujo modelo chave, a “luta pela sobrevivência”, fora basicamente derivado das ciências sociais (Malthus). Observadores da virada do século registraram uma “crise no darwinismo” que produziu várias especulações alternativas — o assim chamado “vitalismo”, o “neolamarckismo” (como era chamado em 1901) e outras. Isso se devia não apenas às dúvidas científicas sobre as formulações do darwinismo, que se tornara uma espécie de ortodoxia bioló-

gica na década de 1880, mas também a dúvidas quanto a suas implicações mais amplas. O acentuado entusiasmo dos social-democratas pelo darwinismo bastou para garantir que ele não seria discutido em termos exclusivamente científicos. Por outro lado, enquanto a tendência político-darwinista na Europa o via como um reforço para a perspectiva marxista, segundo a qual os processos evolucionistas na natureza e na sociedade ocorriam independente da vontade e da consciência dos homens — e todos os socialistas sabiam aonde esses processos inevitavelmente levariam — nos EUA o “darwinismo social” destacava a livre concorrência como lei fundamental da natureza, e o triunfo do mais apto (isto é, do homem de negócios bem-sucedido) sobre os menos aptos (isto é, os pobres). A sobrevivência do mais apto também podia ser indicada, e de fato assegurada, pela conquista das raças e povos inferiores ou pelas guerras contra Estados rivais (como sugeriu o general alemão Bernhardt em 1913 em seu livro *Germany and the Next War*).<sup>22</sup>

Tais temas sociais se inseriram nos debates dos próprios cientistas. Assim, os primeiros anos da genética foram atormentados por uma briga amarga e persistente entre mendelianos (mais influentes nos EUA e entre os experimentalistas) e os assim chamados biométricos (relativamente mais fortes na Grã-Bretanha e entre os estatísticos matematicamente avançados). Em 1900, as pesquisas de Mendel sobre as leis da hereditariedade, tanto tempo negligenciadas, foram simultânea e separadamente redescobertas em três países e propiciariam — contra a oposição biométrica — as bases da genética moderna, embora tenha sido sugerido que os biólogos de 1900 leram nos velhos relatórios sobre o cultivo de ervilhas uma teoria de determinantes genéticos que não passava pela cabeça de Mendel em seu jardim de mosteiro, em 1865. Os historiadores da ciência aduziram várias razões para esse debate, algumas delas com clara dimensão política.

A inovação mais importante que, junto com a genética mendeliana, restaurou um “darwinismo” marcadamente modificado em sua posição de teoria cientificamente ortodoxa da evolução biológica, foi a incorporação à teoria de Darwin de imprevisíveis e descontínuos “saltos”, bizarros e originais, em sua maioria inviáveis, mas tendo, ocasionalmente, vantagens

evolutivas potenciais sobre as quais operaria a seleção natural. Foram chamados de “mutações” por Hugo De Vries, um dos muitos redescobridores contemporâneos das esquecidas pesquisas de Mendel. O próprio De Vries tinha sido influenciado pelo mais importante mendeliano britânico e inventor da palavra “genética”, William Bateson, cujos estudos sobre a variação (1894) foram conduzidos “com especial atenção à descontinuidade na origem das espécies”. Contudo, continuidade e descontinuidade não eram apenas uma questão de cruzamento de plantas. O líder dos biométricos, Karl Pearson, rejeitou a descontinuidade até mesmo antes de se interessar pela biologia, pois “nenhuma grande reconstrução social, que beneficiasse de modo permanente qualquer classe da comunidade, jamais foi feita através de uma revolução... o progresso humano, como o da natureza, nunca dá saltos”.<sup>23</sup>

