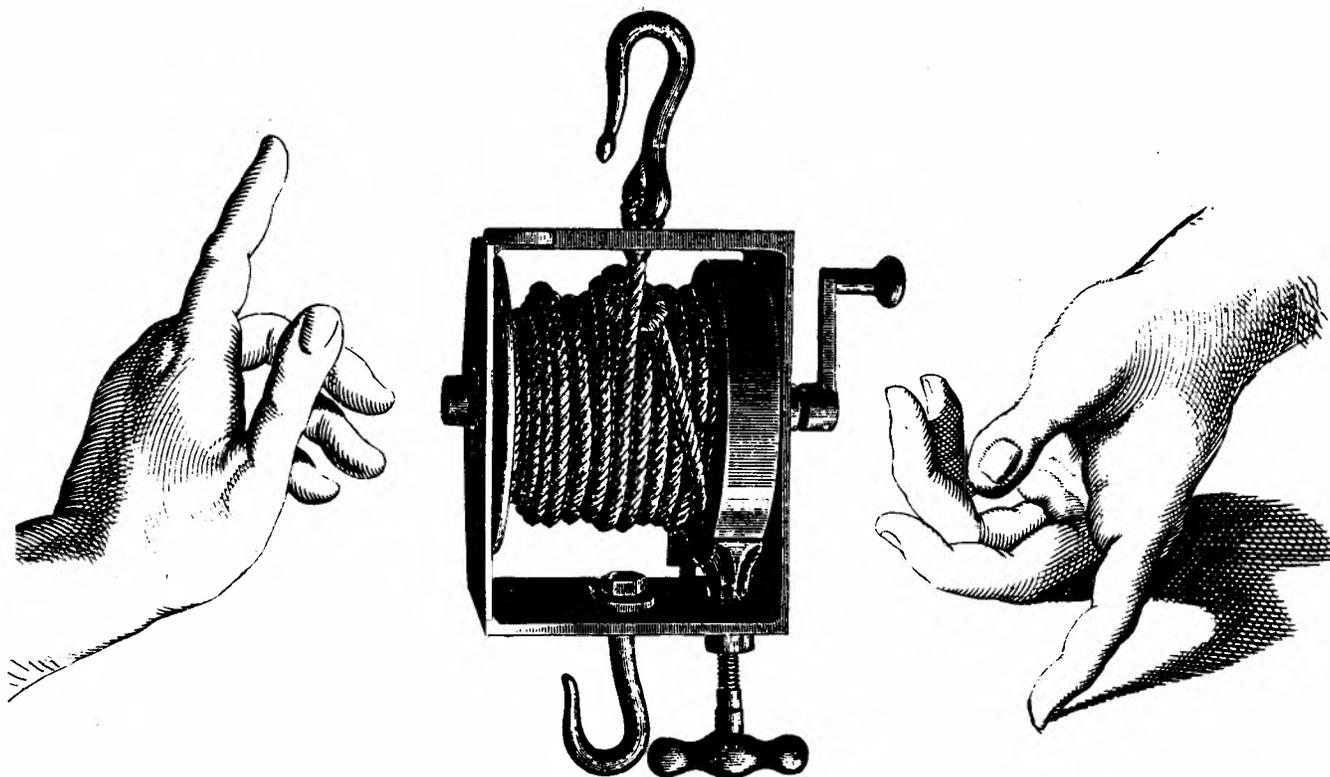


SISTEMAS TECNOLÓGICOS ALTERNATIVOS



■ José Carlos Barbieri

Professor do Departamento de Administração de Produção e Operações Industriais da EAESP/FGV e Professor na área de Administração e Economia na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS/CCHS).

INTRODUÇÃO

Praticamente todos os países do Terceiro Mundo que experimentam algum processo de industrialização ou modernização dos seus sistemas produtivos são importadores de tecnologia. Isso ocorre tanto em países como o Brasil, que apresenta um parque industrial já consolidado em alguns setores, quanto em países essencialmente agrícolas e exportadores de bens primários. Dentre os principais fornecedores de

tecnologia estão as empresas multinacionais, que são as que mais investem em programas de Pesquisa e Desenvolvimento Experimental (P&D). Nos centros de P&D dessas corporações multinacionais são concebidos produtos e processos novos ou modificados, bem como todo o esquema de produção e comercialização em escala internacional. Nos países do Terceiro Mundo realizam-se as etapas finais do processo produtivo através de uma atividade econômica dependente, baseada na instalação de filiais, importação de bens de capital, matérias-primas sintéticas, licenciamento de marcas e patentes, contratação de serviços técnicos etc.

Essa situação de dependência econômica e, por conseguinte, tecnológica, é o maior entrave para que os países do Terceiro Mundo possam produzir, selecionar e adotar tecnologias apropriadas às suas necessidades específicas e aos recursos de que eles dispõem. O objetivo deste tra-

balho é apresentar algumas questões ligadas à tecnologia apropriada a países que, a exemplo do Brasil, possuem estrutura produtiva com forte dependência externa. Assim, em primeiro lugar, serão apresentadas as formas básicas de que as multinacionais se valem para impor sua tecnologia aos países periféricos. Depois, serão mostrados alguns dos principais conceitos relacionados às propostas de tecnologias alternativas. A idéia básica presente neste trabalho é a de que as tecnologias incorporam valores das sociedades que as produzem e, por isso, a importação indiscriminada de tecnologia deve ser evitada a todo custo.

A TECNOLOGIA DAS MULTINACIONAIS

Nos países do Terceiro Mundo, a tecnologia industrial em grande parte foi introduzida com a instalação de filiais de empresas multinacionais. É fato notório que as filiais de multinacionais produzem muito pouca tecnologia nos países onde estão instaladas, mantendo-se permanentemente dependentes de suas matrizes. Via de regra, essas filiais apenas realizam algum desenvolvimento periférico, no sentido de adaptar o produto ou processo às condições locais, tais como tamanho do mercado, peculiaridades da demanda do local, características das matérias-primas, qualidade da mão-de-obra etc. Por isso, quase toda a produção de tecnologia das multinacionais está centralizada nos países de origem, junto às suas sedes. Por exemplo, dados de um relatório do Senado dos Estados Unidos mostram que os gastos com P&D das multinacionais norte-americanas fora deste País representam menos de 6% do total e são efetuados na sua maior parte em países desenvolvidos — Canadá, Reino Unido, República Federal da Alemanha, França etc.¹ Essa centralização das atividades de P&D, mais que uma questão de especialização ou ganho de escala pela concentração de esforços em poucos lugares, é uma estratégia voltada para dominar amplos mercados com riscos e custos mínimos.

