

## **Tecnologia e sociedade: considerações teóricas preliminares\***

GRUPO DE TRABALHO POLÍTICA TECNOLÓGICA \*\*

*1. Introdução; 2. Marco teórico; 3. Estudos sobre o tema.*

### **1. Introdução**

Qualquer trabalho científico em um determinado campo deve partir dos conhecimentos específicos já conquistados, para procurar a formulação de novas idéias, de novos conhecimentos. Para tanto, torna-se imprescindível o estudo pormenorizado da bibliografia especializada na área a ser investigada.

\* Em abril de 1972 foi formado no Departamento de Estudos Governamentais da Escola Brasileira de Administração Pública um grupo de trabalho para estudos da política governamental brasileira na área da tecnologia, composto de professores desse Departamento e de estudantes selecionados do Curso de Graduação em Administração da EBAP. Em termos amplos, o objetivo desse grupo de trabalho é iniciar uma nova linha de ação para o Departamento, que consistiria na elaboração de estudos aprofundados em áreas específicas da política governamental, para posterior apresentação e possível discussão nas próprias estruturas governamentais correspondentes. Concretamente foi escolhida a área de política tecnológica como experiência piloto, devido à grande atualidade do tema e ao interesse que lhe vem sendo dedicado por parte não somente do governo brasileiro, mas também de diversas organizações internacionais. As conclusões das pesquisas nessa área deverão ser discutidas com entidades governamentais ligadas à política tecnológica, por meio de uma série de seminários que serão realizados graças a um convênio existente entre

Nosso trabalho, que se propõe levar a conclusões sobre a política governamental na área de tecnologia no caso brasileiro, também parte dessa premissa. No campo dos estudos sobre tecnologia, porém, o enorme volume da bibliografia existente, se por um lado pode ser encarado como aspecto positivo, no sentido do fornecimento de subsídios, por outro lado, na medida em que o volume de obras não é acompanhado por um nível de sistematização correspondente, pode dificultar, por dispersão, o trabalho.

A fim de eliminarmos esse risco, iniciamos nossos trabalhos e o presente documento tentando uma classificação genérica dos estudos sobre tecnologia. Trata-se, como já dissemos, de bibliografia vasta, sendo que sua maior parte compreende publicações recentes. Tentaremos, então, organizá-la assinalando as principais tendências encontradas na literatura existente sobre o tema "tecnologia".

Convém assinalarmos que o tratamento dado ao aspecto de sistematização bibliográfica não será exaustivo, por ser esta apenas uma fase de nosso estudo propriamente dito. Fugiria à essência do trabalho uma apreciação por demais alongada deste aspecto, embora deva ser frisada a importância de se procurarem, nos estudos já realizados, subsídios para a elaboração do arcabouço teórico a ser usado em nossas pesquisas.

Neste documento, portanto, apontaremos de maneira sucinta as tendências gerais da literatura especializada, discutindo suas possíveis limitações. No enquadramento de cada uma dessas tendências serão seletivamente citadas algumas obras.

A partir desse quadro, será desenvolvida a estrutura teórica a ser usada nas fases posteriores da pesquisa, abrangendo a conceituação teórica e operacional do próprio objeto de análise e os principais parâmetros das diferentes maneiras de tratar esse objeto.

### 1.1 *Tendência na literatura*

A literatura existente sobre o tema "tecnologia" pode ser sistematizada em linhas gerais segundo quatro tendências básicas: a primeira seguiria

a Fundação Getúlio Vargas e a Subsecretaria de Cooperação Econômica e Técnica Internacional (SUBIN) do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral.

O presente artigo representa o primeiro resultado dos trabalhos desde então desenvolvidos. Ele foi fruto de intensas discussões, e já representa em si uma experiência valiosa, pois foi possível realizar um trabalho realmente coletivo, agregando esforços ao contrário de subdividi-los, como acontece geralmente em tais grupos. O tratamento do tema nesse artigo pode parecer à primeira vista demasiado acadêmico. Na realidade, porém, a necessidade de elaboração de um arcabouço teórico tornou-se evidente, após algumas semanas de tentativas frustradas de explorar o tema dado, diretamente.

\*\* Participam do grupo de trabalho: Anna Maria S. M. Campos — Prof.<sup>a</sup> de Planejamento governamental; Bianor Scelza Cavalcanti — Prof. de Planejamento governamental; Gustavo Francisco Bayer — Prof. de Ciência política e Coordenador do grupo de trabalho; José Brakarz — Assistente de pesquisa; Lúcio Flávio M. de Oliveira — Assistente de pesquisa; Luiz Américo Costa — Assistente de pesquisa; Mara Darcy Biasi Ferrari Pinto — Prof.<sup>a</sup> de Planejamento regional e local; Nira de Castilho — Assistente de pesquisa; Ricardo Kohn de Macedo — Assistente de pesquisa.

uma linha pragmática no tratamento do tema; a segunda consideraria a crença na neutralidade científica; a terceira acentuaria uma tendência pessimista quanto às consequências da tecnologia, e a quarta partiria da concepção de uma “revolução tecnológica”, que modificaria radicalmente os padrões de organização da existência humana. Os próximos quatro itens discutirão essas tendências mais detalhadamente.

### 1.1.1 Tendência pragmática

A principal característica dessa tendência é que ela se preocupa exclusivamente com aspectos da geração de tecnologia, sem considerar problemas ligados às consequências de seu uso. Tal perspectiva subentende otimismo quanto a essas consequências, o que, porém, não fica expresso nos textos.

Essa categoria abrange a maior parcela da literatura sobre a tecnologia e principalmente as obras originadas em organismos nacionais ou internacionais de planejamento.<sup>1</sup> Assim sendo, essa tendência é encontrada na maior parte dos trabalhos patrocinados pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OLDE),<sup>2</sup> pelo Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Organização dos Estados Americanos<sup>3</sup> e nas pesquisas realizadas no IPEA<sup>4</sup> e em outros organismos de planejamento de países latino-americanos.<sup>5</sup> No campo de trabalhos acadêmicos, essa tendência é representada principalmente pelo chamado “Grupo de Sussex”,<sup>6</sup> e de modo geral por autores economistas.<sup>7</sup>

Essa linha de estudos é de importância fundamental como fonte de dados para a discussão sobre a formulação de políticas governamentais

<sup>1</sup> Uma ampla bibliografia com essa tendência pode ser encontrada em: Organização dos Estados Americanos. Conferência Especializada sobre a Aplicação da Ciência e da Tecnologia para o Desenvolvimento da América Latina. *Documento de trabalho*. Brasília, maio 1972. Mimeo.

<sup>2</sup> Por exemplo: *Gaps in technology: Comparisons between member countries in education, research and development, technical innovation, international economic exchanges*. Paris, 1970.