Bateson, seu grande antagonista, estava longe de ser um revolucionário. Entretanto, se há algo claro sobre as idéias desse curioso personagem, é seu desgosto pela sociedade existente (fora a Universidade de Cambridge, que ele queria preservar contra qualquer reforma, salvo a admissão de mulheres), seu ódio pelo capitalismo industrial e pelo “sórdido lucro de lojista” e sua nostalgia de um passado feudal orgânico. Em suma, tanto para Pearson como para Bateson, a variabilidade das espécies era uma questão de ideologia tanto quanto de ciência. É inútil, e de fato costuma ser impossível, tentar um paralelo entre teorias científicas específicas e posições políticas específicas, ainda menos em áreas que, como a “evolução”, se prestam a uma gama de diferentes metáforas ideológicas. É quase tão inútil quanto analisá-las em termos da classe social dos cientistas, pois praticamente todos eles eram, nesse período, quase por definição, profissionais liberais de classe média. Contudo, a política, a ideologia e a ciência são aspectos inseparáveis em áreas como a biologia, pois suas vinculações são por demais óbvias.

Apesar de os físicos teóricos e mesmo os matemáticos serem também seres humanos, essas ligações em seu caso não são óbvias. Influências políticas conscientes ou inconscientes podem ser lidas em seus debates, mas não com muito proveito. O imperialismo e o surgimento dos movimentos de massa trabalhistas podem ajudar a elucidar questões de biologia, mas difi-

cilmente terão a mesma utilidade em lógica simbólica ou teoria quântica. Os acontecimentos do mundo exterior aos seus estudos não eram, entre 1875 e 1914, catastróficos a ponto de intervir diretamente em seus trabalhos — como seria o caso após 1914 e como pode ter sido no fim do século XVIII, início do XIX. As revoluções no mundo do intelecto nesse período dificilmente poderiam ser derivadas por analogia das revoluções externas à ciência. No entanto, todos os historiadores ficam surpresos com o fato de a transformação revolucionária na visão de mundo científica naqueles anos estar inserida em um abandono mais geral e dramático dos valores, verdades e maneiras estabelecidos e longamente aceitos de encarar o mundo e estruturá-lo conceitualmente. Pode ser puro acaso, ou escolha arbitrária, que a teoria quântica de Planck, a redescoberta de Mendel, as *Logische Untersuchungen* de Husserl, a *Interpretação dos Sonhos* de Freud e a *Natureza Morta com Cebolas* de Cézanne possam todos ser datados de 1900 — como teria sido possível inaugurar o novo século com a *Química Inorgânica* de Ostwald, a *Tosca* de Puccini, a primeira novela *Claudine* de Colette e *L'Aiglon* de Rostand — mas a coincidência de inovações dramáticas em diversas áreas não deixa de ser impressionante.

Uma pista da transformação já foi sugerida. Era mais negativa que positiva, na medida em que substituíra o que fora considerado, com ou sem razão, como uma visão científica de mundo coerente e potencialmente abrangente, onde razão e intuição não se contrapunham, por uma alternativa que não lhe era equivalente. Como vimos, os próprios teóricos estavam confusos e desorientados. Nem Planck nem Einstein estavam preparados para desistir do universo racional, causal e determinista para cuja destruição seus trabalhos tanto colaboraram. Planck era tão hostil ao neopositivismo de Ernst Mach como Lenin. Mach, por sua vez, embora sendo um dos raros primeiros céticos em relação ao universo físico dos cientistas do final do século XIX, seria igualmente cético quanto à teoria da relatividade.<sup>24</sup> O pequeno mundo da matemática, como vimos, estava dividido por batalhas sobre se a verdade matemática podia ser mais do que formal. Ao menos os números naturais e o tempo eram “reais”, pensava Brouwer. A verdade é que os próprios teóricos se viram confrontados com contradições que não podiam resol-

