

DANIEL BELL

O ADVENTO DA SOCIEDADE PÓS-INDUSTRIAL

uma tentativa de previsão social

Tradução de
HELOYSA DE LIMA DANTAS



EDITORA CULTRIX

SÃO PAULO

O ADVENTO DA SOCIEDADE PÓS-INDUSTRIAL

Daniel Bell

A expressão "sociedade pós-industrial" foi cunhada por Daniel Bell, professor de Sociologia da Universidade de Harvard, para designar as novas estruturas que se desenvolvem no interior das sociedades modernas da segunda metade do século XX. Tal expressão logo se incorporou à linguagem do pensamento social e neste livro realmente notável o Prof. Bell documenta o conceito por ela designado, explicando-lhe todo o alcance. Identifica ele, primeiramente, as duradouras e significativas modificações que estão ocorrendo na economia, na estrutura de classes e nas instituições políticas da sociedade industrial de hoje, para ressaltar, como sua característica mais marcante, o novo princípio de "codificação do conhecimento teórico", responsável pela nova "sociedade do conhecimento" que ora emerge do antigo capitalismo das grandes corporações. À luz desse princípio, chama ele a atenção do leitor para os novos e complicados padrões de compromisso e de conflito entre os tecnocratas, a elite administrativa, os militares, os políticos e os líderes operários, que caracterizam a sociedade mutável. Ao propor aqui uma nova e ampla teoria do desenvolvimento social, o Prof. Daniel Bell mostra que podemos fazer previsões significativas acerca do futuro da sociedade moderna desde que, superando as concepções inadequadas ainda um curso de "mudança social" e "planejamento social", cuidemos de compreender plenamente a situação atual dessa sociedade e das tendências que nela se manifestam.

EDITORA CULTRIX

SUMÁRIO

<i>Prefácio</i>	9
<i>Introdução</i>	15
1 — Da Sociedade Industrial à Pós-Industrial: Teorias Sobre o Desenvolvimento	63
2 — Dos Bens aos Serviços: A Transformação da Forma da Economia	143
3 — As Dimensões do Conhecimento e da Tecnologia: A Nova Estrutura de Classes da Sociedade	191
4 — A Subordinação da Sociedade Anônima: A Tensão Entre os Modelos da Economia e os da Sociologia	302
5 — A Escolha e o Planejamento Social: A Adequação de Nossos Conceitos e Instrumentos	336
6 — "Quem Governará?" Políticos e Tecnocratas na Sociedade Pós-Industrial	377
 <i>Apêndice</i>	
1. Como se Modificam os Sistemas Sociais	406
2. O Futuro da Ciência	415
3. Meritocracia e Igualdade	448
4. O Fim da Escassez?	504
5. Cultura e Consciência	526

pós-Meiji, ou mesmo na Inglaterra de hoje). Ou a família, outrora a instituição social primordial, combinando as funções econômicas, recreativas, de beneficência e outras, se fracionava, o que resultava numa separação entre a família e o sistema ocupacional, de modo que as terras da família, os negócios da família ou o comércio da família começaram a erodir-se.

Na sociedade industrial contemporânea, foram as instituições econômicas que apresentaram a forma mais acentuada de diferenciação interna. Quando firmas e comunidades que eram essencialmente semelhantes começaram a se defrontar, surgiu a competição e uma "exacerbada luta pela existência". No passado, essa competição levava frequentemente — na verdade era a causa principal — a guerras entre comunidades. Na sociedade contemporânea, graças às possibilidades de desenvolvimento econômico através da produtividade, mais do que através da exploração ou da pilhagem, essa competição tem levado a uma divisão do trabalho e a relacionamentos interdependentes. A fim de enfrentar a competição, ou para evitar ser dominado por ela, as unidades sociais passaram a se especializar (regiões, cidades, firmas) a fim de estreitar o âmbito de suas atividades e de se completarem umas às outras. Tal como, por exemplo, o complexo processo do fornecimento de bens a mercados cada vez maiores forçou a divisão do comércio em componentes de atacado e varejo, assim processos similares de diferenciação atuavam na especialização dos empregos que acompanhava o desenvolvimento da Economia, e das firmas, como um todo. Assim como se observava uma diferenciação entre a propriedade e a gerência, também se verificou uma diferenciação nas tarefas da administração, de modo que a produção, as finanças, as compras e vendas, as pesquisas, o pessoal, e assim por diante, tornaram-se objeto de novas vocações profissionalizadas.⁵

Mas o que havia sido uma característica tão acentuada e tão universal da vida econômica começa agora a surgir nas estruturas, outrora simples, da vida educacional e intelectual. O desenvolvimento de uma universidade, que passa de 5 000 para 50 000 alunos, não constitui, evidentemente, apenas um aumento linear de tamanho, mas sim uma elevação igualmente maciça em sua estrutura. Onde, no passado (o que ainda acontece até certo ponto em algumas faculdades de Oxford e Cambridge), se podia encontrar a parte correspondente aos investimentos econômicos, à administração, às admissões e ao ensino nas mãos de um corpo acadêmico, encontra-se atualmente a complexa hierarquia de funcionários de uma empresa, administradores, reitores, diretores de institutos, encarregados de admissões, e profes-

5. Para uma análise do conceito de "diferenciação estrutural", consultar Talcott Parsons, "Some Reflections on the Institutional Framework of Economic Development", in *Structure and Process in Modern Societies* (Glencoe, Ill., 1960), pp. 98-132.

sores, coexistindo e se inter-relacionando numa burocracia nova e cheia de dificuldades. No interior das instituições científicas e das academias de pesquisas, observam-se os mesmos processos de diferenciação — e de tensão. Se existe alguma coisa que, neste sentido, distingue a segunda da primeira metade do século vinte, pode-se dizer que é o aumento da especialização das funções, do campo econômico ao intelectual.

Esses dois conceitos — o ritmo da mudança e a mudança de escala — são as idéias em torno das quais deve girar a discussão dos componentes centrais e estruturais da sociedade pós-industrial, as dimensões do conhecimento e da tecnologia.

AS DIMENSÕES DO CONHECIMENTO

DEFINIÇÃO DO CONHECIMENTO

Como fixar uma data para uma mudança social? Quando se pode identificar o início de um trauma? Com relação ao caráter do conhecimento, eu o situaria arbitrariamente no ano de 1788. O trauma: a incapacidade de dominar todo o conhecimento relevante de que se necessita. Como revela a Nota que serve de prefácio à 11.^a edição da *Encyclopaedia Britannica*: "As primeiras edições da *Encyclopaedia Britannica* (1745-1785)... como as suas predecessoras... haviam sido preparadas por um ou dois indivíduos, que ainda eram capazes de abranger todo o conhecimento humano compreendido em seu ramo. Foi com a Terceira Edição (1788) que se adotou pela primeira vez o plano de se valer da ciência de especialistas." Sabemos assim quando se fragmentou a unidade do conhecimento. Observe-se que o preparo da edição de 1967 envolveu 10 000 "reputados especialistas".

O que quer dizer 'conhecimento'? A palavra *encyclo-paedia* significa círculo completo, e o campo desta definição pode incluir tudo que é conhecido (registrado ou formulado). Atendendo aos propósitos deste capítulo, definirei o conhecimento como sendo *um conjunto de formulações organizadas de fatos ou idéias, apresentando uma opinião refletida ou algum resultado experimental, transmitidos a outras pessoas através de algum meio de comunicação e sob uma forma sistemática*. Estabeleço assim uma distinção entre conhecimento e informações ou distrações. O conhecimento consiste em novas opiniões (produtos da pesquisa e da escolarização) ou em novas apresentações de opiniões mais antigas (manuais e ensino).

Esta definição é mais ampla que certas tentativas filosóficas consagradas. Distinguiu assim Max Scheler três classes de conhecimento: *Herrschaftswissen*, *Bildungswissen* e *Erlösungswissen*, ou conhecimento visando à ação e ao controle, conhecimento visando à cultura não-material e conhecimento visando à salvação (segundo a tradução

de Fritz Machlup: conhecimento instrumental, conhecimento intelectual e conhecimento espiritual).