<sup>3</sup> Por exemplo: Katz, Jorge. *Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente*. Washington, 1972. Mimeo; Oxman, Gastón & Sagasti, Francisco. *La transferencia de tecnología hacia los países del Grupo Andino*. Washington, 1972. Mimeo.

<sup>4</sup> Por exemplo: Biato, Francisco Almeida; Guimarães, Eduardo da A. & Figueredo, Maria Helena P. de. *A transferência de tecnologia no Brasil*. Rio, IPEA/IPLAN, 1970; —. *Potencial de Pesquisas tecnológicas no Brasil*. Brasília, IPEA/IPLAN, 1971; Conferência Especializada sobre a Aplicação da Ciência e da Tecnologia para o Desenvolvimento da América Latina. *Trabalhos da Delegação do Brasil*. Brasília, 1972. Mimeo.

<sup>5</sup> Ver nota 1.

<sup>6</sup> Science Policy Research Unit. University of Sussex. *The transfer of technology to Latin America*. 1971; Cooper, Charles & Sercovith, Francisco. *The mechanisms for transfer of technology from advanced to developing countries*. University of Sussex, 1970.

<sup>7</sup> Por exemplo: Leftwich, Richard H. *The price system and resources allocation*. 3. ed. New York, 1966; Galbraith, John K. *The new industrial state*. Boston, 1967; Ferguson, C. E. *The neoclassical theory of production*. Cambridge, Mass., 1969.

na área da tecnologia, mas dificilmente pode fornecer subsídios teóricos para a localização dos parâmetros gerais da ação política nesse campo. Em geral, limitam-se a estudos regionais, e portanto pouco generalizáveis, ou ao tratamento de aspectos específicos do processo tecnológico, como recursos humanos, processos de transferência, etc.

### 1.1.2 Tendência de neutralidade científica

Uma parte considerável da literatura baseia-se na crença de que a neutralidade da ciência levará à imposição dos aspectos positivos da tecnologia sobre os negativos. Essa tendência está intimamente ligada à teoria cibernética, e já Norbert Wiener a formulava claramente:

“O perigo da máquina para a sociedade não provém da máquina em si, mas daquilo que o homem faz dela... A grande fraqueza da máquina — fraqueza que nos salvou até aqui de ser dominados por ela — é a de que ela não pode ainda levar em consideração a vasta faixa de probabilidades que caracteriza a situação humana. A dominação da máquina pressupõe uma sociedade nos últimos estágios de entropia crescente, em que a probabilidade é insignificante e as diferenças estatísticas entre os indivíduos são nulas. Felizmente ainda não alcançamos esse estágio.”<sup>8</sup>

O perigo de que a tecnologia se transformasse em uma força de dominação da humanidade não seria, portanto, devido a tendências implícitas à própria tecnologia, mas sim a formas de degeneração da organização social. Conseqüentemente, Wiener e os outros adeptos dessa concepção não vêem validade no controle da liberdade científica, mas sim a necessidade de maior racionalidade nas percepções e nos comportamentos sociais, frente ao desenvolvimento científico:

“Nós não temos nem desejamos nenhum controle social organizado sobre investigação ativa da ciência básica — a investigação de novo conhecimento — além dos controles inerentes que existem nas mentes e nos sentimentos dos próprios cientistas pesquisadores. Cientistas necessitam possuir liberdade de investigar a verdade onde possam esperar encontrá-la.”<sup>9</sup>

Uma formulação mais clara e polêmica dessa posição é encontrada nas afirmações de um diretor da Lockheed Aircraft Corporation em um seminário realizado na Universidade George Washington:

“Importantes aspectos da ciência, da tecnologia e da política governamental não podem ser fixados somente por *experts*, mas exigem uma definição pluralística do interesse público... O principal perigo não é que nova tecnologia seja furtivamente imposta sobre um público temerosamente ignorante, sem assessoramento adequado, mas sim que este seja

<sup>8</sup> Wiener, Norbert. *Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos*. São Paulo, 1968. p. 178 e 180.

<sup>9</sup> Du Bridge, Lee A. The social control of science. *Bulletin of the Atomic Scientists*. May, 1969.

superassessorado ao ponto da hostilização por históricos filisteus científicos.”<sup>10</sup>

Em linhas gerais, essa tendência de neutralidade científica leva a conclusões de existência de uma evolução da humanidade no sentido de convergência mundial em termos de uma sociedade não conflitante, como fica claro em um dos mais citados textos de história da técnica,<sup>11</sup> que prevê o surgimento de “um mundo sem guerras”, uma “sociedade sem classes” e “um mundo de abundância”.

Apesar da considerável dose de ingenuidade em termos de conclusões, contida nos trabalhos de autores dessa tendência, sua argumentação fornece um importante subsídio para a discussão das tendências pessimistas que serão delineadas a seguir, e que parecem estar imbuídas do “pessimismo metafísico” que Gouldner verificou na teoria de Robert Michels sobre a “lei férrea da oligarquia”.<sup>12</sup>

### 1.1.3 Tendências pessimistas

A maior parte dos autores que se preocupam com as consequências da tecnologia assume uma posição pessimista quanto às mesmas. Há uma grande variação no tratamento desse pessimismo, que vai desde trabalhos imbuídos do “pathos of pessimism”, até posições críticas altamente diferenciadas. Seria possível distinguir três linhas dentro dessa tendência: a primeira tenderia ao “pessimismo cultural” característico da filosofia no início desse século; a segunda assumiria uma posição conservadora, e a terceira seria menos categórica, acentuando possíveis desenvolvimentos negativos, sem lhes dar um cunho alarmista.

A linha próxima ao “pessimismo cultural” é notadamente marcada pelos trabalhos de Ortega y Gasset e Spengler. Ortega y Gasset parte da afirmação de que a idéia corrente, segundo a qual o objeto da técnica seria satisfazer às necessidades humanas, não corresponderia à realidade, pois o homem consistiria em um ser para o qual o supérfluo seria necessário, e a técnica criaria possibilidades sempre novas de desenvolvimento do supérfluo, condicionando assim o aparecimento de novas necessidades não existentes na natureza humana.<sup>13</sup> Spengler, por seu lado, via nas conquistas técnicas o próprio meio da “decadência do Ocidente” por ele prevista: as “raças de cor” adotariam a “técnica fáustica”, desenvolvida no Ocidente por uma “necessidade espiritual, não por causa de suas consequências econômicas, mas por causa de suas vitórias... Para as raças de cor, a técnica não é mais que uma arma na luta contra a civilização fáustica”.

<sup>10</sup> Green, Dr. Leon Jr. *Technology assessment or technology harassment? The attacks on science and technology*. The George Washington University, Mar., 1970. Mimeo.