As atividades de P&D centralizadas permitem às multinacionais maximizar os investimentos nestas áreas, uma vez que os resultados obtidos serão utilizados em diversos países ao mesmo tempo. Tal prática permite que os transplantes de tecnologia para as filiais ou empresas associadas apresentem um custo marginal muito menor. Permite ainda a existência de diversos estágios simultâneos de desenvolvimento tecnológico: no país de origem e em outros países desenvolvidos utilizam-se as tecnologias mais aperfeiçoadas, face ao tamanho do mercado, a

consumidores mais exigentes e organizados, a regulamentações governamentais mais rigorosas e a sindicatos trabalhistas mais atuantes. Nos países menos desenvolvidos, utilizam-se tecnologias mais antigas, inclusive aquelas que foram condenadas nos países de origem.

Sendo a tecnologia um bem imaterial, constituída de conhecimentos difíceis de serem estimados em termos monetários, ela se presta às práticas fraudulentas, tais como o superfaturamento e o subfaturamento dos produtos que a incorporam. Assim, as multinacionais conseguem reduzir o montante global das suas obrigações tributárias, transferindo preços de um país para outro, conforme as circunstâncias e, com isso, ampliam as suas oportunidades de auferir lucros. Conforme exemplo de Michalet, considerando que A e B sejam duas filiais de multinacionais e A venda componentes para B, a elevação dos preços pode ser decidida em função da redução do lucro de B e o consequente aumento dos lucros de A, quando a fiscalização é mais severa em B do que em A; o subfaturamento pode ser usado para reduzir os gastos com importação, quando as tarifas alfandegárias são mais elevadas no país importador.² Essas práticas comerciais são realizadas em função das necessidades de financiamentos internos das multinacionais, bem como para burlar as legislações fiscais e cambiais dos países hospedeiros, principalmente quando estes procuram disciplinar ou impor restrições às remessas de lucros das filiais para as suas matrizes. Dados citados por Rattner mostram que o "superfaturamento em países em desenvolvimento se estende de 30 a 800% acima dos preços normais, enquanto o subfaturamento das exportações oscila entre 40 e 60% dos preços vigentes no mercado mundial"³. Um outro estudo mostrou que as multinacionais pagam preços de importação mais elevados que as empresas brasileiras⁴. Dados como estes atestam a importância dos preços de transferência (*transfer pricing*)

1. MICHALET, Charles Albert. *O capitalismo mundial*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983, pp. 206-207.

2. Idem, *ibidem*, p. 245.

3. RATTNER, Henrique. *Tecnologia e sociedade: uma proposta para os países subdesenvolvidos*. São Paulo, Brasiliense, 1980, pp. 85-86.

4. NATKE, Paul A. "A comparison of import pricing by foreign and domestic firms in Brazil", in RUGMÉN, Alan M. & EDEN, Lorraine (orgs.) *Multinationals and transfer pricing*, Sidney, Australia, Croom Helm Ed., 1985, cap. 11, pp. 213-219.

como instrumentos de ampliação da competitividade das multinacionais frente às empresas locais e às custas de prejuízos para o país como um todo.

A centralização de P&D também facilita a manutenção de reservas de mercado em diversos países ao mesmo tempo e a um baixo custo, utilizando-se para isso dos sistemas de patentes e marcas, pois estas conferem aos seus titulares o direito exclusivo da sua exploração por prazos determinados. As invenções desenvolvidas por uma multinacional podem ser patenteadas com relativa facilidade e baixo custo nos países onde ela atua ou pretende atuar, bastando acionar os recursos organizacionais das suas filiais. Assim, criam-se monopólios legalmente protegidos onde a empresa pode explorar efetivamente o objeto patenteado ou impedir que outras explorem. Em muitos casos, o patenteamento de um invento em vários países ao mesmo tempo favorece o estabelecimento de acordo com outras empresas detentoras de patentes e *know-how* relacionadas com uma dada inovação, no sentido de formar verdadeiros cartéis com o objetivo de reartir o mercado mundial entre elas.

Conforme observa Chudnovsky, a lógica dos sistemas de patentes se explica no contexto do século XIX, quando os inventores independentes tinham um papel preponderante nas inovações tecnológicas. Transformações posteriores diminuíram a importância desses inventores, sendo hoje as grandes empresas que dão origem às inovações mais significativas. Para esse autor, os sistemas de patentes visam, na atualidade, proteger as empresas de um modo geral e, em particular, as multinacionais que registram suas patentes na maior parte dos países⁵. De fato, ao longo dos anos vem ocorrendo uma queda persistente do percentual de patentes concedidas a indivíduos (inventores independentes), sendo que hoje são as empresas, principalmente as maiores e as multinacionais, que detêm o maior percentual de patentes concedidas no mundo todo. Por exemplo, dados obtidos por um estudo realizado pela ONU mostram que nos Estados Unidos o percentual de patentes de indivíduos, em relação ao total de patentes concedidas, caiu de 81% em 1908 para 39% em 1955; no Canadá, esse percentual caiu de 97% em 1908 para 37% em 1967; no Chile, ele passou de 50% em 1927 para 13% em 1967⁶. No Brasil, o percentual de patentes concedidas caiu de 28% no início da década de 50 para 15% na década de 70⁷. Embora não existam dados mais atuais divulgados, essa porcentagem certamente deverá, na melhor das hipóteses, ser a mesma.