Mas a minha definição é mais estreita que a classificação compreensiva do próprio Machlup, o qual sustenta em *The Production and Distribution of Knowledge in the United States* que "uma interpretação objetiva relativa ao que é conhecido será menos satisfatória que uma interpretação subjetiva relacionada com o significado que a pessoa detentora do conhecimento atribui ao que é conhecido, isto é, quem sabe, por que e para quê".⁶ Utilizando então "o significado subjetivo do conhecido para o conhecedor como critério", Machlup distingue cinco tipos de conhecimento:

1. Conhecimento prático: útil para o trabalho do indivíduo, para suas decisões e ações; pode ser subdividido, segundo suas atividades, em: (a) Conhecimento profissional; (b) Conhecimento empresarial; (c) Conhecimento do operário; (d) Conhecimento doméstico; (e) Conhecimento do político; (f) Outros tipos de conhecimento prático.
2. Conhecimento intelectual: que satisfaz à curiosidade intelectual do homem, considerado como parte da educação liberal, do saber humanístico e científico, da cultura geral; adquirido via de regra na concentração ativa com uma apreciação da existência de problemas abertos e de valores culturais.
3. Conhecimento de passatempo e de conversas sem consequência: satisfazendo à curiosidade não-intelectual ou ao desejo de um entretenimento leve e de estimulação emocional, inclui as tagarelices locais, as notícias de crimes e acidentes, os romances leves, as histórias, piadas, jogos, etc.; adquirido, via de regra, durante o relaxamento passivo depois de atividades "sérias"; capaz de amortecer a sensibilidade.
4. Conhecimento espiritual: relacionado com o conhecimento religioso que a pessoa possa ter de Deus e das maneiras de salvar a própria alma.
5. Conhecimento involuntário: exterior aos interesses da pessoa, adquirido acidentalmente, retido sem nenhum objetivo.⁷

Robert Lane, que apresentou a concepção de uma "sociedade do conhecimento", busca estabelecer um fundamento epistemológico para a mesma. Tal como Machlup, Lane inclui tanto o "conhecido", como o "estado de conhecer", mas também procurará salientar a autoconsciência aumentada com relação à sociedade, proporcionada por esse conhecimento. Escreve Lane:

Como primeira abordagem de uma definição, sociedade instruída é aquela cujos membros, mais que os de outras sociedades: (a) investigam as bases de suas convicções a respeito do homem, da natureza e da sociedade; (b) são orientados (talvez inconscientemente) por padrões objetivos

6. Fritz Machlup, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States* (Princeton, N. J., 1962), p. 21.

7. *Ibid.*, pp. 21-22.

fielmente verídicos e, nos níveis de educação superior, obedecem a regras científicas de evidência e inferência na pesquisa; (c) consagram verbas consideráveis a essa pesquisa, acumulando assim amplos conhecimentos; (d) coletam, organizam e interpretam os seus conhecimentos, num constante empenho para extrair dos mesmos algum significado para propósitos imediatos; (e) usam esses conhecimentos para esclarecer (e talvez modificar) seus valores e metas, tanto quanto para lhes dar prosseguimento. Assim como a sociedade democrática fundamenta-se nas relações governamentais e interpessoais, e a "sociedade da abundância" se fundamenta na Economia, também a sociedade instruída vai deitar raízes na epistemologia e na lógica da pesquisa.⁸

Definições desta ordem não podem ser qualificadas de certas nem de erradas; são antes delimitações para o uso. Uma tentativa de lidar com a mudança generalizada das estruturas sociais deveria levar em conta as definições desse gênero. Entretanto, para fins de uma política social — a necessidade de determinar a atribuição dos recursos da sociedade para algum propósito específico de utilidade social — eu proporia uma definição restrita: Conhecimento é tudo o que chega a ser objetivamente conhecido, uma *propriedade intelectual*, associada a um nome ou grupo de nomes, e garantida por *copyright* ou por alguma outra forma de reconhecimento social (publicação, por ex.). Paga-se por este conhecimento — com o tempo consagrado a escrever e pesquisar; com a compensação monetária atribuída à comunicação e aos meios educacionais. Ele fica sujeito ao julgamento proferido pelo mercado, pelas decisões administrativas ou políticas de instâncias superiores ou equivalentes, que aquilatham o valor dos resultados, e às exigências que deles advirão quanto aos recursos da sociedade, sempre que surjam exigências deste tipo. Neste sentido, o conhecimento faz parte do investimento que a sociedade faz em suas despesas gerais; trata-se de uma formulação coerente, apresentada num livro, num artigo ou mesmo num programa de computador, redigida ou gravada num lugar qualquer para ser transmitida e sujeita a alguma avaliação aproximada. É inútil dizer que essa definição utilitarista deixa de lado as relevantes questões de uma "sociologia do conhecimento": a colocação social das idéias, suas interconexões, suas relações com alguma fundamentação estrutural, e outras do mesmo tipo. Toda avaliação do caráter específico de setores particulares do conhecimento deveria, evidentemente, levantar esses problemas, que, entretanto, continuam fora dos meus intuítos atuais.⁹

8. Robert E. Lane, "The Decline of Politics and Ideology in a Knowledgeable Society" *American Sociological Review*, vol. 21, n.º 5, (outubro de 1966), p. 650.

9. Quanto a um paradigma geral que apresente os tipos de questões a que teria de fornecer respostas uma Sociologia do conhecimento, consultar Robert K. Merton, "The Sociology of Knowledge", in *Social Theory and Social Structure*, ed. rev. (Glencoe, Ill., 1957), esp. pp. 460-461.

Padrões de desenvolvimento. Habituaamo-nos, nestes últimos anos, à afirmação de que a "quantidade" de conhecimento vem crescendo segundo uma taxa exponencial. A primeira avaliação aproximativa — a primeira advertência referente ao desenvolvimento do conhecimento, prestes a se transformar num problema de armazenamento e de recuperação — ocorreu em 1944, quando Fremont Rider, bibliotecário da Wesleyan University, calculou que as bibliotecas de pesquisa americanas estavam, em média, dobrando de tamanho de dezesseis em dezesseis anos. Analisando os casos de dez faculdades representativas, Rider demonstrou que entre 1831 (quando a biblioteca de cada faculdade possuía em média cerca de 7 000 volumes), e 1938, seus conteúdos haviam dobrado a cada vinte e dois anos; examinando os dados de crescimento comparativos das maiores universidades americanas a partir de 1831, o ritmo da duplicação passava para dezesseis anos, aproximadamente.¹⁰ Rider tomou Yale como exemplo do que seria no futuro esse problema:

Ao que parece, durante a primeira parte do século XVIII, a biblioteca de Yale possuía, aproximadamente, cerca de 1 000 volumes. Se, a partir desse número inicial, ela o tivesse dobrado a cada dezesseis anos, teria atingido em 1938 cerca de 2 600 000 volumes. Na realidade, em 1938 essa biblioteca possuía 2 748 000 volumes, isto é, uma correspondência espantosamente vizinha do índice-"padrão" de crescimento... Bastam uns poucos minutos de computação para descobrir que, em 1849, a biblioteca da Universidade de Yale ocupava prateleiras que se estendiam por 1¼ milha e que seu fichário — se é que tinha então um fichário — teria ocupado aproximadamente 160 gavetas para fichas. Em 1938, seus 2 748 000 volumes ocupavam talvez oitenta milhas de prateleiras e seus fichários, de todos os tipos, em todas as situações, deve ter ocupado um total de cerca de dez mil gavetas. Para o seu atendimento, esta biblioteca exigia em 1938 um pessoal composto de mais de duzentos empregados, metade dos quais, provavelmente, eram catalogadores.¹¹

Rider se pôs a especular — de maneira bastante extravagante, segundo pareceu na ocasião — o que aconteceria se a biblioteca de Yale continuasse a crescer "seguindo um ritmo não mais acelerado que os mais conservadores" que têm presidido ao aumento do conteúdo das bibliotecas. Calculou ele que, em 2040, a biblioteca de Yale conteria

aproximadamente 200 000 000 de volumes, que ocupariam mais de 6 000 milhas de prateleiras. O arquivo de suas fichas — se é que ainda teria fichários nessa época — consistiria em quase três quartos de milhão de