<sup>11</sup> Lilley, Samuel. *Hombres, máquinas e historia*. Madrid, 1965.

<sup>12</sup> Gouldner, Alvin W. *Metaphysical pathos and the theory of bureaucracy*. In: Etzioni Amitai. ed. *Complex organizations: a sociological reader*. New York, 1961. p. 76.

<sup>13</sup> Ortega y Gasset, José M. *Meditación de la técnica. Vicisitudes de las ciencias. Bronca en la física*. 3. ed. Madrid, 1957.

Para Spengler, essa evolução seria a consequência da essência da "civilização fáustica" contida no ditado já parafraseado por Caetano Veloso: "Navigare necesse est, vivere non est necesse".<sup>14</sup>

Tais influências malignas da tecnologia não chegam a fornecer subsídios para a compreensão dos problemas a ela ligados, e podem ser comparadas com as mais ingênuas colocações de que a pureza científica garantiria um desenvolvimento benéfico à tecnologia. Mesmo assim, também na literatura mais recente encontramos exemplos dessa mesma linha. Um livro recentemente editado no Brasil conclui: "Se as coisas continuarem se desenrolando sem a intervenção de novos fatores de comportamento, dificilmente poderemos escapar à catástrofe."<sup>15</sup> Mais categoricamente, um autor norte-americano, ao discursar sobre os efeitos da tecnologia sobre a civilização, os valores e a filosofia, afirma que "a tecnologia... destruirá a criatura humana ao fazê-la feliz. E isto porque os meios para um fim tornaram-se desproporcionais, tornaram-se um fim em si mesmo, e eliminaram outros fins".<sup>16</sup>

Um pouco mais diferenciada é a linha conservadora, encontrada, principalmente, em meios políticos norte-americanos. Seu mais projetado representante é o antigo deputado democrata Emilio Daddario que, quando presidente do Subcomitê de Ciência, Pesquisa e Desenvolvimento, desenvolveu intensa campanha para a institucionalização de mecanismos de "assessoria tecnológica" aos meios políticos,<sup>17</sup> para que a tecnologia pudesse ser melhor controlada pelas instâncias políticas. Em artigo recente, Daddario conclui que o desenvolvimento tecnológico é incompatível com a democracia representativa liberal, por essa não permitir o uso de meios coercitivos para evitar consequências mais desastrosas da introdução de novas tecnologias.<sup>18</sup>

Apesar de não indicar quais seriam as possíveis soluções, a argumentação de Daddario pressupõe um conflito latente entre a política e o desenvolvimento tecnológico, e que a democracia política só sobreviveria se fosse capaz de controlar esse desenvolvimento. Na mesma linha de raciocínio, porém, de modo mais consequente, argumenta o vice-presidente do Fund for the Republic:

"O que se faz necessário não é um mero poder político extensivo para inibir o tecnicamente desastroso, mas sim autoridade legislativa e administrativa para dirigir a tecnologia a caminhos positivos: o poder de encorajar e proibir, frear ou acelerar, planejar e iniciar, assim como desconsi-

<sup>14</sup> Spengler Oswald. *O homem e a técnica. Contribuição a uma filosofia da vida*. Porto Alegre, 1941. p. 136-8.

<sup>15</sup> Muraro, Rose Marie. *A automação e o futuro do homem*. Petrópolis, 1968.

<sup>16</sup> Skolimski, Henryk. The "monster" of technology. *Center Diary*. v. 18, maio/jun. 1967.

<sup>17</sup> cf. U. S. House of Representatives. Subcommittee on Science, Research and Development. *Technology assessment: Annotated bibliography and inventory of congressional organization for science and technology*. Washington, 1970.

<sup>18</sup> Daddario, Emilio. Technologie und Demokratie. In: *Der Spiegel*. v. 26, n. 22, 1972.

derar desenvolvimentos, que hoje em dia são principalmente determinados por forças particulares, procurando vantagens particulares.”<sup>19</sup>

O ponto crítico dessa visão do problema é sua concepção conservadora, que parte da crença de que a política pode controlar a longo prazo a dinâmica inerente ao desenvolvimento tecnológico, sem procurar soluções a partir dessa própria dinâmica.

A terceira linha, mais diferenciada, das tendências pessimistas, pode ser caracterizada por seu cunho mais reflexivo que alarmista ou fatalista. Seus mais relevantes representantes são o sociólogo francês Jacques Ellul<sup>20</sup> e o psicólogo norte-americano Erich Fromm.<sup>21</sup> A seguinte citação de Ellul esclarece bem as intenções dos trabalhos nessa linha:

“A própria realidade é uma combinação de determinismos e a liberdade consiste em superar e transcender esses determinismos. Liberdade fica totalmente sem sentido, se não for relacionada com necessidade, se não representar uma vitória sobre a necessidade... Não devemos pensar no problema em termos de opção entre ser determinado ou ser livre. Temos que ver isso dialeticamente, e dizer que o homem é realmente determinado, mas que pode optar pela superação da necessidade, e que esse ato é liberdade... No mundo moderno a forma mais perigosa de determinismo é o fenômeno tecnológico. Não se trata de uma questão de ser levado por ele, mas sim de transcendê-lo por um ato de liberdade... O primeiro passo da disputa, o primeiro ato de liberdade, é perceber a necessidade. O próprio fato de que o homem pode ver, medir e analisar os determinismos que o pressionam significa que ele os pode enfrentar e, ao fazê-lo, agir como um homem livre.”<sup>22</sup>

A intenção declarada de Ellul de “acordar os adormecidos” caracteriza bem essa tendência crítica reflexiva. Ela deseja assinalar probabilidades dentro dos limites dos conhecimentos atuais, possibilitando a superação dessas mesmas probabilidades por uma ação consciente. Mesmo tratando-se de uma tendência pessimista bem mais diferenciada que as anteriores, ela ainda peca por seu ponto de partida demasiadamente idealista, vendo o processo do desenvolvimento tecnológico como unilinear, pouco considerando possíveis mudanças internas nesse próprio processo.

#### 1.1.4 Tendências de revolução tecnológica

Os trabalhos mais recentes tendem a ver no desenvolvimento tecnológico mudanças mais radicais, caracterizadas como uma revolução, por trazer à organização da vida humana aspectos qualitativamente diferentes dos anteriores.

Dentro dessa tendência é possível distinguir uma linha que vê no processo somente uma nova fase da revolução industrial, caracterizando-a

<sup>19</sup> Ferry, Wilbur H. Must we rewrite the constitution? *Saturday Review*, 2-3-1968.

<sup>20</sup> Ellul, Jacques. *The technological society*. New York, 1967.