A maioria das patentes existentes pertencem às empresas situadas nos países capitalistas ricos, dentre elas as multinacionais. O mesmo estudo da ONU acima mencionado estimou que dos 3,5 milhões de patentes em vigor no mundo todo em 1972, somente 6% haviam sido concedidas pelos países menos desenvolvidos, sendo que, destas, 84% pertenciam às grandes empresas de cinco países: Estados Unidos, República Federal da Alemanha, Reino Unido, Suíça e França⁸. Essa situação vem se mantendo praticamente inalterada; dados divulgados pela UNCTAD mostram que as patentes concedidas pelos países menos desenvolvidos representavam cerca de 6% do total em 1980, sendo que a participação dos não residentes nesta região foi de 83%⁹. A única diferença que existe hoje é, talvez, a inclusão das empresas multinacionais japonesas entre as maiores detentoras de patentes do mundo, inclusive na região do Terceiro Mundo.

Grande parte das patentes concedidas não chegam a ser utilizadas industrialmente, pois, como já se sabe, nem toda invenção ou modelo tem condição de ser transformada em inovações. Porém, o percentual de utilização efetiva das patentes concedidas é muito maior nos países desenvolvidos do que nos demais. Estima-se que a utilização de patentes estrangeiras nos países menos desenvolvidos não ultrapasse 10% do total, enquanto uma pesquisa realizada nos Estados Unidos revelou que mais de 50% das patentes aí concedidas eram utilizadas durante o seu período de validade. De acordo com Chudnovsky, nos países desenvolvidos as patentes são utilizadas pelas grandes empresas para proteger o fluxo de inovações e facilitar as licenças mútuas (*cross licencing*). Nos países do Terceiro Mundo, as patentes das multinacionais

5. CHUDNOVSKY, Daniel. "O Terceiro Mundo e a economia política das patentes de invenção", in *Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento*. Brasília, CNPq e UNESCO, 1983, pp. 68-69.

6. LUSTOSA, J. Augusto. *O papel do sistema de patentes na transferência de tecnologia aos países em desenvolvimento*. Rio de Janeiro, Forense, 1979, pp. 129-130. Tradução e adaptação do original inglês produzido pela ONU em 1975.

7. BARBOSA, A.L. Figueira. *Propriedade e quase-propriedade no comércio de tecnologia*. Brasília, CNPq, 1978, p.57.

8. LUSTOSA, J. Augusto. Op. cit., p. 183.

9. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). *UNCTAD statistical pocket book*. New York, ONU, TAD/INF & PUB/ 84.4, 1984, p. 81.

servem para:

1. bloquear o potencial de inovações locais e inibir a cópia por parte de empresas nacionais;
2. dar mais segurança jurídica ao titular estrangeiro, caso este venha a conceder licença para a exploração da sua patente;
3. contribuir para elevar o montante dos investimentos estrangeiros diretos, pois as patentes (e as marcas também) podem ser capitalizadas, influenciando, portanto, na repatriação de dividendos e aumentando as indenizações nos casos de uma eventual nacionalização; e
4. estabelecer o monopólio de importação, uma vez que a patente concedida confere este direito em muitos países ¹⁰.

Com esta última prerrogativa legal assegurada, uma empresa pode manter o mercado de um ou mais países reservado para os seus produtos patenteados ou produzidos sob processo protegido por patente e suprir a demanda com a produção realizada por uma fábrica instalada em outro país.

A exclusividade da importação de produtos patenteados ou produzidos sob processo patenteado encontra-se estabelecida na Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial, que é a base do sistema internacional de patentes. Essa Convenção foi assinada pela primeira vez em 1883 e revista em diversas ocasiões, sendo a última a Revisão de Estocolmo de 1967. Em todas as revisões da Convenção de Paris, os países do Terceiro Mundo tiveram uma participação marginal, resultando daí o fortalecimento dos titulares de patentes ¹¹. E isso interessa às empresas multinacionais, pois são elas que possuem a maior parcela das patentes concedidas no mundo todo. Nas diversas reuniões diplomáticas preparatórias para uma nova revisão da Convenção de Paris, os países do Terceiro Mundo têm-se manifestado contrariamente à importação como um direito do titular da patente. Outra reivindicação desses países refere-se à criação de instrumentos legais mais eficazes, que obriguem os titulares de patentes a explorarem efetivamente o seu objeto através da produção industrial no próprio país.

Como foi mostrado acima, as multinacionais transplantam pacotes tecnológicos com a mínima adaptação ao meio social, econômico e cultural dos países menos desenvolvidos. Para as multinacionais, essa forma de transplante maximiza seus lucros globais, ao mesmo tempo em que assegura mercados cativos com baixo custo de manutenção. Uma tecnologia assim produzida e utilizada em escala internacional cria obs-

táculos ao surgimento de produtores locais, bem como de uma capacitação tecnológica autônoma. Por isso, via de regra, algumas poucas filiais de multinacionais repartem entre si o mercado dos setores mais dinâmicos de todos os países onde elas se instalaram. As empresas nacionais, quando adquirem tecnologia do exterior, com frequência o fazem através de acordos com grandes empresas estrangeiras, geralmente empresas oligopolísticas em seus países de origem.

De um modo geral, pode-se dizer que as tecnologias mais relevantes para os países do Terceiro Mundo que se envolveram em um processo de industrialização são originadas nos setores oligopolizados dos países desenvolvidos. E isso traz conseqüências danosas para os países em desenvolvimento, caso tais tecnologias sejam importadas de modo indiscriminado e sem a necessária adaptação ao meio físico e social do país receptor.