10. Fremont Rider, *The Scholar and the Future of the Research Library* (Nova Iorque, 1944).

11. *Ibid.*, pp. 11-12.

gavetas, que ocupariam por sua vez nada menos que uma superfície de oito acres. Chegariam novos materiais a uma razão de 12 000 000 de volumes por ano; e a catalogação dos mesmos exigiria um pessoal composto de mais de seis mil empregados.¹²

As descobertas de Rider com relação ao crescimento das bibliotecas americanas de pesquisa foram generalizadas por Derek Price de modo a incluir quase todo o campo do conhecimento científico. Em *Science Since Babylon*, primeiro livro por ele publicado para tratar desse problema,¹³ Price procurou traçar o desenvolvimento da revista científica e do jornal erudito, considerados como os ponteiros principais do saber. Essas duas publicações constituíram as novidades da revolução científica do fim do século XVII. Foram responsáveis pela comunicação relativamente rápida de novas concepções ao círculo crescente de pessoas interessadas na Ciência. Dentre as revistas sobreviventes, a mais antiga era a *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, publicada pela primeira vez em 1665, seguida de três ou quatro revistas semelhantes, publicadas por outras academias nacionais européias. Daí por diante, foi aumentando o número de publicações, até alcançar um total de cerca de uma centena no início do século XIX, um milhar em meados desse século e 10 000 aproximadamente em 1900. Concluiu Price:

Se fizermos uma conta... ao longo do tempo, a partir de 1665 até os dias atuais, torna-se desde logo evidente que o enorme crescimento populacional dos periódicos científicos passou da ordem da unidade para a da centena de milhar, com uma regularidade extraordinária, raramente vista em qualquer estatística natural ou elaborada pelo homem. Pode-se notar, com extrema precisão, que o número foi multiplicado por dez de cinquenta em cinquenta anos a partir de 1750, quando havia cerca de dez revistas científicas em todo o mundo.¹⁴

Em publicações subsequentes, Price defendeu a idéia da contagem das revistas como elemento de grande importância para indicar o conhecimento científico. Ele escreveu num ensaio publicado em 1965:

Para o próprio cientista, a publicação representa um arquivo da Literatura, misteriosamente poderoso, eterno e aberto, no qual ele vai lendo as suas descobertas. Somente em algumas instâncias, muito raras e especiais, torna-se necessário considerar um trabalho científico puro no qual não

12. *Ibid.* Nada disto leva em conta, evidentemente, a substituição dos livros por cartões de microfichas. Este é, porém, um problema de armazenamento, não de aumento do conhecimento.

13. Derek Price, *Science Since Babylon* (New Haven, 1961). Sua primeira publicação sobre o assunto foi nos *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, n.º 14 (1951). O texto foi ampliado e republicado sob uma forma mais postular em *Discovery* (Londres, junho de 1956).

14. Derek Price, *Science Since Babylon*, *op. cit.*, p. 96.

exista nenhum remanescente de literatura. Incluiríamos aí os casos patológicos, como o de Henry Cavendish, que pesquisou com afinco sem ter entretanto publicado a totalidade de suas descobertas, que, por conseguinte, ficaram perdidas durante um século, até serem desenterradas por Clerk Maxwell, alguns anos depois que seus inestimáveis resultados haviam sido descobertos independentemente por outros indivíduos. Um trabalho não-publicado, como neste caso, ou um trabalho suprimido e não-publicado, por representar um segredo de Estado, constituirá uma contribuição à Ciência? De um modo geral, parece-me bastante justo dizer que não. A Ciência não é Ciência quando falta a comunicação!...

Nossa definição sustenta, portanto, que Ciência é o que é publicado em revistas científicas, em jornais, comunicados e livros. Em suma: é o que vem expresso numa literatura. Muito convenientemente, essa literatura é bem mais fácil de definir, delimitar e contar que qualquer outra coisa com que possamos tratar. Em virtude da centralidade de sua função para os cientistas, ela vem sendo submetida a séculos de sistematização, por meio de índices, classificações, revistas de sistemas, de sumários de recuperação... Toda essa literatura pode ser e, na realidade, em inúmeros casos, tem sido contada, classificada e acompanhada ao longo dos anos como uma série temporal. O principal componente da Literatura de Pesquisa, por exemplo, pode ser definido como sendo os ensaios publicados nos periódicos científicos incluídos na *World List of Scientific Periodicals* — instrumento com que estão familiarizados todos os bibliotecários para referências.¹⁵

Por volta de 1830, quando a publicação, em todo o mundo, de aproximadamente trezentas revistas tornou evidente que o homem de Ciências, culto, já não poderia manter-se a par dos novos conhecimentos, surgiu um novo recurso, a revista de sumários, que resumia todos os artigos de modo que o interessado pudesse escolher o que iria consultar a fundo. Mas, como observa Price, o número de revistas de sumários também cresceu, acompanhando a mesma trajetória, multiplicando-se por dez a cada meio século. Assim, por volta de 1950, o número de tais revistas atingira à "magnitude crítica" de cerca de trezentas.

Price procurou extrair desses números uma "lei de crescimento exponencial". A seu ver, a conclusão mais digna de nota é a de que o número de publicações novas cresceu exponencialmente, e não linearmente. "A constante envolvida é, na verdade, cerca de quinze anos para dobrar, correspondendo a uma multiplicação por dez em cinquenta anos e por mil num século e meio..."

Se isto for verdade, é notável que não somente observemos esse rápido desenvolvimento, mas também que essa curva em particular seja exponencial, consequência matemática de que há uma quantidade que cresce de tal forma que, quanto maior, mais rapidamente há de

15. Derek Price, "The Science of Science", in *New Views of the Nature of Man*, John R. Platt, org. (Chicago, 1965), pp. 47-70, esp. 58-59.

crescer. "Por que será" pergunta Price, "que as revistas parecem gerar mais revistas, num ritmo proporcional à sua população numa determinada época, e não seguindo um ritmo constante em particular?" Deve-se concluir, afirma ele, "que existe algo relacionado com as descobertas científicas ou com os jornais, através dos quais elas são divulgadas, que as leva a agir desta maneira. E como se todo avanço gerasse uma nova série de avanços, seguindo um ritmo de aparecimento razoavelmente constante, de modo que o número de aparecimentos é estritamente proporcional ao número de descobertas existentes em cada época determinada".¹⁶

Esta "lei de crescimento exponencial", que se aplica ao número de revistas científicas, é igualmente "obedecida", afirma Price, pelo número real de ensaios científicos nessas revistas. Considerando os ensaios registrados nas *Physics Abstracts* de 1918 até os dias atuais, diz ele que o número total acompanhou uma curva exponencial, cuja exatidão não apresenta uma variação superior a 1% do total. No início da década de 1960, havia cerca de 180 000 ensaios de Física registrados nesses volumes, e esse número tem dobrado regularmente, segundo um ritmo ainda mais rápido que o de outrora, de quinze em quinze anos. Tomando como base as aproximadamente trinta análises deste tipo elaboradas a partir de 1951, Price chega a concluir que "parece acima de qualquer dúvida razoável que a literatura em todo campo científico normal e em desenvolvimento aumenta exponencialmente, dobrando a intervalos de cerca de dez a quinze anos".¹⁷

Um estudo posterior a respeito das publicações matemáticas, elaborado por Kenneth O. May,¹⁸ confirma o padrão geral delineado por Price para a Física, observando porém que "o ritmo de crescimento para a Matemática é somente metade do encontrado por Price". Os intervalos de duplicação apontados por Price "correspondem a um aumento anual de cerca de 7 a 5%, ao passo que nós encontramos, para a Matemática, um aumento anual de cerca de 2,5% e uma duplicação a cada 28 anos, mais ou menos".

