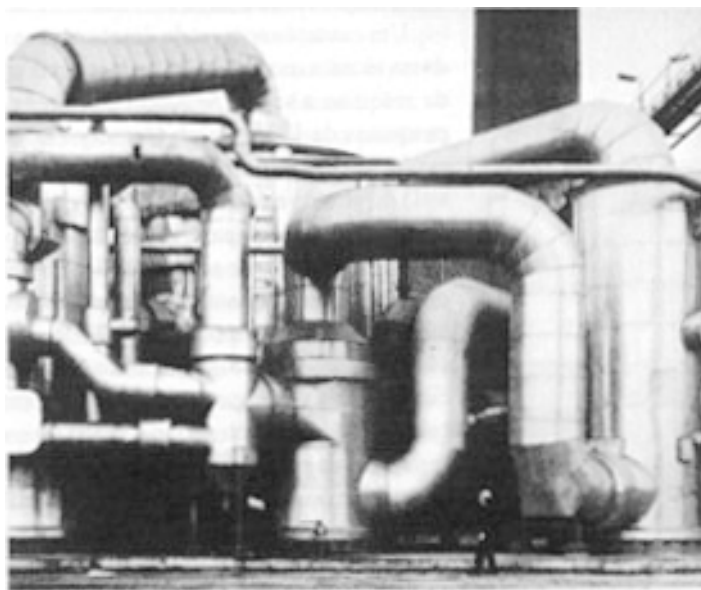


MILTON VARGAS

# Os filtros sociais da tecnologia

**É** arbitrário procurar-se encontrar pontos de deflexão no curso da História, para explicar a irrupção de algo radicalmente novo na aventura da humanidade. Entretanto, às vezes surgem momentos históricos que parecem refletir tais deflexões. Um desses ter-se-ia dado no início do século XVII, quando Galileu, já cego e condenado pela Inquisição à reclusão perpétua em sua vila em Arcetri, nos arredores de Florença, escreveu os seus *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a Due Nuove Scienze*(1), publicados na Holanda em 1638. A primeira dessas duas novas ciências é a Resistência dos Materiais - ciência aplicada básica da engenharia - e a segunda é parte da Mecânica Racional, correspondente aos movimentos locais. Na segunda jornada dos *Discorsi* aparece a grande novidade em questão. É a abordagem de uma teoria científica da Mecânica Racional à solução de um problema técnico de resistência dos materiais. Depois das demonstrações sobre o equilíbrio de forças, em base a seus momentos (produtos das forças pelas distâncias a pontos fixos), aparece, na “Proposição I”, o problema do cálculo de uma viga em balanço. Esse é resolvido mostrando-se que a viga romperá na sua aresta inferior (junto ao ponto em que está engastada a uma parede vertical) quando o momento da força aplicada em sua extremidade livre igualar o momento da força resistente (para Galileu igual à metade da espessura da viga multiplicada pela resistência à tração do material da viga).

Ora, aqui aparece, quiçá pela primeira vez na História, a aplicação de uma teoria científica à solução de um problema técnico. Antes disso, os arquitetos escolhiam os tamanhos das vigas em balanço, baseando-se em conhecimentos empíricos tradicionais



**MILTON VARGAS** é professor emérito da Escola Politécnica da USP.

ou pessoais. De então em diante, mediante conhecimentos matemáticos, mesmo sem experiência própria, poderiam calcular as dimensões das vigas necessárias para suportar cargas a elas aplicadas. É o despontar da tecnologia, entendida essa como aplicação de teorias, métodos e processos científicos para a solução de problemas da técnica. Contudo, a aplicação da ciência à técnica não é tão fácil quanto se fazia prever. A própria fórmula matemática de Galileu, para cálculo das vigas em balanço, não estava inteiramente correta. Os fracassos das tentativas de aplicação de teorias físicas e cálculos matemáticos, aos problemas de projeto e construção de obras ou máquinas, sucederam-se durante os séculos XVII e XVIII. Contudo a semente estava lançada e a tendência dos técnicos em se informarem a respeito dos conhecimentos científicos estabelecera-se. Nasceu assim um novo tipo de atividade técnica que veio a ser chamada de técnica moderna.

Um exemplo notável do desenvolvimento dessa técnica moderna está na lenta evolução da máquina a vapor. Segundo um diretor de pesquisas da IBM, Ralph Gomory (2), essa evolução teria tido origem na tentativa fracassada do grande cientista que foi Huygens, em construir uma máquina de explosão a pólvora. Essa máquina basear-se-ia na idéia de explodir uma pequena quantidade de pólvora num cilindro vertical contendo um pistão. A explosão, ao mesmo tempo que jogaria o pistão para cima, criaria um vácuo no cilindro. O pistão cairia, então, sob seu próprio peso, fazendo detonar uma pequena quantidade de pólvora injetada na base do cilindro, a qual faria subir o pistão; e assim por diante. A máquina, assim concebida pelo genial Huygens, não funcionou. Explodiu inteira em vez de levantar o pistão.