ver, pois nem os “paradoxos” (um eufemismo para contradições), que os lógicos simbólicos tanto se empenharam em superar, não foram satisfatoriamente eliminados — nem sequer pelo monumental trabalho de Russell e Whitehead, os *Principia Mathematica* (1910-1913), como o primeiro admitiria. A solução menos perturbadora era refugiar-se naquele neopositivismo que se tornaria o que há de mais próximo a uma filosofia da ciência aceita no século XX. A corrente neopositivista que surgiu no final do século XIX, com autores como Duhem, Mach, Pearson e o químico Ostwald, não deve ser confundida com o positivismo que dominou as ciências naturais e sociais antes da nova revolução científica. Aquele positivismo acreditava que podia fundamentar a visão coerente de mundo, que estava prestes a ser questionada, em verdadeiras teorias baseadas na experiência testada e sistematizada das ciências (idealmente experimentais), isto é, nos “fatos” da natureza tal como descobertos pelo método científico. Por seu lado, as ciências “positivas”, ao contrário da especulação indisciplinada da teologia e da metafísica, propiciariam uma base sólida ao direito, à política, à moralidade e à religião — em suma, às maneiras de o ser humano viver em sociedade e articular suas esperanças para o futuro.

Críticos não científicos, como Husserl, ressaltaram que “a exclusividade com que a totalidade da visão de mundo do homem moderno se deixou, na segunda metade do século XIX, ser determinada pelas ciências positivas e ofuscada pela ‘prosperidade’ que estas produziram significou um afastamento descuidado das questões que eram decisivas para uma verdadeira humanidade”.<sup>25</sup> Os neopositivistas se concentraram nas deficiências conceituais das próprias ciências positivas. Confrontados com teorias científicas que, sendo agora consideradas inadequadas, poderiam também ser vistas como um “constrangimento da linguagem e deformação das definições”;<sup>26</sup> e com modelos representativos (como o “átomo bola de bilhar”) insatisfatórios, eles escolheram duas vias interligadas por onde escapar à dificuldade. Por um lado propuseram uma reconstrução da ciência a partir de uma base estritamente empirista e até fenomenalista, e, por outro lado, uma rigorosa formalização e axiomatização das bases da ciência. Isso eliminava especulações sobre as relações entre o “mundo real” e nossa interpretação dele, isto é, sobre a “ver-



dade" como distinta da consistência interna e utilidade das proposições, sem interferir na prática real da ciência. As teorias científicas, como disse peremptoriamente Henri Poincaré, "nunca eram verdadeiras nem falsas", mas apenas úteis.

Foi sugerido que a emergência do neopositivismo no final do século viabilizou a revolução científica, ao propiciar uma transformação das idéias físicas sem qualquer preocupação com as concepções anteriores de universo, causalidade e leis naturais. Isso significa, apesar da admiração de Einstein por Mach, tanto dar crédito excessivo aos filósofos da ciência — inclusive àqueles que dizem aos cientistas que não se incomodem com a filosofia — como subestimar a crise, bastante generalizada no período, das idéias aceitas no século XIX, da qual o agnosticismo neopositivista e o repensar da matemática e da física eram apenas aspectos. Para considerar essa transformação em seu contexto histórico global, é preciso encará-la como parte da crise generalizada. E se quisermos encontrar um denominador comum aos múltiplos aspectos dessa crise, que atingiu praticamente todos os setores de atividade intelectual, em graus diversos, este deve ser o fato de todos se defrontarem, depois dos anos 1870, com inesperados, imprevistos e muitas vezes incompreensíveis resultados do progresso. Ou, para ser mais preciso, com as contradições que este havia gerado.

Para usar uma metáfora adequada à Era do Capital, esperava-se que os trilhos de estradas de ferro construídos pela humanidade levassem a destinos que os viajantes podiam não conhecer, pois lá ainda não haviam chegado, mas sobre cuja existência e natureza geral não tinham dúvida. Do mesmo modo os viajantes à Lua, de Júlio Verne, não duvidavam da existência desse satélite ou de que, uma vez lá chegando, realmente saberiam o que restaria a ser descoberto por meio de uma inspeção mais detalhada do solo. O século XX podia ser predito, por extrapolação, como uma versão melhorada e mais esplêndida dos meados do século XIX. \* E, ainda assim, a paisagem imprevista, enigmática e perturbadora que os viajantes viam pela