Essa diferença decorre da escolha do ponto de partida. Como observa May: "Antes de saltar para a conclusão de que a Matemática apresenta um ritmo de desenvolvimento diferente do das outras ciências, observe-se que, embora Price fale em "literatura", como se se estivesse referindo a toda a literatura, seus dados referem-se na realidade à literatura em cada campo depois de uma determinada época, em cada caso, o início de um trabalho de teorização: 1900 para a Física, 1908 para a Química, 1927 para a Biologia e 1940 para a Matemática."

16. Derek Price, *Science Since Babylon*, op. cit., pp. 100-101.

17. *Ibid.*, p. 102n.

18. Kenneth O. May, "Quantitative Growth of the Mathematical Literature", *Science*, vol. 154 (30 de dezembro de 1966), pp. 1672-1673.

Em sua pesquisa, o Professor May remontou a 1868, ao *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik*, acompanhando o curso do desenvolvimento durante os anos de 1940 e 1941, até 1965, nas *Mathematical Reviews*. Ele observa igualmente que, na Matemática, ignorando sucessivamente a literatura anterior a 1900, a 1920 e a 1940, seria possível realizar uma série de curvas de desenvolvimento semelhantes às maiores descobertas de Price. "Parece provável", conclui May, "que se Price e outros tivessem levado em consideração a literatura anterior às suas séries estatísticas, teriam obtido taxas de crescimento substancialmente mais baixas. Esta análise confirma a suposição de que a literatura científica referente a todos os campos vem-se acumulando num índice de 2,5% ao ano, duplicando cerca de quatro vezes em cada século".

Limites do crescimento. Todo desenvolvimento exponencial deve a certa altura nivelar-se, sob pena de atingir um ponto absurdo. Os algarismos divulgados com referência à indústria da eletricidade, por exemplo, indicam que, se começarmos com um único indivíduo, por volta de 1750 — a época das experiências de Franklin com o raio — o crescimento exponencial nos levaria a duzentos mil empregados em 1925, a precisamente um milhão em 1955 e, mantendo-se este ritmo, toda a população ativa estaria empregada neste setor quando chegasse o ano de 1990.¹⁹ Num determinado ponto, ocorre necessariamente uma saturação e um nivelamento. Na avaliação do desenvolvimento do saber, assim como em outros setores que revelaram padrões similares, os problemas giram em torno da definição deste estado de saturação e do cálculo da data de sua ocorrência.

O padrão exponencial que tem sido descrito, a aproximação de um certo teto, é uma sigmóide, ou curva $\mathcal{S}$, na qual o índice acima e abaixo da mediana é com frequência bastante simétrico. Por isto, ele se presta com facilidade a predições, visto admitir-se que o índice acima do ponto mediano equilibrar-se-á com o de baixo, para depois nivelar-se. Na realidade, a beleza desta curva é que induziu muitos estatísticos a quase acreditar que ela representa a "pedra filosofal" para o traçado do comportamento humano.

O fenômeno da saturação, aplicado a uma lei geral da população humana, foi proposto pela primeira vez, durante a década de 1830, pelo estatístico Adolphe Quetelet, o formulador da Física Social, em suas reflexões sobre Malthus. Uma população típica aumenta lentamente a partir de um mínimo assintótico, multiplica-se rapidamente e encaminha-se lentamente para um máximo assintótico mal definido, passando a curva por um ponto de inflexão para adquirir a forma $\hookleftarrow$. Em 1838, um matemático, colega de Quetelet, P. F. Verhulst,

19. O exemplo foi colhido em Derek Price, *Science Since Babylon*, op. cit., p. 108.

procurou dar uma forma matemática a essas mesmas conclusões gerais, a fim de descobrir uma "*fonction retardatrice*", que transformaria a curva malthusiana de progressão geométrica numa curva $\surd$, ou como disse ele, numa curva logística, que constituiria a verdadeira "lei da população" e indicaria o limite acima do qual a população, provavelmente, deixaria de crescer.²⁰

Verhulst estava elaborando certo número de hipóteses: a de que a taxa de crescimento não seria constante; a de que a taxa deve ser uma função qualquer, linear, da população durante certo tempo; e a de que, uma vez iniciado o declínio do índice ou atingida a saturação, esse índice cairia mais quando a população comesse a crescer. Desta maneira, os fatores crescimento e retardamento são reciprocamente proporcionais, de modo que, em virtude da "simetria" da curva, torna-se possível projetar ou prever o futuro.²¹

Em 1924, o biólogo e matemático Raymond Pearl tomou conhecimento dos ensaios de Verhulst e formulou a lei Verhulst-Pearl. Procurando traçar uma curva $\surd$ do desenvolvimento da população, Pearl afirmou que o índice de crescimento dependerá da população em dado momento e das "reservas ainda não-utilizadas da população-base" existentes na região disponível. Anteriormente, Pearl havia formulado equações para descrever o crescimento da população de moscas das frutas num ambiente fechado; em 1925, baseando-se em equações do mesmo tipo, ele predisse que a população americana seria de 148,7 milhões em 1950, chegando a 159,2 milhões em 1960. A predição para 1950 realizou-se com uma diferença de 3 milhões de indivíduos, mas a de 1960 afastou-se por uma margem de mais de 25 milhões do número real. A estimativa de Pearl, de um limite máximo de 197 milhões de habitantes para os Estados Unidos, já foi superada nesta década e a população parece encaminhar-se para uma cifra de 275 milhões, a ser atingida no ano 2000.

O problema-chave no uso da análise da curva $\surd$ está no fato de ela só funcionar no interior de algum "sistema fechado", baseado em recursos fixos ou em leis físicas, ou então num conceito qualquer de um absoluto. Noutras palavras: as "condições-teto" forçam o achatamento da curva. Nas populações humanas, não temos nenhum "sistema fechado", nem na sociedade; desta maneira, há sempre um risco

20. Este relato foi extraído de D'Arcy Thompson, *On Growth and Form*, op. cit., pp. 142-150.

21. O ponto em que primeiro se instala uma luta pela existência e em que, *ipso facto*, começa a diminuir o índice de desenvolvimento, é denominado por Verhulst *nível normal* da população; essa opção foi determinada pela origem de sua curva, assim definida por ser simétrica de ambos os lados desta origem. De modo que a lei de Verhulst, e sua curva logística, devem sua forma e precisão, assim como toda a sua capacidade de prever o futuro, a certas afirmações hipotéticas. *Ibid.*, p. 146.

quando se usam essas curvas com o intuito de fazer predições. Entretanto, traz sempre algum proveito considerar esse modelo como "linha de base" ou ficção, em contraposição à qual se possa testar a realidade social. Louis Ridenour, recentemente falecido e ex-cientista-chefe da Força Aérea, a primeira pessoa a tecer comentários em torno dos dados de Fremont Rider (num ensaio publicado em 1951 em *Bibliography in an Age of Science*) fez notar que o fenômeno da duplicação dos índices nas bibliotecas das universidades poderia ser igualmente encontrado nos itens das companhias de seguros de vida, no número de mensagens telefônicas a longa distância e nas conversas radiotelefônicas, no tempo necessário à circunavegação do globo, no peso total das aeronaves de uso comum, no número de milhas percorridas por passageiro de aerovias, no número de veículos para passageiros registrados, e assim por diante. Admitindo que a lei exponencial estivesse empiricamente estabelecida, Ridenour sustentou, na realidade, que havia uma "lei da mudança social" paralela aos "processos autocatalíticos", como a reação química ou o crescimento da célula, encontrados na Química e na Biologia. Procurando oferecer uma explicação, Ridenour sustentou que o índice de aceitação, por parte do público, de um novo produto ou serviço (como os telefonemas a longa distância, as viagens aéreas) seria proporcional ao número de pessoas familiarizadas com os mesmos devido à sua exibição. Como num ponto qualquer teria de ocorrer uma saturação, Ridenour, a exemplo de Verhulst, propôs uma equação diferencial para indicar o índice de retardamento quando a curva começasse a atingir um limite máximo absoluto.²²

A dificuldade com a "lei de mudança social" proposta por Ridenour decorre do fato de serem essas curvas traçadas apenas para variáveis únicas e assim como do fato de suporem uma saturação. Mas o que pode ser verdadeiro com relação a pés de feijão, à levedura da cerveja ou às moscas de frutas, e a outros organismos similares, cujo desen-

22. Ver Louis Ridenour, R. R. Shaw, e A. G. Hill, *Bibliography in an Age of Science* (Urbana, Ill., 1952). Ridenour introduz as equações matemáticas sobre a "lei da mudança social" ao dizer (p. 34):

Já que tantos aspectos da atividade humana parecem ser governados pelo mesmo tipo geral de curva de crescimento, é interessante perguntar se podemos encontrar uma racionalização para a lei empírica da mudança social.