Com essa idéia na cabeça, Denis Papin, um técnico assistente de Huygens, lembrou de injetar vapor sob o pistão, em vez de pólvora. O vapor ao elevar o pistão condensava-se, formando o vácuo e o pistão caía. O primeiro modelo dessa máquina, construído em 1690, foi muito bem-sucedido e, algum tempo depois, construído em escala natural por outro técnico: Thomas Savery. A técnica da época, entretanto, não era capaz de construir caldeiras, cilindros e tubulações capazes de suportarem altas pressões. Isso restringia a potência das máquinas. Somente no início do século

XVII, Thomas Newcomem, um técnico encanador, pôde resolver o problema, construindo a primeira máquina a vapor amplamente utilizável no acionamento de bombas, para esgotamento de água das minas de carvão. Com a melhoria da usinagem e cuidados na fabricação e montagem, um outro técnico, John Smeaton, conseguiu duplicar a potência das máquinas de Newcomem.

Mas o completo sucesso veio quando James Watt, um mecânico de laboratório da Universidade de Glasgow, em 1765, ao consertar uma máquina de Newcomem, teve a idéia de acrescentar-lhe um outro cilindro; o condensador, onde o vapor era injetado antes de esfriar e condensar. O primeiro cilindro permanecia sempre quente e o condensador sempre frio. Com isso a potência das máquinas foi duplicada. Mais tarde, Watt introduziu o duplo efeito dos golpes do pistão, injetando vapor também pela parte posterior do cilindro. Duplicou assim, mais uma vez, a potência das máquinas. As máquinas a vapor foram assim sucessivamente melhoradas até o início do século XIX, quando chegaram a ser de tal forma potentes que puderam suprir as fábricas que se vinham desenvolvendo, à medida que as técnicas modernas evoluíam, na chamada “revolução industrial”.

Na França, a evolução da técnica foi diferente, pois associou-se ao desenvolvimento da engenharia, como profissão daqueles que projetavam e construía obras ou fabricavam produtos, baseando-se numa instrução de nível superior, fundada em conhecimentos científicos. Assim foram criadas as grandes escolas de engenharia: a École de Ponts et Chaussées em 1747; a École de Mines em 1778; o Conservatoire des Arts et Metiers em 1794; e finalmente a École Polytechnique, no mesmo ano, a qual servia como instituto de estudos científicos, prévios aos cursos das grandes escolas técnicas.

Assim desenvolveram-se duas formas de sistemas técnico-industriais: um inteiramente técnico, muito próximo da mentalidade empírica inglesa; outro, procurando trazer a racionalidade das matemáticas e das ciências físico-químicas, para a atividade dos promotores do progresso técnico-industrial que seriam os engenheiros. Tornava-se, porém, cada vez mais óbvia a estreita ligação entre ciência e técnica. Portanto, as duas atitudes não seriam antagonicas; pelo contrário, elas se

1 Galileu Galilei, *Dois Novas Ciências*, tradução e notas de Letizio Mariconda e Pablo Mariconda, São Paulo, Museu de Astronomia, Instituto Cultural Ítalo-Brasileiro-Nova Stella, 1988.

2 R. E. Gomory, "Technological Development", in *Science*, vol. 220, nº 4597, May/1983.

complementariam. No caso das máquinas a vapor, cuja contribuição científica fora pequena, surgiu a necessidade científica, depois dessas máquinas estarem funcionando com pleno sucesso, de explicar seu funcionamento. Coube então a um engenheiro militar, Sadi Carnot, publicar, em 1824, uma memória sob o título *Sobre o Poder Motivo do Fogo*, explicando o funcionamento das máquinas a vapor. Com essa memória - que pretendia ser técnica - surgiu uma nova ciência: a Termodinâmica. Pois foi com o auxílio dessa nova ciência que as máquinas a vapor foram aperfeiçoadas a ponto de surgirem as locomotivas que possibilitaram a construção das grandes vias férreas, as caldeiras e motores dos grandes barcos transoceânicos e as turbinas a vapor que vieram suprir de energia as fábricas e as cidades.

Nos países de língua alemã, deu-se como que uma síntese entre a técnica, como praticada na Inglaterra, e a engenharia, baseada em estudos matemáticos, como cultivada na França. Criam-se ali as escolas superiores técnicas: a de Praga, em 1809; a de Viena, em 1815; a de Karlsruhe, em 1825; a de Munique, em 1827; e o célebre E.T.H. - Eidgenössische Technische Hochschule, de Zurique, em 1854. A engenharia alemã formada nessas escolas, ao lado de técnicos de formação secundária, associou-se ao desenvolvimento industrial. Graças à estreita colaboração entre industriais e professores de escolas superiores técnicas, desenvolve-se, a partir dos meados do século XIX, na Alemanha e Áustria, uma grande indústria siderúrgica, associada à mineração de carvão, uma indústria química, também associada ao carvão; e inventam-se os motores a explosão, os quais vêm dar origem aos automóveis.