<sup>21</sup> Fromm, Erich. *A revolução da esperança por uma tecnologia humanizada*. Rio, 1969.

<sup>22</sup> Ellul, J. op. cit. p. XXXII – XXXIII.

geralmente como “segunda revolução industrial”, e outra que a conceitua como uma revolução em si, que tem sua origem na revolução industrial, dela sendo, porém, analiticamente distinta.

Os estudos correspondentes à primeira linha são os mais numerosos, e como principal característica pode ser notado que suas conclusões são geralmente difusas, limitando-se em muitos casos a estabelecer objetivos para pesquisas futuras.<sup>23</sup> O próprio enquadramento da tecnologia como simples fase dentro da revolução industrial pode ser considerado como principal fonte de limitação das conclusões desses trabalhos, pois não permite a visão de que as mudanças nas forças de produção não possuem somente aspectos quantitativos, mas também qualitativos, abrindo perspectivas completamente novas à atividade humana.

Na linha que caracteriza o desenvolvimento tecnológico como uma revolução em si, são de grande importância os trabalhos baseados na teoria marxista do materialismo histórico. Entre esses trabalhos, o de maior impacto foi o desenvolvido por um grupo de cientistas tchecos,<sup>24</sup> cujas tendências bem ilustram a importância, mas também certas limitações, dessa linha.

Para o materialismo histórico, a história é a consequência de um processo dialético de contradições entre a base econômica e a superestrutura ideológica da sociedade. A resultante desse processo é a evolução da humanidade. Cada novo estágio dessa evolução é qualitativamente distinto do anterior, e isso em um sentido positivo. Partindo dessa concepção, o trabalho mencionado conceitua a “revolução científico-tecnológica” como uma revolução na base econômica da sociedade, que levaria a novas contradições com as superestruturas geradas pela revolução industrial, e a resultante seria um novo estágio, qualitativamente superior na história da humanidade, aproximando-se ou até mesmo atingindo o nível da sociedade comunista. Essa teoria é extremamente poderosa como explicação da força dinâmica contida no processo do desenvolvimento tecnológico, mas a interpretação rígida, ou até ideológica da metodologia do materialismo histórico faz com que os autores se preocupem quase que exclusivamente com esse estágio final da evolução histórica, negligenciando o estudo dos processos dessa própria evolução, sobre os quais tão pouco conhecemos.

Uma série de outros autores também analisa o desenvolvimento tecnológico como uma revolução em si, sem porém prender-se a uma interpretação rígida do modelo marxista. Essa tendência caracteriza principalmente

<sup>23</sup> Por exemplo: Aron, Raymond. *Dix-huit leçons sur la société industrielle*. Paris, 1962; *A sociedade tecnológica*. Organizado por Bert F. Hoselitz e Wilbert E. Moore. Rio, 1966; Hetzler, Wilbert E. *O impacto da indústria*. Rio, 1968; Brugarella, Martin. *Sociología y teología de la técnica*. Madrid, 1967.

<sup>24</sup> Richta, Radovan. coord. *La civilización en la encrucijada: implicaciones sociales y humanas de la revolución científicotécnica*. México, 1971. Desta obra existe também uma tradução brasileira com o título: *Economia socialista e revolução tecnológica*. Rio, Paz e Terra, 1972. Além de graves imprecisões e erros na tradução, essa edição não contém nem as referências bibliográficas, nem os gráficos e tabelas da edição original, dificultando a compreensão do texto.



a literatura francesa,<sup>25</sup> e tem a grande vantagem de estudar os diversos processos dessa revolução mais detalhadamente que no caso antes mencionado. Apesar desses trabalhos não pretenderem chegar a um modelo explicativo tão abrangente como no estudo anterior, fornecem um subsídio talvez mais importante do que aquele, para a compreensão da própria dinâmica do desenvolvimento tecnológico, sem a qual seria difícil chegar a uma visão das tendências e do estágio final desse processo.

## 1.2 *Conclusões preliminares*

As diversas tendências discutidas possuem suas limitações, mas também fornecem importantes informações para uma melhor compreensão do fenômeno que pretendemos estudar. Uma grande parte das limitações encontradas podem ser explicadas pela diferença dos objetos de análise considerados: técnica, tecnologia, industrialização, sociedade pós-capitalista, sociedade terciária, sociedade de organização, automação, cibernética, etc. A escolha do objeto de análise em quase todos os casos já significava uma determinação da perspectiva a ser assumida, principalmente sua tendência técnica, otimista, pessimista ou crítica. A partir dessas considerações já é possível formular uma primeira conclusão: a necessidade de uma conceituação mais precisa do objeto de análise. Somente a partir de tal conceituação seria possível o aproveitamento dos importantes subsídios que, sem dúvida, são fornecidos pela bibliografia já existente, sem cair nas inferências subjetivas dos diversos autores.

Essa conceituação será principalmente importante para o desenvolvimento de estudos adequados ao tema geral desse trabalho. Na literatura estudada, nota-se que são geralmente difusos e notadamente impressionistas. Nos casos de tentativas de estudos sistemáticos, nota-se que a pouca preocupação conceitual leva a uma tendência formalista de abrangência mais ampla possível de tópicos relacionados com o objeto de análise correspondente. O resultado é de um nível insatisfatório de teorização generalizada, principalmente tendo em vista o grande volume de informações que é usado. Mesmo aceitando a crítica de que a mera preocupação de desenvolvimento sistemático de conceituações e estudos não exclui a influência de tendências subjetivas do cientista social frente ao objeto de análise, tal estratégia se torna necessária devido ao alto grau de subjetividade geralmente encontrado na literatura estudada.

O próximo item, portanto, preocupar-se-á com a elaboração de um marco teórico geral para o tratamento da "política governamental brasileira na área de tecnologia". Esse marco teórico será necessariamente genérico, pois do estudo preliminar da literatura existente conclui-se ser impossível um tratamento direto desse tema, sem primeiro formar-se uma

<sup>25</sup> Por exemplo: Elgozy, Georges. *Automation et humanisme*. Paris, 1968; Friedmann, Georges. *Sete estudos sobre o homem e a técnica*. São Paulo, 1968; —. *La crise du progrès: esquisse d'histoire des idées*. Paris, 1968; —. *Le travail en miettes*. Paris, 1956; Dumazedier, Jean. *Vers une civilisation du loisir?* Paris, 1962; Fourastié, Jean. *Le grand espoir du XXe. siècle. Progrès technique, progrès économique, progrès social*. Paris, 1958.

idéia sobre os temas mais abrangentes diretamente a ele relacionados: É possível falar-se de "revolução tecnológica"? Quais as principais tendências da evolução ou revolução tecnológica em geral? E no caso brasileiro, serão elas idênticas ao geral? Até que ponto essa evolução ou revolução possui uma dinâmica própria capaz de minimizar o impacto de qualquer política governamental? Essas e muitas outras questões têm que ser discutidas, antes que se possam formular conclusões sobre o tema concreto do nosso trabalho.