De fato, temos uma logo à mão: depende da suposição aparentemente razoável que a taxa da futura aceitação pública de um novo recurso ou serviço, numa época qualquer, seja proporcional à medida em que esse recurso ou serviço já está sendo utilizado. Para tomar um exemplo específico, essa suposição quer que o número de pessoas que irão comprar e registrar automóveis, por unidade de tempo, dependa da medida das oportunidades que terão os que não possuem carros de usar carros que pertençam a outra pessoa. A medida dessas oportunidades será proporcional ao número de automóveis já registrados.

volvimento lógico tenha sido traçado nitidamente em meios ecológicos fixos, talvez não se aplique a situações sociais, em que as decisões podem ser adiadas (como no caso dos nascimentos), ou nas quais é possível proceder a substituições (caso dos transportes por ônibus ou via subterrânea, para os veículos de passageiros), de modo que o desenvolvimento nesses diversos casos não se processa de acordo com alguma maneira fixa, "imane"nte". É por este motivo que o uso de curvas logísticas pode dar margem a erros.

Subsiste, entretanto, uma das vantagens desta técnica: o uso da linguagem matemática permite com frequência que se distingam as estruturas idênticas subjacentes em fenômenos altamente diversificados. Talvez não se pense que pessoas que se casam e têm filhos constituam um fenômeno da mesma ordem que a reaplicação de capitais no equipamento de uma indústria, mas Richard Stone, economista de Cambridge, Inglaterra, vê em ambos os casos uma analogia matemática perfeita. Stone observa uma analogia igualmente surpreendente entre as epidemias que acometem uma população e as solicitações no campo da educação.²³ Ao retrair as exigências educacionais, a simples extrapolação de correntes passadas é nitidamente inaceitável porque, como vimos, numa altura qualquer, ocorre uma "ratura no sistema" e um salto na corrente. (Se as solicitações no campo das universidades americanas houvessem sido projetadas tomando como base as correntes da década de 1950, ter-se-ia afirmado que, somente por volta de 1975, 40% dos grupos etários situados entre os dezoito e os vinte e dois anos estariam cursando faculdades; na realidade, em 1965 essa cifra já havia sido atingida.) Stone sugere que o ensino superior deve ser considerado como um "processo epidêmico". "Em cada estágio, o número dos que apanham a infecção e resolvem encaminhar-se para uma universidade depende em parte do número dos que para lá se encaminharam, ficando assim expostos à "infecção". Com o tempo, o "contágio" se espalha, até serem infetados todos os indivíduos susceptíveis de o serem. Esse quadro pode ser definido por uma equação diferencial, cujo produto, mais uma vez, é a curva $\curvearrowright$ ou logística.

Na medida em que se pode utilizar a análise da curva logística como linha de base, e não realmente para formular previsões, apresenta-se um certo número de problemas complicados porque, nos pontos cruciais da curva $\curvearrowright$, são atingidas "magnitudes críticas" e a curva logística "reage" de diferentes maneiras à aproximação das condições-teto. Pearl e Ridenour postularam uma saturação simples e um achatamento. Em *Science Since Babylon*, Derek Price deu a impressão de aceitar esta visão simplista:

23. Richard Stone, "A Model of the Educational System", in *Mathematics in the Social Sciences and Other Essays* (Cambridge, 1966), esp. p. 105.

Uma das propriedades da curva sigmóide simétrica é que sua transição dos valores pequenos para os saturados realiza-se durante a porção central num período de tempo correspondente a apenas os cinco ou seis períodos de duplicação medianos (mais precisamente 5,8), independentemente do tamanho exato do teto envolvido. ... Para a ciência norte-americana, os algarismos exatos do crescimento mostram que só precisam transcorrer trinta anos entre o período em que é percebida uma pequena porcentagem de dificuldades e o momento em que a mesma se torna tão aguda que é impossível resolvê-la. ... Falando de um modo geral, já nos encontramos a meio caminho do teto da capacidade humana.²⁴

Dois anos mais tarde, entretanto, Price começou a modificar seu ponto de vista. Ao que parece, as curvas do conhecimento não eram simples curvas $\swarrow$ ou logísticas. Influenciado pelos escritos de Gerald Holton, físico de Harvard, Price buscou identificar algumas modalidades diferenciadas de modificação. Numa linguagem exuberantemente hipostasiada, escreve agora Price:

... aos desenvolvimentos que, durante muito tempo, foram exponenciais não parece ter agradado a idéia de um achatamento. Antes de alcançarem um ponto central, começam a se torcer e a desviar e, como espíritos malignos, mudam de formas e de definições, para não se verem exterminados de encontro a esse terrível teto. Ou, em termos menos antropomórficos, instala-se o fenômeno cibernético da procura e a curva começa a oscilar violentamente. A constrição recentemente experimentada produz uma reação restauradora, mas o crescimento restaurado começa por se mostrar violentamente promissor, para em seguida recair em profundezas ainda maiores que as precedentes. Se a reação é bem sucedida, seu valor parece consistir geralmente em transformar de tal forma o que está sendo medido que sua vida adquire um novo vigor e um novo ímpeto, até chegar afinal a seu destino.

Encontram-se, por conseguinte, duas variáveis da curva logística tradicional, mais freqüentes que a simples curva $\swarrow$. Em ambos o casos, a variável instala-se num momento qualquer da inflexão, provavelmente quando se tornam insuportáveis as privações da perda de desenvolvimento exponencial. No caso de se poder admitir uma ligeira modificação na definição da coisa que está sendo medida, de modo a incluir um novo fenômeno em igualdade de termos com o antigo, a nova curva logística ergue-se como uma fênix das cinzas da antiga, fenômeno que foi pela primeira vez corretamente identificado por Holton e por ele muito adequadamente qualificado de "escalada". Se, pelo contrário, as condições alteradas não admitirem um novo crescimento exponencial, ocorrerão violentas flutuações, que persistirão até que a estatística se torne tão mal definida que não poderá ser calculada; ou então, em alguns casos, as flutuações declinarão, de maneira logarítmica, para chegar a um máximo estável. Por vezes, poderá mesmo sobrevir a morte depois de atingida essa maturidade, de modo que, em lugar de um máximo estável, haverá um lento declínio até o ponto zero, ou alguma mudança súbita de defi-

24. Derek Price, *Science Since Babylon*, pp. 115-116.

nição que torne impossível medir a taxa e interrompa subitamente a curva a meio caminho.²⁵

E isso com relação à simetria da curva sigmóide! Price propõe: "Agora que já sabemos algo sobre o após-morte patológico de uma curva logística, e que coisas como estas ocorrem na prática em diversos ramos da Ciência e da tecnologia, vamos reabrir a questão da curva do crescimento da Ciência em conjunto."²⁶ O que Price chega afinal a descobrir é que depois da "ruptura" do crescimento exponencial do conhecimento, a curva (depois de reunir suas forças para um salto!) pode se movimentar "rumo a uma escalada ou rumo a uma violenta flutuação". Não sabemos, porém, em que rumo. Em que ficamos, então? A idéia de "escalada" ou a renovação de uma curva para cima pode revestir-se de algum significado sempre que exista uma linha determinística, obedecendo a algumas leis físicas e, neste sentido, ela encontrou um lugar na prefiguração tecnológica, onde aparece sob a rubrica de "gráfico de previsão". Contudo, falar em "flutuações violentas" pouco contribui para o registro gráfico das mudanças susceptíveis de serem medidas, pois essas flutuações não apresentam nenhum padrão determinado.