\* Salvo na medida em que a segunda lei da termodinâmica predisse a morte do universo por congelamento, proporcionando assim uma base vitoriana adequada ao pessimismo.

janela do trem da humanidade, enquanto ele rumava sem hesitações para o futuro, seria realmente a do caminho que levava ao destino indicado em suas passagens? Não teriam tomado o trem errado? Pior: teriam tomado o trem certo que, de algum modo, os estava levando numa direção que eles não queriam nem da qual gostavam? Se fosse o caso, como tinha começado essa situação de pesadelo?

A história intelectual das décadas após 1875 é repleta de sentimento de expectativas não apenas logradas — "como era bela a República quando ainda tínhamos um imperador", como brincou o desiludido francês — mas que de certa forma estavam se transformando em seu oposto. Vimos esse sentimento de inversão perturbando tanto os ideólogos como os profissionais da política à época (ver cap. 4). Já o observamos no terreno da cultura, onde foi produzido um pequeno, mas pródigo gênero de cultura burguesa sobre o declínio e a queda da civilização moderna a partir dos anos 1880. *Degeneration*, do futuro sionista Max Nordau (1893), é um bom exemplo, adequadamente histórico. Nietzsche, o eloqüente e ameaçador profeta de uma catástrofe iminente, cuja natureza exata ele não definiu muito bem, expressa melhor que ninguém essa crise das expectativas. Seu próprio modo de exposição literária, uma sucessão de aforismos poéticos e proféticos contendo intuições visionárias e verdades não discutidas, parecia contraditório com o discurso filosófico racionalista próprio para a construção de sistemas, com o qual ele dizia operar. Seus admiradores entusiásticos se multiplicaram entre os jovens (do sexo masculino) de classe média a partir de 1890.

Para Nietzsche, a decadência da vanguarda, o pessimismo e o niilismo dos anos 1880 eram mais que uma moda. Eram o "resultado final lógico de nossos grandes valores e ideais".<sup>27</sup> As ciências naturais, dizia ele, produziram sua própria desintegração interna, seus próprios inimigos, uma anticência. As conseqüências das modalidades de pensamento aceitas pela política e pela economia do século XIX eram niilistas.<sup>28</sup> A cultura da época estava ameaçada por seus próprios produtos culturais. A democracia produziu o socialismo, a submersão fatal do gênio pela mediocridade, da força pela fraqueza — uma tecla em que também os eugenistas bateram, contudo de modo mais prosaico

e positivista. Assim sendo, não seria essencial rever todos esses valores e ideais, e o sistema de idéias de que eles faziam parte, já que de qualquer modo estava ocorrendo uma "reavaliação de todos os valores"? Tais reflexões foram se multiplicando à medida que o velho século ia chegando ao fim. A única ideologia de peso que continuou firmemente ligada à idéia de ciência, razão e progresso do século XIX foi o marxismo, não afetado pela desilusão em relação ao presente porque esperava ansiosamente o futuro triunfo justamente daquelas "massas" cuja irrupção causou tanto desconforto aos pensadores de classe média.

As próprias questões científicas desenvolvidas, que quebraram os moldes das explicações estabelecidas, faziam parte desse processo geral de expectativas transformadas e invertidas que é encontrado, à época, em todos os lugares onde homens e mulheres, em sua vida pública ou privada, enfrentaram o presente e o compararam às suas próprias expectativas ou às de seus pais. Será lícito supor que em tal ambiente os pensadores pudessem estar mais dispostos que em outras épocas a questionar os caminhos estabelecidos do intelecto, a pensar, ou ao menos a ponderar, o que até então era impensável? Ao contrário do início do século XIX, as revoluções cujos ecos podiam em certo sentido ser encontrados nos produtos da mente não estavam ocorrendo de fato, mas antes deveriam ser esperadas. Estavam implícitas na crise de um mundo burguês que simplesmente não podia mais ser compreendido em seus velhos e mesmos termos. Olhar o mundo de outro modo, mudar o próprio ponto de vista não era apenas mais fácil. Foi o que, de uma forma ou de outra, a maioria das pessoas de fato teve que fazer em suas vidas.