TECNOLOGIA APROPRIADA

Tanto para o país quanto para as empresas isoladamente consideradas, não é conveniente produzir toda tecnologia internamente nem tampouco depender completamente de fornecimento externo. Para qualquer empresa, uma situação de completa dependência compromete a sua própria sobrevivência. Por exemplo, uma vez aberto o mercado por uma empresa, com base em tecnologia importada, o fornecedor pode impor restrições ao suprimento de tecnologia com vistas a obter maiores vantagens, ou, o que é mais grave, cortar o fornecimento e criar uma filial no país, beneficiando-se de um mercado já existente para seus produtos. A dependência tecnológica também é prejudicial para o país não só pela evasão de recursos, mas principalmente pela perda da capacidade de decidir soberanamente sobre assuntos de sua competência, uma vez que as tecnologias, que permeiam

10. CHUDNOVSKY, Daniel. Op. cit.

11. A Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial foi assinada em Paris, em 1883, por onze países, entre eles o Brasil. Essa convenção sofreu seis (6) revisões posteriores, a saber: Revisão de Bruxelas (1900); de Washington (1911); de Haia (1925); de Londres (1934); de Lisboa (1958); e, por último, a Revisão de Estocolmo (1967). Atualmente, 97 países fazem parte desta Convenção. O Brasil aderiu à Revisão de Haia de 1925 e em 1975 aderiu à Revisão de Estocolmo do artigo 13 em diante, isto é, apenas no que se refere aos assuntos administrativos do *Bureau International* para a Proteção da Propriedade Intelectual (BIRPI), atual Organização Mundial para a Propriedade Intelectual (OMPI).

toda a atividade econômica, são decididas e criadas fora dos seus limites.

A evasão de recursos que tal dependência tecnológica acarreta aos países do Terceiro Mundo não se restringe aos recursos financeiros. Essa dependência, ao reduzir as oportunidades de produção de conhecimentos científicos e tecnológicos internos, gera o fenômeno da emigração de profissionais graduados desses países para os mais desenvolvidos. Esse fenômeno, que a UNCTAD denomina de "transferência inversa de tecnologia" (*reverse transfer*), apresenta números alarmantes: por exemplo, de 1961 a 1979, mais de 580 mil profissionais especializados trocaram seus países do Terceiro Mundo pelos Estados Unidos, Canadá e Reino Unido¹². Um estudo realizado pela UNCTAD mostrou que, de 1965 a 1970, mais de 20% do crescimento de engenheiros e cientistas empregados nos Estados Unidos procediam do estrangeiro, sendo que aproximadamente 70% deles vieram dos países menos desenvolvidos. Através desse processo de transferência inversa, os países pobres e tecnicamente mais atrasados transferem continuamente parte do seu capital técnico para os países que já contam com uma capacidade tecnológica muitíssimo maior¹³. Além da falta de trabalho e de melhores salários, as perseguições políticas também contribuem para a evasão de conhecimentos e habilidades dos países menos desenvolvidos. A história recente do Brasil é farta em casos desse tipo, quando milhares de cientistas, tecnólogos, professores universitários e outros profissionais especializados tiveram de deixar o País para fugir da repressão instaurada pelo regime militar, após o golpe de 1964.

Para os países menos desenvolvidos, a importação indiscriminada de tecnologia produzida nos países ricos traz distorções de todo tipo, dentre elas a introdução de tecnologia intensiva em capital, o qual é justamente o fator escasso nesses países; a produção de bens suntuários para consumo de uma minoria da população, enquanto a maioria continua abaixo do nível mínimo de subsistência; a utilização de matérias-primas importadas em vez daquelas que podem ser obtidas internamente; alterações nos costumes das populações locais, levando inclusive à perda das suas características culturais. Degradação do meio ambiente e concentração de renda completam o rol de distorções associadas à introdução de tecnologia desenvolvida em função de interesse dos países ricos ou, mais especificamente, das grandes empresas aí sediadas.

Problemas dessa natureza contribuíram para o surgimento, nas últimas décadas, de diversas

propostas tais como tecnologia intermediária, tecnologia de baixo custo, tecnologia de vila e outras. Jequier & Blanc denominam ao conjunto dessas propostas de "movimento da tecnologia apropriada", embora exista uma diversidade de concepções tecnológicas, conforme mostra o Quadro 1. Para esses autores, "tecnologia apropriada" é reconhecida atualmente como a expressão genérica que identifica uma grande variedade de tecnologias que apresentam uma ou mais das seguintes características:

- baixo investimento por posto de trabalho;
- baixo capital investido por unidade produzida;
- baixo custo do produto final;
- simplicidade organizacional;
- alto grau de adaptabilidade ao ambiente social e cultural;
- economia no uso de recursos naturais; e
- grande potencial de geração de empregos¹⁴.

Dickson relaciona os seguintes elementos comuns a essa concepção, que ele denomina de tecnologias alternativas:

- mínima utilização de recursos não renováveis;
- mínima interferência ecológica;
- auto-suficiência regional e subregional; e
- eliminação da exploração e da alienação dos indivíduos¹⁵.

Reddy, pesquisador do Instituto de Ciência da Índia, em Bangalore, mostra que a palavra "apropriada" adquire significado somente quando a questão "apropriada a quê?" for respondida. Na expressão "tecnologia apropriada", os sentidos mais usuais da palavra "apropriada" são: "apropriada ao país ou região" e "apropriada às proporções dos fatores do país ou região". Ainda conforme Reddy, uma tecnologia deve ser julgada apropriada (ou não) em relação aos objetivos de um desenvolvimento ambiental susten-

12. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). Op. cit., p. 82.

13. _____ *La transmisión inversa de tecnología: efectos económicos del exodo de personal capacitado de los países en desarrollo*. Ginebra, UNCTAD, TD/B/AC.11/25, 1974, pp.3-4.

14. JEQUIER, Nicolas & Blanc, Gerard. *The world of appropriate technology: a quantitative analysis*. Paris, OCDE, 1983, p. 11 em diante.

15. DICKSON, David. *Tecnología alternativa y políticas del cambio tecnológico*. Madrid, H. Blume Ediciones, 1978, p. 23.

QUADRO 1: Tecnologia Apropriada - Algumas Concepções

■ **TECNOLOGIA ALTERNATIVA:**

é o termo usado para descrever novos tipos de equipamentos e formas organizacionais que representam alternativas viáveis às tecnologias modernas. Exemplo: agricultura orgânica produzida em unidades de pequena escala em vez de culturas de larga escala, intensivas de energia.

■ **TECNOLOGIA INTERMEDIÁRIA:**

é a tecnologia que se situa entre a tecnologia tradicional e a moderna. Trata-se de uma noção relativa. Por exemplo: o arado puxado a boi é uma tecnologia intermediária para alguns países da África, pois é mais sofisticado que a tradicional enxada manual e menos sofisticado do que o trator a diesel, porém, no Sudeste Asiático, esse tipo de arado seria considerado tradicional. O conceito de tecnologia intermediária foi desenvolvido por Schumacher.