Verificamos, em suma, que as medidas globais do conhecimento científico, assinaladas sob forma de curvas de desenvolvimento são, pelo menos até o momento, de pouca valia, a não ser como metáforas, ou como maneira de nos alertar, de um modo geral, para os problemas que teremos de enfrentar futuramente em virtude desses desenvolvimentos. Planejar uma política social tomando como base essas curvas levaria a graves erros. Para lidar com essas questões, teremos que nos voltar para observações menos "exatas", porém sociologicamente mais significativas, sobre os padrões do desenvolvimento do conhecimento.

A DIFERENCIAÇÃO DO CONHECIMENTO

A noção de exponencialidade, a idéia de que o conhecimento científico acumula-se "linearmente", segundo uma maneira complexa qualquer, obscureceu o fato de que o modelo mais típico e mais importante é o desenvolvimento de "ramificações", ou a criação de novas e inúmeras subdivisões ou especialidades no interior dos diversos campos, em lugar de um simples crescimento.

Ao contrário da imagem que se fazia da Ciência durante o século XIX, e que era a de um campo de conhecimento limitado e exaurível, cujas dimensões seriam eventualmente exploradas na íntegra, admitimos hoje uma abertura para o saber que se distingue por uma diver-

25. Derek Price, *Big Science, Little Science* (Nova Iorque, 1963), pp. 23-25.

26. *Ibid.*, p. 30.

sidade de formas de diferenciação. Todo progresso vai abrindo, às vezes rápida, às vezes lentamente, novos campos, que por sua vez vão dando origem a seus próprios ramos. Desta maneira, aproveitando a ilustração citada por Gerald Holton, o campo das "ondas de choque", aberto em 1848 pelo matemático e físico britânico G. C. Stokes, e pelo astrônomo J. Challis com as equações teóricas sobre o movimento dos gases, deu margem não só a contribuições significativas na Matemática e na Física, seguindo a mesma linha geral (oferecidas por Mach e, mais tarde, por von Neumann e Bethe, entre outros), como também a uma diversificação que levou a criar mais quatro campos distintos: o do *shock tube*, o da aerodinâmica, o das detonações e o da magneto-hidrodinâmica. Este último campo, desenvolvido em 1942 por Alfven, desempenha um papel fundamental na pesquisa básica e na pesquisa da fusão aplicada.²⁷

Por vezes, chega-se a um ponto em que tudo parece ter parado, e tem-se a impressão de que um determinado campo foi explorado ao máximo; em seguida, algumas novas descobertas criam repentinamente uma série de novos "impulsos". Em 1895, parecia que Röntgen havia escalpelado todos os aspectos mais importantes dos raios-x, quando, em 1912, a descoberta da difração desses raios nos cristais, obra de von Laue, Friedrich e Knipping, provocou a separação dos dois campos: o dos raios-X e o da cristalografia. Da mesma forma, a descoberta da radiatividade artificial, feita pelos Joliot-Curie em 1934, criou uma transformação qualitativa que ocasionou, numa direção, o trabalho de Hahn e Strassman, que Lise Meitner interpretou com muita felicidade como sendo a divisão do átomo de urânio; e, em outra direção, o trabalho de Enrico Fermi sobre o aumento de radiatividade dos metais bombardeados com nêutrons lentos, trabalho que levou diretamente à fissão atômica controlada e à bomba.

O fenômeno da ramificação deriva, em grande parte, não apenas da lógica "imane" do desenvolvimento intelectual, mas também da organização social da Ciência em si mesma. Durante o século XIX, os méritos próprios da Ciência faziam dela uma profissão individualizada, de reduzidas proporções, porém nobilitante. Mas no século XX, a maneira segundo a qual os cientistas chegaram a organizar e a coordenar suas pesquisas individuais, de modo a compor uma "comunidade de saber rapidamente crescente", como expressou Holton, incitou os indivíduos a desenvolver o trabalho em equipe. Para ilustrar esse fenômeno, Holton apresenta o desenho de uma "árvore" cheia de "ramos", mostrando, entre outras coisas, o trabalho de I. I. Rabi, prêmio Nobel. Em 1929, na Universidade de Colúmbia, Rabi abriu um novo caminho na Física pura — transmitindo raios moleculares

27. Gerald Holton, "Scientific Research and Scholarship: Notes Toward the Design of Proper Scales", *Daedalus* (primavera de 1962), pp. 362-399. Nesta análise, acompanho em grande parte as considerações de Holton.

através de um campo magnético — o que deu origem a várias ramificações em diferentes rumos — na óptica, nos *masers solid state*, nas estruturas atômicas e em meia dúzia de outros campos. Rabi não somente desenvolveu as técnicas originais relacionadas com os raios moleculares — o tronco da árvore — como também estimulou um grupo de colaboradores eficientes e de estudantes a provocar novas questões, a incursionar por áreas adjacentes ao mesmo campo e a provocar rápidas ramificações em outros setores, alguns dos quais passaram, por sua vez, a desenvolver seus próprios ramos.²⁸

Podemos encontrar alguns indícios da extraordinária proliferação dos campos na subdivisão de especializações arroladas pelo National Register of Scientific and Technical Personnel, inventário, patrocinado pelo governo, de todas as pessoas capacitadas para o trabalho científico. (O National Register é um empreendimento para o qual cooperam a National Science Foundation e as principais sociedades científicas profissionais do país.) O Register teve início logo depois da Segunda Guerra Mundial, com cerca de 54 especializações em ciências; vinte anos mais tarde, sua lista já contava mais de 900 especializações científicas e técnicas distintas. A proliferação dos campos é em grande parte, decorrência de um sistema de reclassificações, provocadas pelas distinções cada vez mais acuradas que vão sendo feitas; em muitos casos, entretanto, esse aumento é devido à criação de novas especializações e ramificações. Na Física, por exemplo, a lista de 1954 relacionava 10 subsectores distintos com 74 especializações; em 1968, havia 12 setores com 154 especializações. Em 1954, por exemplo, a Física Teórica (*Quantum*) estava arrolada como um campo distinto, com subespecializações designadas como campo nuclear, atômico, dos sólidos; em 1968, esse setor já não aparecia sob essa designação, tendo surgido uma classificação mais diferenciada. Contudo, em 1954, a física dos *solid-state* fracionara-se em 8 subespecializações; em 1968, havia 27 subespecializações na classificação dos *solid-state*, proliferação decorrente das “ramificações” adicionais desse setor.

Nenhuma das sociedades científicas responsáveis pela continuidade das listas procedera a estudos com o intuito de registrar o crescimento de suas respectivas matérias, tomando como base a reclassificação ou a adição de setores. Um controle eficiente de cada setor pode trazer à tona alguns indícios significativos e proveitosos das taxas de alteração no desenvolvimento dos campos de conhecimento.

28. *Ibid.*, pp. 386-387.

A MEDIDA DA MUDANÇA TECNOLÓGICA

MODERNIDADE E MUDANÇA TECNOLÓGICA

A reivindicação do qualificativo "novo" é a marca distintiva da modernidade, embora essa reivindicação, em muitos casos, não se refira tanto a um aspecto especificamente novo da experiência humana e sim a uma alteração na escala do fenômeno. O sincretismo cultural já representava uma característica da época de Constantino, com sua mescla das religiões e dos mistérios gregos e asiáticos. A bifurcação da sensibilidade é tão antiga, ou mesmo mais antiga, que a separação feita por Platão entre o racional e o espiritual. Mas a revolução operada nos meios de transporte e de comunicação, unindo a sociedade de todo o mundo num grande *Oikoumene* (ecumeno) significou o fracionamento das velhas culturas provincianas e o transbordamento de todas as tradições de Arte, Música e Literatura de todo o mundo, lançadas num recipiente novo e universal, acessível a todos e pairando sobre tudo. Esta verdadeira ampliação de horizontes, este caldeamento das artes, esta busca do "novo", quer sob forma de viagens de descobertas ou de esforço pretensioso para distinguir-se dos demais, representa em si mesma um produto de um novo tipo de modernidade.