## 2. Marco teórico

Como já foi visto, a literatura referente ao desenvolvimento tecnológico nem sempre trata desse fenômeno direta e expressamente. Nos trabalhos mais complexos, o objeto de análise em geral é uma forma de sociedade como um todo — caracterizada como sociedade pós-industrial, terciária ou de organização — e o elemento tecnológico não é discutido, mas tomado como um dado. Outros trabalhos referem-se à industrialização, à automação, à ciência ou simplesmente à técnica. O uso atualmente difundido do termo "tecnologia" deixa, porém, a impressão da existência de um fenômeno relativamente integrado, que envolveria variáveis incluídas nas demais caracterizações, e que possivelmente possuiria também características próprias. Seria portanto interessante procurar na literatura não definições, mas, sim, conceituações da tecnologia como fenômeno integrado.

### 2.1 Tentativas de conceituação na literatura

Geralmente os esforços de conceituação sistemática da tecnologia terminam conceituando somente o processo de sua formação, e não o fenômeno em si. Esse é, por exemplo, o caso em um estudo do senado norte-americano, que vê a tecnologia como um processo que parte de descobertas, para passar por invenções e inovações até chegar à difusão.<sup>26</sup> Um trabalho recentemente apresentado pelo sociólogo argentino Mora y Araujo<sup>27</sup> apresenta um esquema semelhante, discutindo a tecnologia como um processo que parte da pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada e pelo desenvolvimento experimental, para ser integrada no processo produtivo. Certamente, as variáveis contidas em ambos os modelos estarão incluídas em uma conceituação da tecnologia como um fenômeno integrado. Mas eles se referem somente a processos, e isso por si ainda não justifica tratá-los como integrados. Outros aspectos importantes teriam, portanto, que ser considerados, tais como aspectos estruturais e funcionais.

<sup>26</sup> Stanford Research Institute. *Possible nonmilitary scientific developments and their impact on foreign policy problems of the United States*. Washington, 1959. Estudo preparado para o Comitê de Relações Exteriores do Senado dos Estados Unidos da América.

<sup>27</sup> Mora y Araujo, Manuel. *Ciencia y tecnología: indicadores sociales*. Seminário sobre Indicadores Sociais do Desenvolvimento Nacional na América Latina. Rio, maio 1972. Mimeo.

O extremo oposto a essas conceituações pode ser encontrado em Ellul, que vê a tecnologia como “a totalidade de métodos racionalmente desenvolvidos e possuindo uma eficiência absoluta em qualquer campo da atividade humana”.<sup>28</sup> Mais ou menos na mesma linha, mas mais restritiva, seria a conceituação da tecnologia como “organização e racionalização do processo de trabalho pela aplicação dos resultados das ciências naturais”.<sup>29</sup> Ambas as conceituações partem de uma visão integrada do fenômeno, mas enquanto a de Ellul parece ser tão abrangente que se torna dificilmente utilizável como orientação operacional, a segunda limita o fenômeno a um campo demasiadamente restrito, pois tecnologia não lida somente com processos de trabalho, mas, por exemplo, com produtos propriamente ditos.

Surge portanto a necessidade de ser encontrada uma conceituação de tecnologia que seja suficientemente ampla para permitir sua localização como um fenômeno integrado, envolvendo seus mais diversos aspectos, mas possibilitando, ao mesmo tempo, um grau mínimo de operacionalização de suas mais importantes variáveis. Tentativas como a de Hetzler, de conceituá-la como “um conjunto de relações sociais e físicas, ou modos de interação entre o homem e os meios com os quais ele trabalha”<sup>30</sup> levam porém, facilmente, ao campo das generalizações tautológicas. Uma tentativa de conceituação deveria não somente procurar incluir todas as possíveis variáveis desse fenômeno, mas também relacioná-las entre si.

A estratégia a ser seguida deveria, portanto, ser a de se partir de um modelo teórico explicativo, analisar o fenômeno à luz desse modelo, e assim chegar à sua conceituação, que já conteria uma explicação das linhas gerais do relacionamento entre as variáveis implícitas. A chamada teoria geral da ação de Parsons poderia servir como ponto de partida para o desenvolvimento de um tal modelo explicativo, que serviria posteriormente para a localização das principais características da tecnologia.<sup>31</sup>

## 2.2 O modelo do sistema de ação

### 2.2.1 A “teoria geral da ação”

A elaboração da teoria da ação correspondeu a um esforço de cientistas sociais norte-americanos logo após a II Guerra Mundial, no sentido de dotar as ciências sociais com uma teoria geral, que permitisse uma sistematização do conhecimento já acumulado, servindo como orientação para a pesquisa futura, e principalmente para integrar os esforços científicos em torno de uma linguagem comum, dando maior objetividade ao

<sup>28</sup> Ellul, J. op. cit. p. 1.

<sup>29</sup> Szilvassy, A. Democracia e progresso tecnológico. *Sociologia*, set. 1962.

<sup>30</sup> Hetzler, W. E. op. cit. p. 293.

<sup>31</sup> Apesar de partirmos do arcabouço teórico de Parsons, nosso modelo explicativo, como será visto, acentuará aspectos por ele negligenciados, e, ao nível de operacionalização, ambos modelos pouco terão em comum.

tratamento de fenômenos sociais.<sup>32</sup> Não é possível afirmar que a elaboração dessa teoria tenha atingido seus objetivos, pois, pelo contrário, criou mais uma "escola" dentro das ciências sociais. Mesmo assim seu ponto de partida teórico é extremamente valioso, por permitir a construção de modelos explicativos sob a forma de esquemas de relações entre interações, que podem ser usados para a compreensão geral de uma série de fenômenos sociais.

Segundo o próprio Parsons, os princípios dessa teoria da ação seriam os seguintes: "O ponto de partida fundamental é o conceito de sistemas sociais de ação. A interação de atores individuais tem lugar sob tais condições, que seria possível tratar esse processo de interação como um sistema no sentido científico, e sujeitá-lo ao mesmo tipo de análise teórica que tem sido aplicada com sucesso a outros tipos de sistemas em outras ciências... O esquema correspondente às unidades de ação e interação é um esquema *relacional*. Ele analisa a estrutura e os processos de sistemas formados pelas relações dessas unidades com suas situações, inclusive com outras unidades. Ele não se preocupa com a estrutura *interna* das unidades, a não ser que ela influencie diretamente o sistema relacional."<sup>33</sup>

Em outras palavras, o ponto de partida seria o tratamento da ação de qualquer sistema social como resultante de um processo de interação entre seus atores. Um modelo de tal sistema de ação social seria, portanto, formado pela esquematização do relacionamento entre essas interações. Para Parsons, esses relacionamentos teriam lugar segundo certas funções, que todo sistema social teria que preencher satisfatoriamente para dar seqüência às suas ações: função de adaptação, função de realização de objetivos, função de integração e função de manutenção de padrões.