Note-se que nessa época, surge na Alemanha o estudo sistemático dos processos e métodos técnicos e das propriedades mecânicas dos materiais - a que se vem dar o nome de tecnologia. Ainda não tem essa palavra o sentido atual que se dá a ela; porém é já um início de uma série de estudos, atualmente incluídos na designação geral de tecnologia.

No caso das máquinas elétricas, tanto motores como geradores de eletricidade, o invento técnico foi simultâneo com o desenvolvimento da teoria científica. Eles foram inventados por técnicos, mas esses técnicos estavam proximamente ligados ao progresso do conhecimento da indução elétrica, tanto na Inglaterra e França como na Alemanha.

De qualquer forma, até o final do século XIX a sociedade européia industrializou-se, em concordância com o espetacular desenvolvimento do conhecimento científico e o aprimoramento da habilidade técnica. É verdade que, até o início do presente século, a solução dos problemas técnicos, embora já em termos de teorias científicas, era melhor realizada por técnicos do que por profissionais de grau superior. Havia o dito popular (que aliás até hoje é repetido): “na prática a teoria é outra”.

Contudo, paralelamente a esse desenvolvimento técnico-industrial, desenvolviam-se as ciências, tendendo a assumir o papel do conhecimento puro e desinteressado. Elas se pretendiam neutras em relação às ideologias políticas e à religião, e dedicadas tão-somente à explicação e previsão dos fenômenos naturais e culturais. Preferiam ser ensinadas nas universidades, ao lado da filosofia e das humanidades, onde o ensino técnico não tinha acolhida. Contudo essa atitude não teve persistência pois a ciência veio a desenvolver-se espetacularmente justamente nas escolas superiores técnicas e nas faculdades de medicina.

Em suma, surgiu na Europa, a partir da revolução industrial, o que se veio a chamar impropriamente de sociedade industrial. Diz-se impropriamente porque, de fato, a industrialização não chegou a englobar toda a sociedade européia; pois nessa havia também, colateralmente, uma cultura humanista resistente ao total domínio da mentalidade industrial. É possível que nisso esteja a origem do fenômeno que se pretende analisar adiante, o qual consiste na inegável atuação de instâncias sociais críticas no sistema técnico-industrial.

A partir da metade do século XIX, o sistema industrial expandiu-se para os Estados Unidos, Rússia e depois o Japão, os quais no final da século já possuíam uma indústria que rivalizava com a européia. A partir de cerca de 1870, o sistema industrial começou a difundir-se por todo o mundo. A Índia e a China industrializaram-se sob o controle de europeus, principalmente visando exportação. Os países, de origem anglo-saxônica, principalmente o Canadá, e a América Latina, pelo contrário, desenvolveram uma indústria para suprimento interno. No Brasil a industrialização teve início em 1870 e desenvolveu-se de tal modo que em 1930 a produção industrial já ameaçava a agrícola.

Mas o sistema industrial, prevalecente principalmente durante o século XIX, não é ainda o que se veio chamar atualmente de sistema tecnológico. Este só surge depois da Primeira Guerra Mundial e só toma corpo a partir da Segunda. Ele só é possível quando a tecnologia aparece como utilização de teorias, métodos e processos científicos na solução dos problemas da técnica. Ora, isso baseia-se necessariamente na pesquisa tecnológica. Essa é instituída quando aparecem institutos ou laboratórios nos quais faz-se a aplicação de conhecimentos científicos, experimental ou racionalmente, para analisar, descrever, inventar ou adaptar materiais e processos técnicos.

O primeiro desses laboratórios é o de Menlo Park, nos Estados Unidos, onde Edson desenvolve pesquisa sobre equipamentos elétricos, telefones e gramofones de sua invenção. Nele é que se desenvolve a espetacular pesquisa para encontrar um material apropriado aos filamentos de lâmpadas elétricas incandescentes. Isto é, um material capaz de, no vácuo feito no interior da lâmpada, incandescer e emitir luz, sem queimar-se.

No início do século a pesquisa tecnológica estende-se para vários campos da engenharia, tais como o da resistência dos materiais, da hidráulica, da metalurgia e siderurgia e da química. No Brasil, por exemplo, o advento da pesquisa tecnológica dá-se com a criação por Ary Torres, em 1926, do Laboratório de Ensaaios de Materiais, anexo à Escola Politécnica de São Paulo, cuja finalidade foi a de prover uma base de estudos científicos e ensaios tecnológicos dos materiais do concreto armado. Pois a introdução desse no país viera revolucionar a indústria local da construção civil.