No âmago da questão está o significado da noção de cultura. Quando se fala em "cultura clássica", ou em "cultura católica" (dando à expressão quase que o sentido de "cultura de bactérias" — de caldo de cultura, onde se formam grupos distintamente identificáveis), pensa-se numa longa cadeia de conjuntos de crenças, de tradições, de rituais e de injunções, que, ao longo de sua história, chegaram a realizar alguma coisa num estilo homogêneo. Mas a modernidade constitui, nitidamente, uma ruptura com o passado *como* passado, lançando-o para dentro do presente. O velho conceito de cultura baseia-se na continuidade; o moderno, na variedade; o antigo valor era a tradição; o ideal contemporâneo é o sincretismo.

Na cisão radical entre o presente e o passado, a tecnologia representou um dos principais fatores na configuração do tempo social porque, introduzindo uma nova métrica e ampliando o nosso controle sobre a natureza, a tecnologia mudou as relações sociais e a nossa maneira de considerar o mundo. Arbitrariamente, podemos enumerar cinco maneiras mediante as quais a tecnologia forjou essas mudanças:

1. Pela produção de maior número de bens a menor custo, a tecnologia foi o instrumento principal da elevação dos padrões de vida no mundo. Como gostava de afirmar o recentemente falecido Joseph Schumpeter, a realização máxima da tecnologia foi ter colocado os preços das meias de seda ao alcance de todas as caixeirinhas, tanto quanto ao das rainhas. Mas a tecnologia não representa apenas um recurso para se elevar os níveis de vida: foi também o principal mecanismo para a redução das desigualdades no seio da sociedade

ocidental. Na França, escreve Jean Fourastié, "o Presidente do Tribunal de Contas... ganhava em 1948 não mais do que quatro ou cinco vezes o salário de seu mensageiro *por hora de trabalho*, muito embora a diferença entre essas duas posições tivesse sido em 1800 da ordem da 50 por 1". A única razão para isto, como assinala Fourastié, é o barateamento dos bens e o aumento dos salários reais da classe trabalhadora na vida do Ocidente.²⁹

2. A tecnologia criou uma nova classe, antes desconhecida na sociedade, a dos engenheiros e técnicos, homens que permanecem divorciados do local de trabalho, mas que constituem o "pessoal de planejamento" das operações no processo de trabalho.

3. A tecnologia criou uma nova definição de racionalidade, um novo modo de pensar, que enfatiza o quantitativo e as relações funcionais. Seus critérios para o desempenho são a eficiência e a "otimização", isto é, o uso dos recursos com um mínimo de gastos e de esforços. Esta nova definição de racionalidade funcional tem como veículos os novos tipos de educação, nos quais as técnicas quantitativas, utilizadas pela Engenharia e pela Economia, entram atualmente em choque com as modalidades mais antigas da especulação, da tradição e da razão.

4. A revolução nos meios de transporte e de comunicações, consequência da tecnologia, criou novas interdependências econômicas e novas interações sociais. Formaram-se novas redes de relações sociais (sobretudo, houve uma transferência dos laços do parentesco para os profissionais e ocupacionais); as novas densidades, físicas e sociais, passaram a constituir a matriz da ação humana.

5. As percepções estéticas, particularmente de espaço e de tempo, foram radicalmente alteradas. Os antigos não dispunham de um conceito de "velocidade" e movimento que correspondesse ao de nossos dias; nem havia uma concepção sinótica da altura — a visão a partir do ar — a que devemos um padrão diferente com que avaliamos uma paisagem ou um panorama urbano. Foi na Arte, particularmente na Pintura, que ocorreu tão radical mudança de sensibilidade.³⁰

MEDIDAS DA ALTERAÇÃO ECONÔMICA

É com a Economia que nos preocupamos em primeiro lugar, porque a tecnologia é o fundamento da sociedade industrial. As inovações e mudanças econômicas dependem diretamente da nova tecnologia. Contudo, a percepção deste fato é relativamente recente. Os funda-

29. Jean Fourastié, *The Causes of Wealth* (Glencoe, Ill., 1960), cap. I, esp. pp. 30-31.

30. Quanto à elaboração deste ponto, consultar Daniel Bell, "The Disjunction of Culture and Social Structure", in Gerald Holton, org., *Science and Culture* (Boston, 1965), pp. 236-251.

dores da Economia contemporânea preocupavam-se com uma "ciência sombria", por acreditarem que a acumulação de capital não poderia continuar indefinidamente. Essas conclusões baseavam-se em três suposições: a lei da redução dos retornos; o princípio malthusiano, segundo o qual um aumento nos salários reais levaria apenas a um crescimento mais rápido da população e à "diluição" desse aumento; e, implicitamente, um estado invariante da tecnologia. Foi esta a base da Economia ricardiana.³¹ Ela foi elaborada por John Stuart Mill, na concepção do "The Stationary State".

Até mesmo Marx, neste sentido um economista pós-ricardiano, chegou a uma conclusão pessimista. Muito embora ele fosse muito mais sensível ao papel revolucionário da máquina que seus contemporâneos, Marx teve a impressão de que a principal consequência da substituição da força de trabalho pela máquina seria a centralização do capital, às expensas de outros capitalistas, a crescente exploração da força de trabalho (através do prolongamento do dia de trabalho) à medida que os capitalistas de segundo plano buscassem enfrentar a competição e, finalmente, a uma série de crises quando o sistema atingisse um limite máximo. Argumentando a partir de uma teoria trabalhista de valores, Marx sentiu que a expansão da "composição orgânica do capital" só poderia levar a um declínio na média da taxa de lucro e ao empobrecimento contínuo da força de trabalho.

Não obstante, esse pessimismo inicial foi desmentido. Os salários reais foram sensivelmente aumentados durante os últimos cem anos; o aumento da renda *per capita* nos Estados Unidos foi, em média, superior a 2% a partir de 1870. Como puderam enganar-se tão seriamente os economistas clássicos? Como escreve o Professor Lester Lave: "Se tivessem perguntado a Ricardo se era possível um aumento de produtividade, ele provavelmente teria respondido que a produtividade aumentaria se também aumentasse o capital por operário e, inclusive, a terra por operário."³² Mas não lhe teria sido possível apresentar uma formulação quantitativa desse efeito. As taxas-padrões de capital-produção (conhecidas como função Cobb-Douglas) que têm sido usadas tipicamente admitem que a produção sofrerá um aumento

31. Como escreveu Ricardo em seus *Principles of Political Economy and Taxation*: "Com uma população que exige meios de subsistência, os únicos remédios são a redução do número de pessoas ou então um acúmulo mais rápido de capital. Nos países ricos, onde a terra fértil já está toda cultivada, o segundo remédio não é nem muito praticável nem muito desejável porque, se levado muito longe, seu efeito seria tornar todas as classes igualmente pobres." Citado em *Technological Change: Its Conception and Measurement*, de Lester B. Lave (Englewood Cliffs, N. J., 1966), p. 3. No parágrafo acima, acompanhei as formulações de Lave.

Quanto à análise de Mill, do estado estacionário, consultar *Principles of Political Economy* (Toronto, 1965), livro IV, cap. 6, pp. 752-758.

32. Lave, *op. cit.*

de 1% em cada aumento de capital da ordem de 3%, mantendo-se constante a força de trabalho. Entre 1909 e 1949, o capital por homem-hora usado no setor privado não-agrícola da economia americana aumentou cerca de 31,5%. Tomando isto como base, o aumento dos bens (produção *per capita*) deveria ter sido de cerca de 10%. Mas o fato surpreendente é que durante esse período, com um capital aplicado de 31,5%, a produção por homem-hora não subiu para 10% e sim para 104,6%. Em suma: a produtividade apresentou um aumento de 90%, não explicado pelo aumento de capital por operário. A explicação, de concepção simples porém complexa quanto aos pormenores e às provas, foi oferecida por Robert M. Solow, num artigo hoje clássico (talvez devêssemos dizer neoclássico?) sob o título de *mudança tecnológica*.³³ A tecnologia, como hoje sabemos, é a base do aumento de produtividade, e a produtividade vem sendo o fato que transforma a vida econômica de uma forma que nenhum economista clássico poderia imaginar.