Entretanto, essa sensação de crise intelectual era um fenômeno estritamente minoritário. Entre os que tinham formação científica, imagina-se que essa sensação ficou restrita a poucas pessoas diretamente envolvidas com a falência da maneira de encarar o mundo do século XIX, e dentre elas nem todas o sentiram agudamente. Os dados envolvidos eram exíguos, pois mesmo onde a formação científica se expandira dramaticamente — como na Alemanha, onde o número de estudantes de ciências se multiplicou por oito entre 1880 e 1910 — eles ainda eram da ordem dos milhares e não de dezenas de milhares.<sup>29</sup> E a

maioria deles se dirigia à indústria ou a atividades docentes bastante rotineiras, onde era pouco provável que se preocupassem muito com a falência da imagem estabelecida do universo. (Um terço dos diplomados em ciência na Grã-Bretanha em 1907-1910 se dedicavam basicamente ao ensino de primeiro e segundo graus.)<sup>30</sup> A posição dos químicos, de longe o maior corpo de cientistas profissionais da época, ainda era marginal à nova revolução científica. Os que sentiram diretamente o terremoto intelectual foram os matemáticos e os físicos, cujo número sequer ainda aumentava muito depressa. Em 1910, as Sociedades de Física da Alemanha e da Grã-Bretanha, juntas, tinham apenas cerca de 700 membros, contra mais de dez vezes esse número nas sociedades associadas de química de ambos os países.<sup>31</sup>

Ademais, a ciência moderna, até em sua aceção mais ampla, continuou restrita a uma comunidade geograficamente concentrada. A distribuição dos novos prêmios Nobel mostra que suas maiores realizações ainda ficavam agrupadas na região tradicional do avanço científico, o centro e o nordeste da Europa. Dos primeiros 76 ganhadores do prêmio Nobel,<sup>32</sup> só dez não eram da Alemanha, Grã-Bretanha, França, Escandinávia, Países Baixos, Áustria-Hungria ou Suíça. Apenas três eram mediterrâneos, dois da Rússia e três da comunidade científica dos EUA, em crescimento acelerado porém ainda secundário. Os demais cientistas e matemáticos não europeus se destacavam — por vezes com brilho, como o físico neozelandês Ernest Rutherford — sobretudo através de seu trabalho na Grã-Bretanha. Na verdade, a comunidade científica estava ainda mais concentrada do que esses próprios dados indicam. Mais de 60% de todos os laureados com prêmios Nobel vinham de centros científicos da Alemanha, Grã-Bretanha e França.

Uma vez mais, os intelectuais ocidentais que tentaram elaborar alternativas ao liberalismo do século XIX, a juventude burguesa culta que acolheu Nietzsche e o irracionalismo, constituíam ínfimas minorias. Seus porta-vozes contavam-se a poucas dúzias, seu público era composto essencialmente das novas gerações dos educados nas universidades, que eram, fora dos EUA, uma elite minúscula. Em 1913, havia 14 mil estudantes universitários na Bélgica e na Holanda, para uma população total de 13-14 milhões de habitantes; 11.400 na Escandinávia (fora a

dade" como distinta da consistência interna e utilidade das proposições, sem interferir na prática real da ciência. As teorias científicas, como disse peremptoriamente Henri Poincaré, "nunca eram verdadeiras nem falsas", mas apenas úteis.