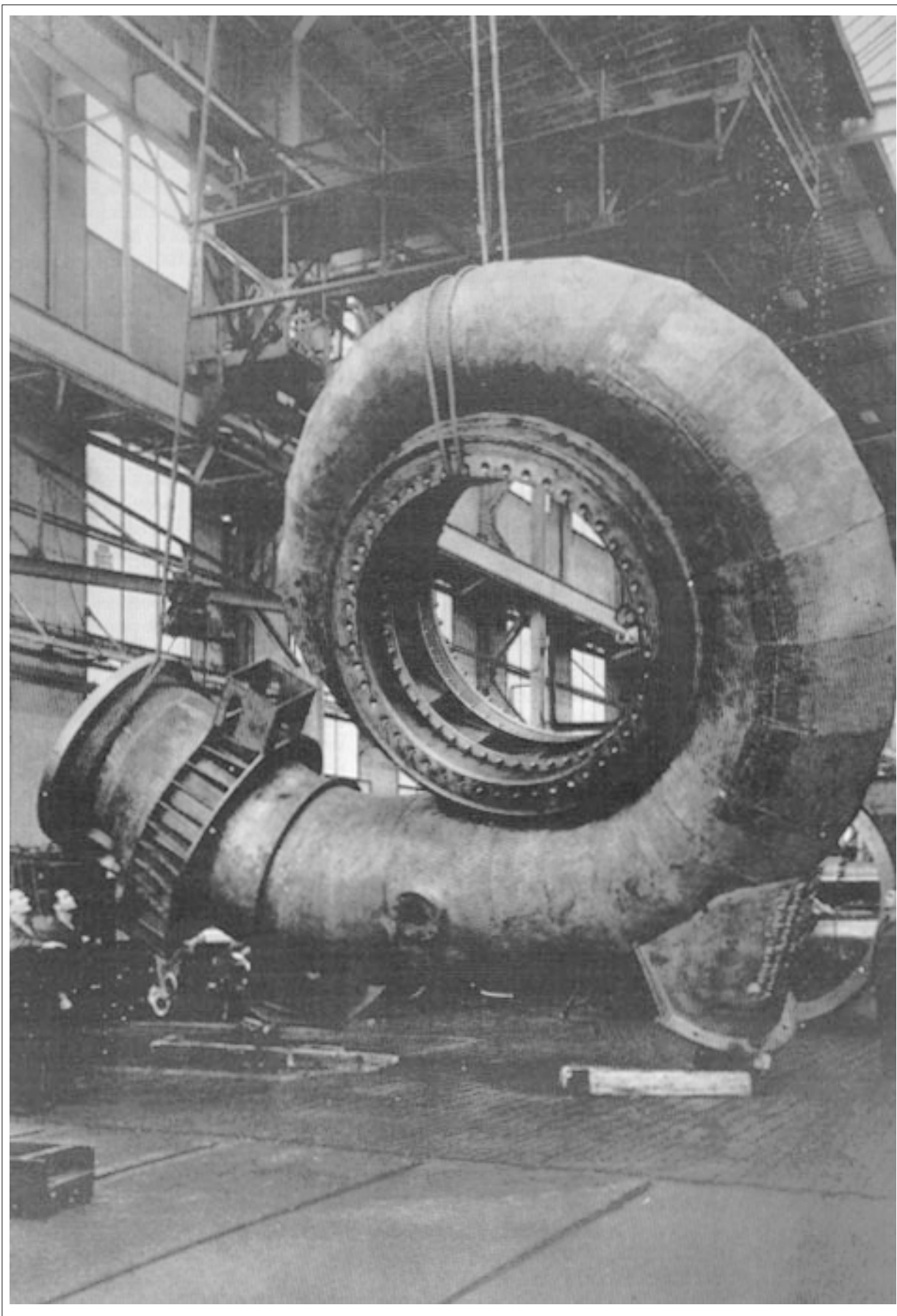
Contudo, o sistema tecnológico tem a sua maior inserção na sociedade europeizada a partir do aparecimento da eletrônica, com a descoberta das lâmpadas termoiônicas, utilizadas nos aparelhos de rádio de então. Essa descoberta é feita, a partir de teorias científicas, pelo físico inglês John Ambrose Fleming. Mas é industrializada pelo americano Lee De Forest, PhD da Universidade de Yale. O processo de investigação tecnológica dessas válvulas tem início nos primeiros anos do século XX; mas, somente em 1913, depois de industrializadas, é que se passou a produzir válvulas capazes de gerar ou detectar irradiações hertzianas para comunicações sem fio. Nessa seqüência é que Marconi, em 1931, acendeu

de Roma, por meio da transmissão de rádio, as luzes do Cristo do Corcovado, no Rio de Janeiro. Em 1934 fundou-se o Lee De Forest Laboratory de onde saíram os grandes aperfeiçoamentos da transmissão e recepção de rádio e depois, da televisão. Surge dessas pesquisas uma série de aplicações industriais da eletrônica, as quais vêm, no período entre as duas guerras, fortalecer o então incipiente sistema tecnológico, constituído essencialmente pela pesquisa tecnológica, baseada em conhecimentos científicos, supridos pela universidades, e alimentando uma indústria de equipamentos elétricos e eletrônicos.