■ **TECNOLOGIA DE BAIXO CUSTO:**

é a tecnologia cuja característica é o baixo custo dos produtos ou serviços finais, ou baixo custo dos investimentos necessários para produzi-los. Exemplo: sistema para filtrar água usando palha de coco ou de arroz.

■ **TECNOLOGIA SUAVE:**

é a tecnologia bem adaptada ao ambiente social e cultural, que usa recursos renováveis em vez de não renováveis e produz o mínimo de danos ao ecossistema. Exemplo: moinho a vento, pequenas turbinas hidroelétricas.

■ **TECNOLOGIA DE VILA:**

tecnologia de pequena escala voltada principalmente para as necessidades básicas da população rural nos países menos desenvolvidos. Esse conceito foi introduzido, entre outras, pela UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância). Exemplo: pequenos sistemas rurais para conservação e armazenamento de alimentos.

■ **TECNOLOGIA COMUNITÁRIA:**

tecnologia de pequena escala que não requer infra-estrutura complexa. É voltada para as necessidades e capacidades das pequenas cidades ou comunidades rurais e procura promover a participação comunitária no processo decisório. Essa expressão é identificada com as correntes da contracultura norte-americana. Exemplo: pequenos sistemas descentralizados de fornecimento de água e tratamento de esgotos.

■ **TECNOLOGIA POUPADORA DE CAPITAL:**

tecnologia caracterizada principalmente pelo seu baixo custo de capital e por pequeno investimento em relação ao número de empregos que cria. Conceito largamente utilizado pela Agência para o Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos (USAID). Exemplo: construção de estradas com métodos intensivos em mão-de-obra embutidos em equipamentos leves e não em pesadas máquinas de terraplenagem e de pavimentação.

■ **TECNOLOGIA AMBIENTALMENTE APROPRIADA:**

conceito desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. É particularmente bem adaptada ao ambiente econômico e social e utiliza recursos renováveis em vez de não renováveis. Exemplo: instalações para produzir biogás.

FONTE: Jequier & Blanc (1983), págs. 11 e 12. Jequier (1976), pág. 16 a 21.

tado no longo prazo. Esse desenvolvimento pode ser descrito como um processo de mudança direcionado primariamente para os seguintes objetivos:

1. satisfação das necessidades básicas, no sentido de reduzir as iniquidades entre os países e dentro dos países;
2. autoconfiança endógena através da participação e controle social;
3. harmonia com o meio ambiente ¹⁶.

Assim, para o autor acima citado, a expressão "tecnologia apropriada" define aquela tecnologia que contribui para que estes objetivos possam ser alcançados.

Em obra anterior, Jequier afirma que as origens dos movimentos de tecnologia apropriada encontram-se em períodos mais recuados da história e particularmente na experiência industrial e tecnológica da Índia, China e Estados Unidos. A história da industrialização norte-americana mostra que a moderna tecnologia de larga escala de hoje foi originariamente de pequena escala, inexpressiva e, em certo sentido, apropriada. Praticamente todas as indústrias que cresceram no século XIX, nos Estados Unidos, começaram com uma escala muito pequena, freqüentemente com operações de um homem só. De acordo com o autor acima, qualquer tecnologia em seus primeiros estágios é uma tecnologia de baixo custo, no sentido de que exige pouco investimento e se aplica à produção em escala limitada; porém, se for comparada à tecnologia desenvolvida subsequente, ela parecerá inexpressiva e ineficiente ¹⁷. A Índia, um dos pioneiros da tecnologia apropriada, desde o século passado, havia reabilitado e desenvolvido sua tecnologia tradicional e de vila, como parte dos movimentos de libertação nacional. Na China, outro país pioneiro em tecnologia apropriada, tais concepções emergiram não só de problemas técnicos e econômicos, mas também do posicionamento político e ideológico da revolução social conduzida por Mao-Tse-Tung ¹⁸. Na opinião de Dickson, as alternativas tecnológicas têm suas origens nas críticas sociais e políticas que atribuem à tecnologia contemporânea um caráter desumano e alienante, bem como nas que se baseiam em argumentos ecológicos, como o desperdício de recursos naturais, a poluição e outros danos que esta tecnologia produz no ambiente ¹⁹.

As inúmeras concepções tecnológicas alternativas vêm sendo desenvolvidas e promovidas, na atualidade, por muitas instituições públicas e privadas em diversas partes do mundo. Jequier

& Blanc identificaram 680 organizações que, de alguma forma, se dedicavam à tecnologia apropriada em 1977. Atualmente estima-se que o número delas seja superior a 1.000. De acordo com os autores acima, antes de 1957, poucas instituições eram ativas nessa área, e elas próprias não se consideravam instituições de tecnologia apropriada, pois tal conceito ainda não tinha sido desenvolvido. De 1957 a 1966, não só elas aumentaram consideravelmente em número, como também passaram a se especializar em diversas concepções de tecnologia apropriada, voltadas principalmente para os países pobres (tecnologia intermediária, de baixo custo etc.). A partir de 1966, o número dessas instituições continuou crescendo e surgiram novas propostas, focalizando especialmente problemas de países altamente industrializados, tais como energia alternativa, ecologia e estilo de vida ²⁰.

De um conjunto de 277 organizações selecionadas entre as 680 identificadas por Jequier & Blanc, 129 delas estavam nos países menos desenvolvidos, 131 nos países industrializados e 17 eram organismos internacionais, tais como a Organização Mundial da Saúde e o Banco Interamericano de Desenvolvimento ²¹. Essas organizações realizavam em 1977, ano da pesquisa efetuada pelos autores acima, os seguintes tipos de atividades, dentro das diversas concepções de tecnologia apropriada:

1. Pesquisa e desenvolvimento
2. Informação:
 - informação e documentação
 - publicação regular
 - publicação ocasional
3. Educação e treinamento
4. Serviços de suporte:
 - testes e avaliação de novos equipamentos
 - produção piloto
 - estudos de viabilidade técnica

16. REDDY, Amulya Kumar. "Problems in the generation of appropriate technologies" in ROBINSON, Austin (org.) *Appropriate technologies for third world development*. London, International Economic Associations, 1979, p. 173.