"A manutenção de padrões envolve a sustentação dos princípios básicos de ordenamento do sistema com relação ao valor de tais padrões e ao compromisso das unidades do sistema para com eles. A integração refere-se ao ajustamento das relações entre as unidades de um sistema, particularmente com respeito à alocação de vantagens e desvantagens, a fim de assegurar que as unidades contribuam para uma ordem desejável para o sistema. A realização de objetivos consiste em ações coordenadas, executadas coletivamente por uma pluralidade de unidades, para produzir relações valorizadas entre o sistema e seu meio... A adaptação envolve o desenvolvimento de recursos disponíveis... a fim de incrementar a capacidade do sistema de enfrentar seus meios em condições variáveis."<sup>34</sup>

No mesmo texto, Parsons estabelece o relacionamento entre essas funções como formando uma "hierarquia cibernética de controle das condições",<sup>35</sup> na ordem por ele apresentada. Isso significaria que a função

<sup>32</sup> Cf. Parsons, Talcott & Shills, Edward A. ed. *Toward a general theory of action*. Cambridge, Mass., 1951. p. 3.

<sup>33</sup> Parsons, Talcott. *The social system*. Glencoe, Illinois, 1951. p. 4-5.

<sup>34</sup> Parsons, Talcott. O aspecto político da estrutura e do progresso social. In: *Modalidades de análise política*. Organizado por David Easton. Rio, 1970. p. 139-40.

<sup>35</sup> Id. *ibid.* p. 140.

de manutenção de padrões controlaria todas as outras, que a função de integração controlaria as duas seguintes, e que a função de realização de objetivos controlaria a função de adaptação.

## 2.2.2 Desenvolvimento do modelo teórico de sistemas de ação

A definição do relacionamento entre as funções, como usada por Parsons, é extremamente unilateral. Fugiria aos propósitos desse trabalho discutir as razões que o levaram a essa interpretação. O importante é assinalar que seu modelo supervaloriza a função de manutenção de padrões, que controla as demais e não é por nenhuma controlada, e subvaloriza a função de adaptação, que é por todas as outras controlada, como se essa função não pudesse desenvolver um dinamismo próprio. Em Parsons mesmo podemos, porém, encontrar uma indicação da superação dessa deficiência. Em outro trabalho ele relaciona seu modelo com o princípio cibernético da contradição dinâmica entre energia e informação. Segundo esse princípio, energia seria condicionante da informação, e informação seria controladora da energia. As funções de adaptação, realização de objetivos, integração e manutenção de padrões (que passarão a ser tratadas nesse texto pela sigla ARIM, correspondente às letras iniciais de cada função) comporiam um vetor, que representaria um contínuo entre concentração de energia e concentração de informação. A função de adaptação corresponderia, portanto, a um acúmulo de energia; a função de manutenção de padrões, a um acúmulo de informação, enquanto que a função de realização de objetivos seria mais energética do que informativa, e a função de integração, mais informativa do que energética. Ligando esse aspecto ao princípio de que a energia condiciona a informação e que a informação controla a energia, é possível desenvolver uma "hierarquia de fatores condicionantes" e uma "hierarquia de fatores de controle"<sup>36</sup> (quadro 1).

Quadro 1

### FUNÇÕES DE SISTEMAS DE AÇÃO E SEU RELACIONAMENTO

FUNÇÕES EM SISTEMAS GERAIS DE AÇÃO	RELAÇÕES CIBERNÉTICAS	
Adaptação	Energia	elevada
Realização de objetivos	Hierarquia de	Hierarquia de
Integração	fatores	fatores
Manutenção de padrões	condicionantes	de controle
	Informação	elevada

<sup>36</sup> Parsons, Talcott. *Sociedades: perspectivas evolutivas e comparativas*. São Paulo, 1969. p. 52-3.

Na utilização do modelo desenvolvido no quadro 1, Parsons negligencia completamente o tratamento das interações segundo a hierarquia de fatores condicionantes. Isso seria, porém, de importância fundamental para a compreensão da dinâmica existente na ação de qualquer sistema social. O modelo teórico a ser usado para o desenvolvimento do marco teórico de nossa pesquisa será o desenvolvimento da teoria da ação conforme o quadro 1 apresentado, dando toda relevância aos dois tipos de relacionamento entre as funções — condicionamento e controle — evitando cair em interpretações unilaterais como a de Parsons.

### 2.3 Tecnologia como sistema de ação

Já vimos que o termo “tecnologia” deve exprimir um fenômeno relativamente integrado, sobre o qual conhecemos muitos detalhes, mas que ainda não conseguimos integrar. Ao usarmos o modelo de sistemas de ação antes discutido, poderíamos tentar interpretar a tecnologia como um sistema de ação em si, e procurar analisar suas conceituações encontradas na literatura especializada à luz desse modelo.

Iniciando com a conceituação de Mora y Araujo, verifica-se que ela permite a construção de dois modelos totalmente inversos:

- a) do ponto de vista da *técnica* envolvida no processo produtivo, a variável “processo produtivo” seria mais energética e a variável “pesquisa básica”, mais informativa;
- b) do ponto de vista do trabalho *científico*, porém, a variável mais energética seria a “pesquisa básica” e a mais informativa, o “processo produtivo” (quadro 2).

#### Quadro 2

#### O PROCESSO TECNOLÓGICO SEGUNDO MORA Y ARAUJO

FUNÇÕES EM SISTEMAS GÉRAIS DE AÇÃO	TÉCNICA	CIÊNCIA
Adaptação	Sistema produtivo	Pesquisa básica
Realização de objetivos	Desenvolvimento experimental	Pesquisa aplicada
Integração	Pesquisa aplicada	Desenvolvimento experimental
Manutenção de padrões	Pesquisa básica	Sistema produtivo

Essa aparente contradição pode levar a uma primeira pista na procura de uma conceituação da tecnologia segundo o modelo de sistemas de ação. As variáveis listadas por Mora y Araujo estariam contidas nesse conceito, mas ainda não seriam os processos de interação procurados. Do

outro lado, haveria uma “ação técnica” e uma “ação científica” nesse sistema, que, apesar de estarem ligadas às mesmas variáveis, se bem que não sejam antagônicas, pelo menos teriam um relacionamento dinâmico entre si. Essas duas ações representariam, portanto, necessariamente, dois processos distintos de interação no conceito amplo de tecnologia.