Esta resposta simples pede, entretanto, uma pergunta complexa. O que vem a ser *mudança tecnológica*? Pode-se dizer que o progresso tecnológico consiste no que há de melhor como métodos e organização susceptíveis de melhorar a eficiência (isto é, o uso) do capital antigo, assim como do novo. Mas isto pode significar muitas coisas. Pode ser uma máquina destinada a forjar motores de carros, substituindo os antigos métodos manuais. Pode ser uma técnica física, como a construção de uma rampa para levar pedras até o alto de uma pirâ-

33. Robert M. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, vol. 39 (agosto de 1957).

Em sua análise, Solow postulou a tecnologia como fator *residual*, segundo a computação do capital e dos insumos de trabalho. Mas os economistas gostam de considerar tudo em termos de custos e muitas vezes não lhes agradam os fatores residuais tomados como explicações. Conseqüentemente, Jorgenson e Griliches procuraram recomputar os dados a fim de mostrar que as alterações nos insumos de trabalho e de capital seriam responsáveis pela totalidade do aumento da produtividade. Escrevem eles: "Ao explicar o crescimento econômico, sugerimos que se deposite uma confiança maior que a atual nos dois pilares do capital humano e não-humano, servindo cada um deles de esteio a uma parte importante da estrutura do capital. Talvez não esteja longe o dia em que os economistas poderão remover todo o travejamento intelectual da transformação técnica." Consultar Zvi Griliches e D. W. Jorgenson, "Sources of Measured Productivity Changes: Capital Input", *American Economic Review* (maio de 1966).

Se a "ala direita" questiona o significado da tecnologia, a "ala esquerda" afirma que a estrutura de Solow é por demais neoclássica e não dá suficiente atenção aos fatores estruturais. Ao analisar as funções de produção, Joan Robinson interessou-se pela estrutura capitalista, como cenário que dita a escolha das técnicas de produção, muito mais do que pelas condições gerais de equilíbrio. Para uma revisão dessas questões, ver G. C. Harcourt, "Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital", *The Journal of Economic Literature*, vol. VII, n.º 2 (junho de 1969).

mide. Pode ser uma simples técnica sociológica, como uma mera divisão de trabalho na fabricação de um sapato, ou alguma técnica mais elaborada de engenharia industrial, como os estudos de tempo-e-movimento. Pode ser uma análise lógica, incorporada a operações de pesquisa ou a uma fórmula matemática, como a programação linear que especifica as novas tabelas em listas ou as tabelas de produção cujas ordens devem ser executadas. Evidentemente, essas coisas todas são incompatíveis. Como poderíamos combinar coisas assim diferentes, colocando-as sob uma mesma rubrica e buscar uma medida comum?

O que torna este problema ainda mais perturbador é que repetidamente nos dizem que estamos vivendo numa época de "mudança tecnológica a uma taxa constantemente acelerada", a qual está criando novos e "explosivos" problemas sociais. Bem; ninguém pode negar que ocorreu uma boa dose de mudanças tecnológicas depois da Segunda Guerra Mundial: energia atômica, computadores eletrônicos, engenhos a jato, aí estão três das mais espetaculares introduções dos novos produtos e processos. Mas a dificuldade com o argumento publicitário (e político) vem do fato de que a palavra "índice" implica uma medida, do fato de que, de uma forma qualquer, as alterações que vão sendo introduzidas podem ser medidas, digamos, em contraposição à introdução do motor a vapor, da ferrovia, do telefone, do dínamo e de outros recursos tecnológicos similares do século XIX. Como distinguir a mudança provocada pela eletricidade e a criada pela energia atômica? Não o podemos fazer. Ambas representam inovações "revolucionárias". Não existe porém nenhum modo de confrontar seus efeitos de uma maneira comparativa. Mais do que isto: muitas modificações sociais estão ocorrendo simultaneamente e os escritores consideram-nas, com frequência, globalmente, como partes da noção de rápida mudança tecnológica.

A questão de saber o que constitui a acelerada revolução de nossa época é por demais ampla e vaga. Evidentemente, trata-se de uma questão em parte tecnológica. Mas é também política porque, pela primeira vez, e falando de um modo geral, estamos presenciando a inclusão de vastas massas de povo na sociedade, processo que envolve a redefinição dos direitos sociais, civis e políticos. Trata-se de uma questão sociológica, por pressagiar uma enorme oscilação na sensibilidade e nos costumes: nas atitudes sexuais, na definição das realizações, nos laços sociais e nas responsabilidades, e assim por diante. Cultural, como também já observamos. Está claro que não existe uma maneira conceitual simples de colocar tudo isto junto e de encontrar uma medida comum. É simplesmente impossível — se nos restringirmos à idéia de "mudança" — medir o "ritmo de transformação". Não dispomos de um índice múltiplo; temos de ser mais delimitados.

Se tivermos de nos restringir à medida da dimensão tecnológica e de investigar o ritmo da mudança, deveremos antes de tudo retornar

ao domínio onde são expressos os seus valores (a começar pelo sentido monetário): à Economia.

Para o economista, mudança tecnológica é a que ocorre na "função da produção".³⁴ De maneira mais simples, a função de produção é uma relação entre insumos e produtos, relação que indica, em qualquer momento, a taxa máxima de produção que poderá ser obtida, com determinadas quantidades de fatores de produção. Nos casos mais simples, admite-se que tais fatores de produção sejam o capital e o trabalho e que a função de produção indicaria qual a combinação mais eficiente (as proporções *ótimas*) de fatores a determinados custos.³⁵ Os acréscimos no rendimento real por homem-hora estão em função tanto dos relativos aumentos de capital como do uso mais eficiente dos recursos. A teoria econômica clássica salientava que os níveis mais altos de rendimento real são gerados quando se aumentam os **fundos de capitais**. Mas os salários reais também podem ser **aumentados graças a um deslocamento para cima na função de produção, resultante de uma pesquisa que leve a melhores combinações de recursos, a novas técnicas, e assim por diante**. Na realidade, admitimos, hoje, que a transformação tecnológica, e não a acumulação de fundos, constitui o mais efetivo determinante de salários reais mais elevados. Robert Solow, por exemplo, em seu ensaio de 1957, já mencionado, criou uma "função de produção agregada" (que tem sido criticada por suas hipóteses de homogeneidade e de elevado grau de elasticidade da substituição do trabalho pelo capital e do capital pelo capital), função que procura separar o aumento da produtividade, causado pelo aumento do capital, e o provocado pela mudança tecnológica. Solow verificou que, entre 1909 e 1949, o aumento de capital foi responsável por aproximadamente 12,5% do aumento de produtividade, enquanto

34. Essa definição baseia-se no trabalho de Edwin Manfield, "Technological Change: Measurement Determinants and Diffusion", preparado para a National Commission on Technology, Automation and Economic Progress, e publicado no Apêndice I ao relatório da Comissão, *Technology and the American Economy* (Washington, D.C., 1966).

35. Richard R. Nelson, Merton J. Peck e Edward D. Kalachek, em seu interessante livro, *Technology, Economic Growth and Public Policy*, The Brookings Institution (Washington, D.C., 1967), apresentam uma teoria mais desagregada de uma função da produção para o progresso tecnológico. Buscando designar os tipos e quantidades de insumos de pesquisa e desenvolvimento necessários para tornar operacional uma idéia de projeto, eles afirmam que a quantidade de recursos indispensáveis depende de três variáveis-chaves: (1) a magnitude do progresso que se busca, com relação aos produtos semelhantes já existentes; (2) a natureza do campo do produto, particularmente o tamanho e a complexidade do sistema; (3) a soma de conhecimentos relevantes susceptíveis de originar ou deduzir novas técnicas, assim como a quantidade de materiais e componentes colocados à disposição dos planejadores e com os quais eles possam trabalhar (p. 23).