17. JEQUIER, Nicolas. *Appropriate technology: problems and process*. Paris, OCDE, 1983, pp. 27-30.

18. Idem, *ibidem*, pp. 30-32.

19. DICKSON, David. Op. cit., p. 22.

20. JEQUIER, Nicolas & BLANC, Gerard. Op. cit., pp. 23-29.

21. Idem, *ibidem*, p. 27.

5. Orientação aos usuários:
 - serviços de extensão tecnológica
 - promoção das tradições tecnológicas locais
 - difusão tecnológica
 - demonstrações e exposições
6. Assistência a outras instituições:
 - financiamento às atividades de tecnologia apropriada de outras instituições
 - assistência técnica às outras organizações de tecnologia apropriada
7. Análise política:
 - análise de políticas
 - estudos econômicos
8. Prática de *lobby* político
9. Produção comercial
10. Outras atividades não especificadas ²²

Um exemplo de atividade de tecnologia apropriada realizada por uma organização brasileira está no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), que desenvolveu, no final da década de 70, uma micro-usina de álcool com a capacidade de 50 a 150 mil litros por safra, visando a tornar autônomas as fazendas e pequenas comunidades rurais, em termos de suprimento de combustível. Para isso, utilizou-se de elementos tecnológicos de relativa simplicidade, tais como: torre de destilação de madeira e anéis de bambu, e tanques de fermentação de alvenaria; ou seja, materiais acessíveis na zona rural e de fácil manuseio pelos seus habitantes ²³. Esse trabalho realizado pelo IPT envolveu não só pesquisa e desenvolvimento experimental mas também a promoção de técnicas tradicionais, pois as torres de destilação de madeira já eram conhecidas há séculos.

A grande variedade de termos associados ao "movimento da tecnologia apropriada", que, segundo Jequier, pode ser visto como uma verdadeira revolução cultural, indica enfoques específicos de determinados aspectos da questão tecnológica. De acordo com esse autor, o conceito de tecnologia de baixo custo enfatiza a dimensão econômica da inovação, enquanto o de tecnologia intermediária refere-se mais especificamente ao campo da engenharia. O conceito de tecnologia apropriada chama a atenção para as dimensões sociais e culturais da inovação; sua idéia básica é que a tecnologia não deve ser avaliada somente por sua viabilidade econômica e eficiência técnica mas também por sua adaptação ao ambiente social e cultural. A ênfase da tecnologia suave é nos impactos sobre a ecologia e as reais necessidades da sociedade. Embora o conceito de tecnologia apropriada não se identifique completamente com os demais, no entender do autor acima mencionado, po-

dem-se empregar de forma intercambiável as expressões tecnologia apropriada, tecnologia intermediária, de baixo custo e suave ²⁴.

Para Buarque, todas as diferentes concepções tecnológicas (tecnologia intermediária, de baixo custo, de vila, suave etc.) podem ser reduzidas a dois conceitos genéricos, a saber:

1. **tecnologia alternativa**, denominação mais usada nos países desenvolvidos, com ênfase nas questões ecológicas, energéticas e na organização da vida comunitária; e

2. **tecnologia apropriada**, que é um conceito mais amplo de busca de critérios para a escolha de tecnologias próprias para economias de industrialização recente e para o setor agrícola ²⁵.

Esta última conceituação enfatiza os problemas de emprego, absorção de mão-de-obra e aproveitamento dos recursos abundantes dos países do Terceiro Mundo. Para o autor acima, a tecnologia intermediária e a de baixo custo são formas específicas de tecnologias apropriadas a países de industrialização recente.

Uma proposta neste sentido é apresentada por Schumacher, um dos pioneiros desse movimento, segundo a qual a tecnologia intermediária é aquela que tem "*baixo custo de equipamentos por posto de trabalho*", se comparada à tecnologia de países desenvolvidos. Esta tecnologia é de uso intensivo de mão-de-obra, própria para pequenas unidades produtivas e se ajusta de forma mais natural ao ambiente e ao nível de conhecimentos existentes. Seus equipamentos são mais simples, de tal forma que permitem a manutenção no local, dependem menos de matérias-primas com alto grau de pureza e especificações rigorosas e se ajustam mais facilmente às flutuações do mercado. À produção em massa baseada em tecnologia requintada, Schumacher contrapõe a produção pelas massas, baseada numa tecnologia intermediária. Esse autor chama tal tecnologia de intermediária "*para significar que ela é infinitamente superior à tecnologia primitiva do passado mas, ao mesmo tempo, muito mais simples, mais barata e mais livre que a super-tecnologia dos ricos*". De acordo com Schumacher, pode-se também de-

22. Idem, *ibidem*, p. 68.

23. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *O programa de energia do IPT*. São Paulo, IPT, relatório 1159, 1980.

24. JEQUIER, Nicolas. Op. cit., p. 21 em diante.

25. BUARQUE, Cristovan. *Tecnologia apropriada: uma política para la Banca de Desarrollo de América*. Lima, Asociación Latino Americana de Instituciones Financieras de Desarrollo, 1983, pp. 66-67.

nominá-la "tecnologia de auto-ajuda, tecnologia democrática, ou do povo — uma tecnologia a que todos podem ter acesso e que não está reservada aos que já são ricos e poderosos" ²⁶. Dentre as propostas de tecnologia apropriada, as concepções de Schumacher talvez sejam as que obtiveram a maior popularidade.

Robin Clarke, a quem se atribui a formulação básica do conceito de tecnologia suave ou branda, considera que toda tecnologia que depende da manipulação de um grupo de pessoas por outro grupo é intrinsecamente ruim. Para Clarke, é necessário inverter a espiral de lucros e de poluição. Para isso, a ciência e a tecnologia convencionais, exercidas por uma elite especializada e que determina o tipo de vida que o povo deve levar, teriam de ceder lugar à ciência e à tecnologia alternativas que seriam exercidas pelos próprios indivíduos que delas necessitam ²⁷. O Quadro 2, elaborado por Robin Clarke, mostra as principais diferenças entre a sociedade baseada na tecnologia convencional (*hard technology*) e a sociedade baseada na tecnologia suave (*soft technology*).