Foi sugerido que a emergência do neopositivismo no final do século viabilizou a revolução científica, ao propiciar uma transformação das idéias físicas sem qualquer preocupação com as concepções anteriores de universo, causalidade e leis naturais. Isso significa, apesar da admiração de Einstein por Mach, tanto dar crédito excessivo aos filósofos da ciência — inclusive àqueles que dizem aos cientistas que não se incomodem com a filosofia — como subestimar a crise, bastante generalizada no período, das idéias aceitas no século XIX, da qual o agnosticismo neopositivista e o repensar da matemática e da física eram apenas aspectos. Para considerar essa transformação em seu contexto histórico global, é preciso encará-la como parte da crise generalizada. E se quisermos encontrar um denominador comum aos múltiplos aspectos dessa crise, que atingiu praticamente todos os setores de atividade intelectual, em graus diversos, este deve ser o fato de todos se defrontarem, depois dos anos 1870, com inesperados, imprevistos e muitas vezes incompreensíveis resultados do progresso. Ou, para ser mais preciso, com as contradições que este havia gerado.

Para usar uma metáfora adequada à Era do Capital, esperava-se que os trilhos de estradas de ferro construídos pela humanidade levassem a destinos que os viajantes podiam não conhecer, pois lá ainda não haviam chegado, mas sobre cuja existência e natureza geral não tinham dúvida. Do mesmo modo os viajantes à Lua, de Júlio Verne, não duvidavam da existência desse satélite ou de que, uma vez lá chegando, realmente saberiam o que restaria a ser descoberto por meio de uma inspeção mais detalhada do solo. O século XX podia ser predito, por extrapolação, como uma versão melhorada e mais esplêndida dos meados do século XIX. \* E, ainda assim, a paisagem imprevisível, enigmática e perturbadora que os viajantes viam pela

\* Salvo na medida em que a segunda lei da termodinâmica predisse a morte do universo por congelamento, proporcionando assim uma base vitoriana adequada ao pessimismo.

janela do trem da humanidade, enquanto ele rumava sem hesitações para o futuro, seria realmente a do caminho que levava ao destino indicado em suas passagens? Não teriam tomado o trem errado? Pior: teriam tomado o trem certo que, de algum modo, os estava levando numa direção que eles não queriam nem da qual gostavam? Se fosse o caso, como tinha começado essa situação de pesadelo?

A história intelectual das décadas após 1875 é repleta do sentimento de expectativas não apenas logradas — "como era bela a República quando ainda tínhamos um imperador", como brincou o desiludido francês — mas que de certa forma estavam se transformando em seu oposto. Vimos esse sentimento de inversão perturbando tanto os ideólogos como os profissionais da política à época (ver cap. 4). Já o observamos no terreno da cultura, onde foi produzido um pequeno, mas pródigo gênero de cultura burguesa sobre o declínio e a queda da civilização moderna a partir dos anos 1880. *Degeneration*, do futuro sionista Max Nordau (1893), é um bom exemplo, adequadamente histórico. Nietzsche, o eloqüente e ameaçador profeta de uma catástrofe iminente, cuja natureza exata ele não definiu muito bem, expressa melhor que ninguém essa crise das expectativas. Seu próprio modo de exposição literária, uma sucessão de aforismos poéticos e proféticos contendo intuições visionárias e verdades não discutidas, parecia contraditório com o discurso filosófico racionalista próprio para a construção de sistemas, com o qual ele dizia operar. Seus admiradores entusiásticos se multiplicaram entre os jovens (do sexo masculino) de classe média a partir de 1890.

Para Nietzsche, a decadência da vanguarda, o pessimismo e o niilismo dos anos 1880 eram mais que uma moda. Eram o "resultado final lógico de nossos grandes valores e ideais".<sup>27</sup> As ciências naturais, dizia ele, produziram sua própria desintegração interna, seus próprios inimigos, uma anti-ciência. As conseqüências das modalidades de pensamento aceitas pela política e pela economia do século XIX eram niilistas.<sup>28</sup> A cultura da época estava ameaçada por seus próprios produtos culturais. A democracia produziu o socialismo, a submersão fatal do gênio pela mediocridade, da força pela fraqueza — uma tecla em que também os eugenistas bateram, contudo de modo mais prosaico