Contudo, o estabelecimento completo do sistema tecnológico, nos países desenvolvidos, só se dá durante a Segunda Guerra Mundial, com as pesquisas militares do radar, da computação e da automação. As pesquisas puramente científicas para o desenvolvimento da mecânica quântica levaram ao conhecimento da energia nuclear e esse, ao esforço militar, durante a guerra, da fabricação da bomba atômica, o que foi realizado por cientistas em conjunto com militares. Porém, a utilização tanto militar como pacífica da energia nuclear veio a exigir a presença de engenheiros e tecnólogos.

Tanto o radar como a computação e automação são resultados diretos da pesquisa tecnológica, a partir das válvulas termoiônicas, substituídas subseqüentemente pelos transistores. Com estes aparece toda a tecnologia dos *chips*, surgida dos estudos científicos da física do estado sólido, a qual depende diretamente da mecânica quântica. Assim, estabelece-se uma inter-relação entre tecnologia e ciência pura de tal monta que é difícil, atualmente, em certos campos, distinguir-se uma da outra. Contudo, o papel dos técnicos, não diplomados em escolas superiores, não desapareceu; pelo contrário, são eles que garantem o projeto, a construção e a operação correta dos instrumentos de pesquisa, cada vez mais complexos.

O sistema tecnológico, assim estabelecido, tem como núcleo central a tecnologia, entendida essa como o conjunto de saberes e instrumentos capazes de resolver problemas técnicos, em base a conhecimentos científicos. Essa tecnologia, alimentada pela ciência, é que alimenta seus agentes executores: a engenharia, a indústria, a agricultura, a pecuária, etc. Atualmente é notório que, também, as



profissões liberais, como a medicina e o direito, alimentam-se de saberes e instrumentos tecnológicos para resolver problemas de saúde e de justiça. Dessa forma, o sistema tecnológico está profundamente inserido no mundo moderno, de tal forma que não é possível pensar um sem o outro.

Note-se, porém, que esse sistema é diferente do industrial, prevalecente até o período da Primeira Guerra Mundial. As características daquele, tão bem estudadas pelos economistas do final do século passado, baseadas na idéia do trabalho como origem de todo valor, não mais prevalecem. O valor do produto industrial não corresponde mais tão-somente ao trabalho operário, acrescido das demais despesas de fabricação e do lucro do capitalista. Ele, agora, depende, em forte parcela, do que se veio a chamar de “tecnologia” disponível; isto é, da disponibilidade de planos e especificações, associados à operação de instrumentos e máquinas, elaborados, projetados e construídos pelos tecnólogos.

É verdade que há a tendência, entre os economistas ainda presos ao pensamento industrial, em considerar a “tecnologia”, acima mencionada, como mercadoria (que se compra quando não se tem ou vende-se quando se tem). Os constantes fracassos ocorridos nessa “compra de tecnologia”, principalmente por parte de organismos dos países do Terceiro Mundo, vêm mostrar que tal idéia de “tecnologia” como mercadoria não é correta. Isso vem confirmar a idéia de que tecnologia é algo que se aprende e não se compra. É obvio que é possível comprar um pacote de planos e especificações, com alguma finalidade tecnológica, mas se não houver indivíduos, inseridos em circunstâncias sociais, capazes de “compreender” a tecnologia em questão, seu resultado será nulo. Isso explica o fracasso constante da transferência de tecnologia dos países mais desenvolvidos para os menos. A História da Tecnologia está mostrando que a transferência de tecnologia só é bem-sucedida quando, no país receptor, já se desenvolveu um sistema educacional e se instituiu uma capacitação técnica capazes de garantir um saber como operar a tecnologia adquirida. Portanto pode-se afirmar categoricamente que tecnologia não é mercadoria que se compra, mas saber que se adquire aprendendo.

Pois bem, quando se percebeu que os resultados do desenvolvimento tecnológico não eram todos, nem sempre, favoráveis à qualidade de vida humana, as instâncias sociais críticas contra a tecnologia começaram a tomar corpo nas sociedades modernas. Aliás, já foi dito que esse antagonismo antitécnico já surgiu em relação à industrialização quando, na Europa, estabeleceu-se a divisão entre os técnicos e os humanistas, no final do século passado e início deste. Mas foi o terror provocado pela bomba atômica que veio trazer a consciência de que a tecnologia poderia pôr em risco a própria existência humana. A denúncia, por parte dos ecologistas, da degradação do ambiente e da extinção de espécies vivas foi atribuída diretamente à tecnologia. Esqueceu-se o fato notável de que a solução de tais problemas tem sido necessariamente tecnológica. Por outro lado, a computação eletrônica e a informática vieram despertar o temor de que todo saber seja monopolizado pelo computador e limitado ao automatismo da computação numérica, com a renúncia ao pensamento intuitivo e à criatividade espontânea. Não se pode negar que a informática leva a supervalorizar os bancos de dados armazenados em memórias eletrônicas, desvalorizando a imaginação, pois essa não pode ser computadorizada. Finalmente, há o temor de que a biotecnologia venha a ser utilizada na manipulação dos próprios seres humanos e quiçá na “fabricação” de andróides. Tudo isso veio trazer à consciência de que a tecnologia está sujeita a uma utilização deficiente ou pernicioso, não somente por parte dos tecnólogos mas pela própria sociedade como um todo.