Como se pode verificar, os sistemas tecnológicos alternativos ou apropriados (tecnologia de vila, suave, intermediária etc.) consideram a tecnologia dentro de um quadro mais amplo de referência, ao contrário das concepções convencionais, que apenas privilegiam os aspectos econômicos monetarizados. De um modo geral todas essas concepções alternativas propõem uma nova abordagem à questão tecnológica e fazem aflorar um campo de possibilidades muito maior que a prática habitual das grandes empresas e instituições de ensino e pesquisa ligadas a elas. De um modo mais ou menos explícito, todas as concepções alternativas procuram colocar a tecnologia a serviço da sociedade, segundo suas maiores necessidades e não a serviço da acumulação de capital.

CRÍTICAS E OBJEÇÕES

Todas as propostas a que aludimos têm o mérito de colocar a questão tecnológica dentro de considerações mais amplas que a avaliação econômica e técnica realizada a partir da ótica empresarial. E chamam a atenção para a existência de uma diversidade de concepções de desenvolvimento tecnológico, contrapondo-se à ideologia da neutralidade e universalidade da tecnologia intensiva em ciência. Uma objeção que tem sido feita a essas concepções é que a implementação de tecnologias com as características apontadas pelas diversas tendências desse movimento pode conduzir ao congelamento das dife-

renças entre países ricos e pobres. Por exemplo, a expressão "tecnologia intermediária" tem sido interpretada como uma tecnologia atrasada em relação àquelas que estiverem à frente do processo. Porém, não é esse o entendimento dado por Schumacher e seus colegas do "Intermediate Technology Development Group". De acordo com eles, a tecnologia intermediária não acompanha simplesmente o que está na frente, mas avança em novas direções, inclusive combinando elementos da tecnologia tradicional com aqueles oriundos de tecnologias mais adiantadas ²⁸.

As concepções que integram o movimento da tecnologia apropriada ou alternativa podem, de fato, tornar-se prejudiciais aos países menos desenvolvidos, se não forem corretamente colocadas. Sob o rótulo de tecnologia apropriada podem-se mascarar práticas voltadas para perpetuar a dependência econômica dos países desenvolvidos, bem como para justificar a introdução de máquinas e instalações industriais de segunda mão e já ultrapassadas nos países ricos. Uma concepção equivocada de tecnologia apropriada pode também descambar para posturas ingênuas e escapistas, baseadas na idealização da vida campestre e provinciana, de forte apelo emocional para muitos que vivem o brutal cotidiano dos centros industriais do Terceiro Mundo, geralmente violentos, poluídos, desordenados e carentes de serviços urbanos básicos.

A introdução indiscriminada de tecnologias produzidas nos países ricos, com as distorções que elas provocam, conforme já mencionado, é consequência do estado de dependência econômica dos países menos desenvolvidos. É ingenuidade supor que sem resolver essa questão seria possível introduzir tecnologias autenticamente apropriadas a esses países, pelo menos nos setores mais dinâmicos, geralmente sob controle das multinacionais. As questões relativas à escolha de tecnologias estão condicionadas às relações sociais, econômicas e políticas efetivas, de tal forma que são as transformações dessas relações que irão viabilizar a própria possibilidade de se implantarem tecnologias apropriadas. Por exemplo, numa economia baseada no latifúndio, a tecnologia dominante irá privi-

26. SCHUMACHER, E.F. *O negócio é ser pequeno: um estudo de economia que leva em conta as pessoas*. Rio de Janeiro, Zahar, 1979, p. 177.

27. Apud DIXON, Bernard. *Para que serve a ciência?* São Paulo, Ed. Nacional e Ed. da USP, 1976, pp. 212-214.

28. SCHUMACHER, E.F. Op. cit., pp. 164-167.

QUADRO 2: Características Utópicas da Tecnologia Alternativa	
Sociedade Baseada em Tecnologia Convencional (Hard Technology)	Sociedade Baseada em Tecnologia Alternativa (Soft Technology)
1. ecologicamente doente.....	<i>ecologicamente sadia</i>
2. grande consumo de energia.....	<i>pequeno consumo de energia</i>
3. alto índice de poluição.....	<i>baixo índice de poluição</i>
4. uso irreversível de materiais e energia.....	<i>uso reversível de materiais e energia</i>
5. funcional somente por tempo limitado.....	<i>funcional por tempo ilimitado</i>
6. produção em massa.....	<i>indústria artesanal</i>
7. especialização em alto nível.....	<i>pouca especialização</i>
8. núcleo familiar.....	<i>unidades comunais</i>
9. importância às cidades.....	<i>importância às vilas</i>
10. política de consenso.....	
11. fronteiras técnicas estabelecidas pela riqueza.....	<i>fronteiras técnicas estabelecidas pela natureza</i>
12. alienação da natureza.....	<i>integração à natureza</i>
13. comércio internacional.....	<i>intercâmbio local</i>
14. destruidora da cultura local.....	<i>compatível com a cultura local</i>
15. tecnologia passível de ser mal-usada.....	<i>medidas de segurança contra mau uso</i>
16. altamente destruidora de outras espécies.....	<i>dependente do bem-estar de outras espécies</i>
17. inovação regida por lucros e perdas.....	<i>inovação regida pela necessidade</i>
18. economia orientada para o crescimento.....	<i>economia estabilizada</i>
19. capital intensivo.....	<i>trabalho intensivo</i>
20. centralista.....	<i>não-centralista</i>
21. aliena jovens e velhos.....	<i>integra jovens e velhos</i>
22. a eficiência geral aumenta com grandeza.....	<i>a eficiência geral aumenta com a pequenez</i>
23. métodos operacionais muito complicados para compreensão geral.....	<i>métodos operacionais compreensíveis para todos</i>
24. acidentes tecnológicos frequentes e graves.....	<i>acidentes tecnológicos raros e sem gravidade</i>
25. soluções únicas para problemas técnicos e sociais.....	<i>soluções diversas para problemas técnicos e sociais</i>
26. na agricultura, importância da monocultura.....	<i>na agricultura, importância à diversificação</i>
27. critérios de quantidade altamente valorizados.....	<i>critérios de qualidade altamente valorizados</i>
28. trabalho empreendido principalmente por dinheiro.....	<i>trabalho empreendido principalmente por satisfação</i>
29. produção alimentar feita por indústrias especializadas.....	<i>produção alimentar feita por todos</i>
30. ciência e tecnologia alienadas da cultura.....	<i>ciência e tecnologia integradas à cultura</i>
31. pequenas unidades totalmente dependentes de outras.....	<i>pequenas unidades auto-suficientes</i>
32. ciência e tecnologia exercidas por elites especializadas.....	<i>ciência e tecnologia exercidas por todos</i>
33. ciência e tecnologia separadas das outras formas de conhecimento.....	<i>ciência e tecnologia integradas com outras formas de conhecimento</i>
34. distinção acentuada entre labor/lazer.....	<i>distinção leve ou não existente entre labor/lazer</i>
35. desemprego em grande escala.....	<i>(conceito não válido)</i>
36. metas técnicas válidas somente para uma pequena proporção do globo, por tempo limitado.....	<i>metas técnicas válidas "para todos os homens, em todos os tempos"</i>