Se tentarmos operacionalizar a ação técnica como um sistema de ação em si, podemos encontrar no modelo do Stanford Research Institute um bom subsídio (quadro 3):

Quadro 3

### AÇÃO TÉCNICA

FUNÇÕES EM SISTEMAS GERAIS DE AÇÃO	FUNÇÕES DA AÇÃO TÉCNICA
Adaptação	Descobertas
Realização de objetivos	Invenções
Integração	Inovações
Manutenção de padrões	Difusão

Quanto à ação científica, seu modelo poderia ser facilmente desenvolvido a partir das concepções mais usuais da filosofia da ciência (quadro 4):

Quadro 4

### AÇÃO CIENTÍFICA

FUNÇÕES EM SISTEMAS GERAIS DE AÇÃO	FUNÇÕES DA AÇÃO CIENTÍFICA
Adaptação	Praxis
Realização de objetivos	Teoria aplicada
Integração	Teoria empírica
Manutenção de padrões	Teoria pura

A partir dos modelos desenvolvidos, já podemos delinear algumas características do que viria a ser o sistema de tecnologia. Esse sistema incluiria interações técnicas e interações científicas. Poderíamos tentar ligar essas interações a duas das quatro funções teóricas do sistema de tecnologia, e assim chegarmos a uma conclusão também sobre as relações

entre essas duas interações. Estaríamos, porém, sujeitos a toda e qualquer arbitrariedade interpretativa, pois ainda não podemos deduzir quais seriam as duas outras interações, por nada conhecermos sobre os parâmetros ambientais desse sistema. Seria mais válido, então, procurar inicialmente a localização do sistema de tecnologia dentro de seu ambiente, suas relações funcionais com este, e, a partir daí, inferir os processos internos de interação do próprio sistema de tecnologia.

## 2.4 A ambiência da tecnologia

### 2.4.1 Sistemas ambientais

A mais ampla generalização da teoria da ação no sentido da formalização de um modelo abrangente permitiria a identificação do sistema econômico, do sistema político, do sistema social e do sistema cultural, como os sistemas de preenchimento das funções de adaptação, realização de objetivos, integração e manutenção de padrões, correspondentemente, de uma dada sociedade.<sup>37</sup> Esses sistemas teriam um relacionamento dinâmico entre si, conforme a hierarquia de fatores condicionantes e a hierarquia de fatores de controle anteriormente vistas (quadro 5).

Quadro 5  
SISTEMAS AMBIENTAIS

FUNÇÕES	SISTEMAS	RELAÇÕES CIBERNÉTICAS	
A	Sistema econômico	Energia ↓	elevada ↑
R	Sistema político	Hierarquia de fatores	Hierarquia de fatores
I	Sistema social	condicionantes	de controle
M	Sistema cultural	↓ Informação	↓ elevada

Nosso problema é a identificação do relacionamento funcional do sistema de tecnologia com seu ambiente. Ao partirmos do geral para o específico temos que interpretar cada um dos quatro sistemas do nosso modelo formal inicial como um sistema de ação em si. Sendo assim, cada um deles possuiria subsistemas que preencheriam as funções ARIM. Cada um desses subsistemas poderia também ser interpretado como um sistema

<sup>37</sup> Essa interpretação difere bastante das diversas de Parsons, principalmente no que diz respeito aos sistemas econômico e cultural. Aliás suas interpretações chegam até a ser contraditórias. Cf. Parsons, *Sociedades* ... p. 52-3. e Parsons, *O aspecto político* ... p. 138-47.



de ação em si, ao qual novamente estariam funcionalmente ligados outros subsistemas. Teoricamente seria, portanto, possível continuar esse desdobramento até chegarmos à menor unidade de análise viável. Apesar do grande perigo que essa metodologia envolve, por poder levar facilmente a um mero formalismo (esse aspecto será discutido mais adiante), ela fornece um valioso subsídio para a localização do sistema de tecnologia dentro do complexo social, a partir da qual poderíamos deduzir as principais pautas de relacionamento do sistema de tecnologia com seu ambiente, e, portanto, os condicionamentos de sua ação e de seus impactos.

Em termos concretos devemos, portanto, procurar o principal relacionamento funcional do sistema de tecnologia com seu ambiente. Para tanto devemos localizar formalmente sua vinculação direta com um dos quatro sistemas ambientais, qualificá-la funcionalmente, e, a partir disso, deduzir os demais tipos de relacionamento com os outros sistemas ambientais.

#### 2.4.2 Sistema econômico como ambiente imediato

Podemos partir da premissa de que a principal função do sistema de tecnologia é econômica, e, portanto, seu principal relacionamento será com o sistema econômico. Conseqüentemente, um desdobramento do sistema econômico deverá levar à localização do relacionamento funcional entre os dois sistemas.

Em termos macroambientais, o próprio sistema econômico corresponde a uma função de adaptação. Interpretando-o como um sistema de ação em si, poderíamos desdobrá-lo nos seguintes subsistemas correspondentes às funções ARIM: a) sistema de combinação dos fatores econômicos; b) sistema produtivo; c) sistema de trocas (mercado); d) sistema de produtividade. O relacionamento entre esses sistemas também seria dinâmico, segundo a hierarquia de fatores condicionantes e de controle (quadro 6):

Quadro 6

#### SISTEMA ECONÔMICO COMO SISTEMA DE AÇÃO

A	Sistema de combinação dos fatores econômicos		↑
R	Sistema produtivo	Hierarquia de fatores	Hierarquia de fatores
I	Sistema de trocas	condicionantes	de controle
M	Sistema de produtividade	↓	

a) O sistema de combinação de fatores econômicos adaptaria uma dada constituição dos fatores econômicos (terra, capital e trabalho) às necessidades do próprio sistema econômico. A ação desse sistema condicionará a ação dos demais, mas por outro lado será por estes controlada.

b) O sistema produtivo realizará os objetivos do sistema econômico, que se resumem na produção de valores econômicos. Sua ação será condicionada pelo maior ou menor sucesso da ação do sistema de combinação de fatores econômicos, e controlada pela ação dos sistemas de troca e de produtividade. Por outro lado, o grau de eficiência da ação desse sistema condicionará a ação dos sistemas de trocas e de produtividade.

c) O sistema de trocas integrará os demais subsistemas entre si, sendo diretamente condicionado pela ação do sistema produtivo e controlado pela do sistema de produtividade, que, por seu lado, é por aquele condicionado.

d) O sistema de produtividade manterá os padrões de ação dos demais sistemas com base em um determinado padrão de "produtividade", que poderá acentuar qualquer de seus possíveis aspectos, dependendo da configuração dos demais sistemas ambientais. Sua ação será controladora da dos demais sistemas, mas a própria formação de padrões de produtividade será condicionada pela ação dos outros sistemas.