Como não é possível pensar que, no mundo moderno, recorra-se a outros meios senão aos científicos, para a solução de problemas materiais, resulta que as críticas sociais aos desvirtuamentos tecnológicos incorporaram-se ao próprio sistema tecnológico. Apareceu, então, interpondo-se entre a tecnologia e os seus agentes executores - tais como a engenharia e a indústria -, uma instância que se propôs chamar de “filtros sociais”.

Estes são, em suma, constituídos pela somatória das opiniões formadas numa sociedade, a respeito da conveniência, adequação, qualidade e efeitos da adoção de uma certa tecnologia. Evidentemente essas opiniões, embora formadas a partir de manifestações de organismos estranhos à tecnologia, vêm a in-

cluír-se no sistema tecnológico, a partir do momento em que elas passam a ser consideradas, aceitas ou refutadas. Aliás, a atual obrigatoriedade dos relatórios de impacto ambiental, nos projetos de engenharia, é já um sinal da inclusão dos “filtros sociais” no sistema tecnológico.

Os órgãos que formam os filtros sociais tanto são os de orientação, gerenciamento e política científica e tecnológica, como os de defesas ambientais, da imprensa e da literatura e, finalmente, a própria opinião pública. Por mais violentos que pareçam os ataques desses órgãos, ditos defensores do ambiente e do humano, o que se tem verificado é que as opiniões, formadas através deles, tendem a ser incorporadas ao próprio sistema tecnológico. É notório, por exemplo, que os ambientalistas denunciam a poluição produzida pelas fábricas, mas é a própria tecnologia que é, afinal, convocada para resolver tais problemas. Por isso insiste-se, mais uma vez, em afirmar que os filtros sociais não são externos ao sistema tecnológico nas sociedades modernas. Eles incluem-se nesse sistema.

Ora, isso corresponderia a incluir na tecnologia uma teoria dos valores e uma ética; o que parece desarrazoado dado o fato de ser a tecnologia uma aplicação de conhecimentos científicos e tais conhecimentos não incluem nem valores nem ética. Isto é: o conhecimento científico não pode ser obstado pela alegação de que é bom ou mal, benéfico ou pernicioso. A História tem mostrado que as tentativas de impedir o progresso do conhecimento científico por razões religiosas, políticas ou éticas não têm conseguido vingar. As próprias opiniões pessoais de cientistas não influem em nada sobre a verdade dos resultados de suas pesquisas científicas. É o caso do *“epur si muove”* dito por Galileu, não obstante ter ele próprio, diante da Inquisição, renunciando a sua defesa da teoria heliocêntrica de Copérnico, declarado solenemente que a Terra estava parada no centro do universo.

Como conciliar, então, essa mentalidade do conhecimento científico sobre o qual baseia-se a tecnologia, com os juízos de valores e de ética presentes nos filtros sociais inclusos na própria tecnologia? Em primeiro lugar é preciso constatar que essa inclusão não vem sendo realizada facilmente. No sistema industrial anterior, ela estava totalmente ausente. Foi preciso que a humanidade se conscientizasse dos “perigos”

que a energia nuclear, a biotecnologia e a automatização eletrônicas traziam para a própria existência humana, para que essas instâncias axiológicas, éticas e morais fossem lentamente sendo aceitas.

Isso foi possível porque a tecnologia pode não ser considerada “neutra” - como o são as ciências. De fato, em vez de se considerar a tecnologia como “aplicação” das ciências deve-se considerá-la como utilização das ciências, para servir a um certo fim. Ora, esse “servir-para” das tecnologias implica um certo comportamento humano em relação a elas e, portanto, uma ética, não tanto por parte dos próprios tecnólogos mas muito mais por parte dos que a utilizam e decidem sobre sua utilização.

Por outro lado, esperar das ciências e das tecnologias que se autolimitem é pretender incluir nestas juízos de valor ou regras morais, estranhas a elas. Pretender que cientistas ou tecnólogos recuem diante da verdade resultante de suas pesquisas, em nome de um bem-estar social, é menosprezar o amor à verdade que caracteriza todo pesquisador. Além do mais, deixar de utilizar as tecnologias relacionadas com a energia nuclear, computação eletrônica ou genética, por serem consideradas “perigosas” para a humanidade, se fosse possível, seria a renúncia a viver no mundo contemporâneo.

Dessas contradições que, queiramos ou não, já são internas ao sistema tecnológico, surge o fato de que os “filtros sociais” já existentes podem funcionar mal; de um lado devido à ignorância ou falta de sensibilidade humana, tanto por parte dos executores da tecnologia como dos seus críticos, do outro por poderem ser esses filtros controlados por indivíduos e grupos mal-intencionados, os quais jogam com as ambigüidades, acima mencionadas, entre saber objetivo e valores éticos.