FONTE: Robin Clarke. In: Dixon, 1976 – págs. 211 e 212.

legiar uma agricultura mecanizada, poupadora de mão-de-obra e dependente de insumos industriais complexos, como fertilizantes químicos e agrotóxicos; a agricultura orgânica e comunitária terá pouca possibilidade de prosperar e se tornar significativa para o conjunto do país. Enquanto não houver organizações trabalhistas fortes e autênticas, a exploração do trabalho continuará existindo com qualquer tipo de tecnologia, seja ela tradicional, intermediária, avançada ou de baixo custo. Em outras palavras, as tecnologias adquirem seus atributos conforme as relações estabelecidas entre as classes sociais.

Isso não significa que seja necessário esperar pela transformação completa da sociedade para que seja possível a criação e adoção de tecnologias apropriadas às necessidades básicas da sociedade, ao meio ambiente e à plena realização do ser humano. É possível — e desejável — a criação de organizações que utilizem tecnologias com essas características, mesmo dentro de uma sociedade dominada por oligopólios gigantescos. Para isso, essas organizações devem, pelo menos no espaço de sua atuação, refletir novas formas de relações sociais, tanto no que se refere à divisão interna do trabalho quanto na sua interação com clientes, fornecedores e a comunidade em geral, o que implica também uma relação harmoniosa com o ambiente natural. A introdução isolada de tecnologias apropriadas é sempre uma possibilidade e uma força transformadora, quer pelo seu exemplo, quer pelas relações novas e emancipadoras que proporciona aos indivíduos mais envolvidos com o empreendimento. No entanto, é forçoso admitir que o poder transformador desses empreendimentos será muito maior se eles vierem dentro de um projeto político mais amplo.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas concepções de tecnologias apropriadas vêm sendo desenvolvidas em diversas partes do mundo, algumas especificamente voltadas para os países do Terceiro Mundo. As tecnologias adequadas a estes países devem também levar em consideração o fato de que eles existem dentro de um espaço econômico internacionalizado e que o isolamento, caso fosse possível, seria tão prejudicial quanto a completa dependência. Assim, essas tecnologias devem também estar à altura das tecnologias dos países desenvolvidos, para que sejam capazes de produzir bens e serviços em qualidade, quantidade e preços competitivos, levando em conta os efeitos sobre a cultura, o meio ambiente, o mercado de trabalho e as disponibilidades de recursos.

Tecnologias com tais características podem ser produzidas de forma isolada, a despeito de uma situação de dependência econômica, da qual a dependência tecnológica é uma das suas faces. Porém, reverter essa situação de dependência é condição necessária para que os países do Terceiro Mundo possam produzir e selecionar tecnologias com os atributos apontados acima de forma sistemática, de modo que esses sistemas tecnológicos alternativos se tornem dominantes. Além disso, esses países devem investir em ciência e tecnologia no sentido de criar suas próprias competências nessas áreas, pois só assim a maior parte da tecnologia de que necessitam poderá ser produzida internamente, privilegiando os seus problemas específicos.

De fato, não é possível sustentar um programa sistemático de tecnologias alternativas sem a produção própria de novos conhecimentos científicos e tecnológicos. A utilização de energia solar, a erradicação de doenças tropicais e a recuperação de terras desérticas são alguns exemplos de problemas que exigem o alargamento das fronteiras do conhecimento. Para isso, os países do Terceiro Mundo devem se engajar em um esforço, de preferência conjunto, para ampliar as atividades próprias de ciência e tecnologia e tentar conter a já mencionada transferência inversa de tecnologia.

Realizar tal esforço é necessário e urgente, pois a produção de novos conhecimentos se encontra, desde há muito, fortemente concentrada nos países ricos, capitalistas ou não. Com efeito, do total de recursos aplicados em ciência e tecnologia no mundo, em 1980, 94% o foram nestes países²⁹. Esse fato reflete a situação apontada no início de nosso trabalho, qual seja, a de que existe uma divisão internacional do trabalho baseada na posse de conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos nos Centros de P&D das empresas e nas instituições de ensino e pesquisa dos países ricos. Assim, urge que os países do Terceiro Mundo, o Brasil entre eles, também se empenhem em ampliar as suas atividades de ciência e tecnologia e as direcionem para atender às reais necessidades da maioria da população. □

29. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO), *Statistical yearbook*. Paris, UNESCO, 1983. Obs.: de acordo com uma estimativa da UNESCO, em 1980 foram efetuados gastos com P&D da ordem de US\$ 207,8 bilhões no mundo todo, sendo que apenas 6% destes recursos foram aplicados na região do Terceiro Mundo. Dos 3,7 milhões de engenheiros e cientistas envolvidos em P&D no mundo todo em 1980, estima-se que 89,4% deles estavam trabalhando nos países desenvolvidos.