Portanto, para garantir o bom funcionamento dos referidos filtros é necessário que se incluam valores éticos na ação dos tecnólogos (embora não o possam ser, no saber básico científico). E além disso, são necessárias restrições éticas e legais às engenharias e às indústrias; ao mesmo tempo que a ação dos componentes críticos dos filtros sociais seja pautada pela ética, além de devidamente esclarecida.

Ora, isso vem trazer uma série de problemas filosóficos pois interfere diretamente na vida humana, principalmente no que concerne à inviolável liberdade do homem. O filósofo



espanhol Julian Marias, discípulo de Ortega y Gasset, elevou a análise do problema dos efeitos da tecnologia na vida humana ao nível de reflexão filosófica num seu pequeno porém denso livro, recentemente traduzido para o português (3). Tal reflexão dá-se num contexto metafísico. Pois, para Ortega, a realidade é tudo que encontro em minha vida, sendo essa entendida como realidade radical, no âmbito da qual brotam todas as outras, inclusive a tecnologia. A vida concreta que é a minha vida (a de cada um). Pois a vida humana é condicionada por sua estrutura empírica. No dizer de Marias: “a estrutura empírica da vida humana é a forma concreta da nossa circunstancialidade”. Isto é: para que haja vida humana são necessários requisitos tais como a corporalidade, a mundanidade, a sobrevivência limitada, a sucessão de idades e de gerações, a condição sexuada, a sensorialidade, as condições amorosas e outras. Marias analisa pormenorizadamente essa estrutura empírica em sua *Antropologia Metafísica* (4). Pois essa estrutura está sujeita a ser modificada pela técnica, não só no sentido de ampliá-la como restringi-la.

Mas quando se trata do sistema tecnológico, como instalado na sociedade moderna, as conseqüências dessas modificações, como já foi referido anteriormente, ameaçam a própria liberdade humana, pois a tecnologia impõe necessidades nem sempre aceitas por todos, e nem sempre possíveis de serem satisfeitas em todas as sociedades. Por outro lado, ela pode ser controlada por regimes despóticos que restrinjam a liberdade de um povo.

Marias não se refere ao “sistema” tecnológico. Restringe-se a tratar das conseqüências de uma tecnologia: a eletrônica, no que se refere às suas aplicações aos sistemas de comunicações, à computação e à memória eletrônica. Acredita que tais tecnologias serão utilizadas cada vez mais intensamente, constituindo-se como necessidade humana, muito próxima daquilo que, por milênios, foi chamado “destino”. Mas é otimista em relação aos “perigos” da tecnologia e acredita ser possível controlá-los, aceitando-os como um risco calculado, de pequena probabilidade, por um pensamento “lúcido e esclarecido”. Diz ele: “O homem é intrinsecamente livre; e o é por força irremediavelmente, e com essa

liberdade tem que se defrontar com todos os ingredientes de sua vida, sem excluir, é claro, os que ameaçam anulá-la; talvez possa ele obrigá-los a dilatá-la”.

Assim Marias preconiza, para evitar os riscos decorrentes da ampla adoção da tecnologia eletrônica, certas atitudes semelhantes às já adotadas em relação à sociedade industrial do carvão, baseadas no fato de que a utilização da energia, quer térmica, quer elétrica libertou os homens de um trabalho exaustivo. Da mesma forma, a sociedade tecnológica, baseada na computação e memória eletrônica, libertaria o homem daquele segmento do pensamento que já é, por si, mecanizado. Isto é: os trabalhos de contabilidade, orçamentos, catalogação de arquivos e cálculos infundáveis. Diz Marias textualmente: “Eliminam o pensamento ‘bruto’ e nos deixam livres ‘para pensar’, para exercer o ‘pensamento lúcido, inteligente’. Esse continuará pertencendo à pessoa irredutível a toda coisa”. Será isso que permitirá a defesa da liberdade humana, evitando a ameaça de desumanização.

Dessa forma, Marias insiste que, antes de mais nada, toda informação eletrônica deverá ser internacionalizada, isto é, ser considerada patrimônio da humanidade, como já é, em grande parte, o conhecimento científico, pois esse é, necessariamente, divulgado em revistas, livros e congressos internacionais. As tentativas extra-científicas de manter descobertas científicas em segredo têm fracassado continuamente.

O segundo passo de defesa, preconizado por Marias, consistiria numa atitude individual de cada um, defendendo-se de uma invasão de sua vida privada. Isto é, insistindo que qualquer informação sobre sua vida privada, por meio de processos eletrônicos, constituiria uma redução de sua liberdade. Mas, continua Marias, mais grave são as restrições à liberdade política, em face de medidas baseadas no controle da tecnologia eletrônica, por governos, políticos ou grupos autoritários. Ameaças desse tipo teriam que ser combatidas por ação individual, baseada num pensamento “lúcido e esclarecido”. Segundo Marias, “a primeira e mais eficaz defesa é a afirmação da liberdade e, ainda mais, a aceitação do risco”. Isto é, a atuação individual deve ser indiferente ao risco,

3 Julian Marias, *Cara e Coroa da Eletrônica*, tradução de Diva de Toledo Piza, São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1988.

4 Julian Marias, *Antropologia Metafísica*, tradução de Diva de Toledo Piza, São Paulo, Livraria Duas Cidades, 1971.

acreditando que sua probabilidade é pequena.

Contudo é de se considerar que a ação individual, embora pautada num pensamento “lúcido e esclarecido”, não seja suficiente para afastar os “perigos” não tão-somente das tecnologias mas dos sistemas tecnológicos (como foram anteriormente identificados). Dada a abrangência desses sistemas na sociedade atual é possível que eles venham impor-se não só à estrutura empírica mas, também, à própria “vida humana” - no sentido metafísico que lhe empresta Julian Marias -, subordinando-a a imperativos da razão técnico-científica e modificando-a profundamente.

Esse é o caso da Biotecnologia e da Engenharia Genética que, embora possam ampliar e melhorar as condições de vida dos homens, podem, também, ameaçar o próprio ser humano. Não se trata mais de uma ameaça à privacidade da pessoa, como é o caso das aplicações da eletrônica na informática, nem de ameaça à vida biológica, como é o caso da energia nuclear. A Biotecnologia e a Engenharia Genética ameaçam a humanidade, com a tecnologia de recombinação do DNA, de tornar possível a seleção de indivíduos segundo padrões determinados, convenientes para cada função social, e de condená-los a não ser outra coisa senão aquilo determinado pelos respectivos padrões genéticos.

Carl Mitcham, estudando as questões éticas, em sua filosofia da tecnologia (5) insiste que, tanto os órgãos de saber e de pesquisa, constituídos pela ciência e pela tecnologia, como os de realização - as indústrias e as engenharias - sejam fortalecidos por uma ética condizente com a tecnologia. Não uma ética condizente com a tecnologia. Não uma ética que seja absorvida por conceitos tecnológicos nem a abolição de certas tecnologias em nome de preceitos éticos. Mas essencialmente uma ética de *responsabilidades*, a qual justificaria “uma ampliação de forma legal da responsabilidade; um aumento da sensibilidade dos cientistas e tecnólogos, com relação às questões de responsabilidade social; o desenvolvimento dos códigos éticos para as profissões técnicas; a responsabilidade como conceito central da ética cristã; e a análise filosófica da responsabilidade que sempre este-

ve presente na sociedade tecnológica”.

Essa idéia de responsabilidade teria como modelo a já existente responsabilidade legal de todo fabricante industrial, a qual reza que qualquer produtor industrial cujo produto apresente um defeito que venha a causar danos a um ser humano seja sujeito a sanções penais. Entretanto, no caso de sistema tecnológico atual a responsabilidade tanto individual como legal deve ir muito além da dos fabricantes de produtos industriais, pois suas ameaças não são tão-somente a indivíduos mas sim à humanidade.

Mitcham não afirma expressamente, mas é de se admitir que essa responsabilidade não pode ser atribuída tão-somente ao cientista, ao tecnólogo, ao engenheiro ou ao industrial, individualmente, mas ao sistema tecnológico como um todo. É necessário, portanto, desenvolver um novo conceito de responsabilidade coletiva. Aos cientistas e tecnólogos não caberia restringir ou não levar a cabo suas pesquisas, mas divulgar a compreensão completa dos perigos e riscos decorrentes delas. Aos filtros sociais é que caberia criticá-las e restringi-las; porém, de acordo com códigos esclarecidos que estabelecessem a conduta ética em base a responsabilidades bem definidas dos indivíduos e órgãos que compõem o sistema tecnológico.

Um modelo próximo dessa ética tecnológica seria a já existente e já ensinada Bioética, centrada na questão tão perigosa da tecnologia do DNA recombinante. A Bioética objetiva desenvolver um código abrangente atinente desde os pesquisadores até dirigentes governamentais e indústrias ou engenharias relacionadas com a genética (6).

Evidentemente a responsabilidade, como disposição de responder perante si mesma e à sociedade pelos riscos e danos do mau uso da tecnologia, é tanto menor quanto maior for a ignorância ou a falta de sensibilidade social dos que a detêm; e isso depende do maior ou menor nível de cultura da sociedade tecnológica de cada povo. Porém, para atingir um nível cultural condizente com as responsabilidades acima mencionadas será necessária, como insiste Julian Marias, a ação individual, baseada num pensamento lúcido e esclarecido, defendendo e afirmando a liberdade como essencial para a vida humana.

5 Carl Mitcham, *Qué es la Filosofía de la Tecnología*, in Barcelona, Anthropos Editorial del Hombre, 1989.

6 Silvio Valle e Antenor Amancio Filho, “Modernas Tecnologias e Garantias Individuais”, memória apresentada ao V Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, Ouro Preto, 1995.