#### 2.4.3 Sistema de tecnologia e sistema econômico

Um novo desdobramento dos diversos subsistemas econômicos, procurando elaborar novos modelos formalizados, além de ser extremamente difícil, desviaria o esforço de teorização pretendido para uma direção formalista teoricamente improdutivo. A ligação entre o sistema econômico, por meio de seus subsistemas, e o sistema de tecnologia pode, porém, ser deduzida a partir do tratamento dado à tecnologia nas mais recentes tendências da teoria econômica.

Para alguns autores economistas, a tecnologia é considerada como um "fator intensivo" de produção;<sup>38</sup> para outros, como um "fator não convencional" do crescimento econômico<sup>39</sup> e, em certos casos, nota-se até a tendência de ver na tecnologia um possível quarto fator econômico, além dos já conhecidos terra, capital e trabalho.<sup>40</sup> Essas diversas colocações serão discutidas posteriormente. O importante no momento é a verificação de que a teoria econômica mais recente parte de uma ligação direta entre a tecnologia e os fatores econômicos.

Em nosso modelo formal, portanto, podemos deduzir que o sistema de tecnologia, que queremos conceituar, está funcionalmente ligado ao sistema de combinação de fatores econômicos. Sua ação seria caracterizada como tendente a uma otimização dessa combinação. Consequentemente, sua ligação funcional com o sistema de combinação de fatores seria adaptativa: adaptando o desempenho da combinação de fatores às exigências dos demais subsistemas econômicos, ou sejam, sistemas produtivo, de trocas e de produtividade.

<sup>38</sup> Cf. Richta, R. op. cit. p. 34-40.

<sup>39</sup> Cf. Solow, R. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*. Feb. 1956.

<sup>40</sup> Leftwich, R. op. cit. p. 17.

Essa localização do relacionamento funcional do sistema de tecnologia é de extrema importância teórica, e será mais detalhadamente discutida. Sua principal implicação já pode, porém, ser delineada: o sistema de tecnologia estaria ligado, por uma função de adaptação, ao sistema de combinação de fatores. O sistema de combinação de fatores, por seu lado, estaria ligado, por uma função de adaptação, ao sistema econômico. O próprio sistema econômico é um sistema adaptativo, em termos macroambientais.

Temos, portanto, uma cadeia de relacionamentos adaptativos. Nosso modelo, desenvolvido a partir da teoria geral da ação, qualifica as funções de adaptação como altamente energéticas e, portanto, condicionantes das demais funções. A ação do sistema tecnológico poderia, então, ser caracterizada como condicionante da ação do sistema de combinação de fatores, que é condicionante da ação do sistema econômico, o qual, por seu lado, é condicionante da ação macroambiental. Isso justifica a intensidade da preocupação atualmente existente com as consequências do desenvolvimento tecnológico, pois seu impacto atinge todas as áreas da ação humana, condicionando-as quantitativamente e, por meio de suas interações, até qualitativamente.

## 2.5 *Sistema de tecnologia*

Passando para a tentativa de conceituação do sistema de tecnologia, após as considerações anteriores, partiremos da premissa de que esse sistema está funcionalmente ligado ao subsistema econômico de combinação de fatores, e que sua relação com esse é adaptativa. Dessa premissa teriam que ser deduzidos os principais parâmetros da ação do sistema de tecnologia, que teriam que ser considerados em uma formalização do modelo do sistema de tecnologia como um sistema de ação em si.

### 2.5.1 *Controle ambiental do sistema de tecnologia*

Os parâmetros do controle que o ambiente exerce sobre o sistema de tecnologia são dados por sua situação funcional no modelo desenvolvido. Como um subsistema do sistema de combinação de fatores, o controle direto sobre sua ação será exercido pelo sistema de combinação de fatores, sendo que esse controle englobará as funções controladoras exercidas pelos outros subsistemas econômicos — produtivo, de trocas e de produtividade — sobre o próprio sistema de combinação de fatores.

Como já tinha sido visto, o sistema de tecnologia adaptaria o desempenho do sistema de combinação de fatores às demandas dos outros subsistemas econômicos. O controle exercido sobre o sistema de tecnologia seria portanto, em primeira linha, um controle a partir das necessidades do sistema produtivo, que é o subsistema econômico que age diretamente sobre o sistema de combinação de fatores. Essas necessidades do sistema produtivo, por sua parte, são desenvolvidas a partir de controles provenientes dos sistemas de trocas e de produtividade. Resumindo, o sistema pro-

utivo sofreria pressões de demandas de desempenho e, a partir dessas, exerceria suas pressões sobre o sistema de combinação de fatores. Uma parte dessas demandas ao sistema de combinação de fatores seria trabalhada pelo sistema de tecnologia, que procuraria uma otimização da combinação dos fatores econômicos disponíveis, ou sua maximização.

Como conclusão, pode ser afirmado que os principais parâmetros do controle ambiental sobre o sistema de tecnologia, em ordem de prioridade, são os seguintes:

- a) o sistema de combinação de fatores demanda uma maximização dos fatores de produção, assim como uma otimização de sua combinação;
- b) essas demandas do sistema de combinação de fatores são desenvolvidas a partir de demandas do sistema produtivo. As necessidades do sistema produtivo formariam o segundo parâmetro;
- c) as necessidades do sistema produtivo, por seu lado, são consequência de demandas do sistema de trocas, e, portanto, as necessidades desse sistema seriam o terceiro parâmetro;
- d) finalmente, o sistema de produtividade forneceria os padrões gerais para a ação de todos os demais subsistemas econômicos, e esses padrões de produtividade formariam o quarto parâmetro de controle da ação do sistema de tecnologia.

### 2.5.2 Formalização do modelo do sistema de tecnologia

Partindo dos parâmetros que limitam a ação do sistema de tecnologia, seria inicialmente fácil a identificação de suas funções de adaptação e de manutenção de padrões: a função de adaptação capacitaria a ação do sistema, mas dentro dos limites das demandas do sistema produtivo, e corresponderia a um subsistema que poderíamos chamar de sistema de capacitação produtiva. A função de manutenção de padrões estaria ligada às necessidades do sistema de trocas e aos padrões gerais do sistema de produtividade, no sentido em que ambos são operacionalizados ao nível do sistema produtivo. Esse elemento poderia ser denominado sistema de custo-benefício, cujos padrões poderiam variar desde uma acentuação unilateral nas variáveis de custo até uma acentuação nas variáveis de benefício, dependendo da estruturação dos sistemas ambientais.

Os elementos correspondentes às funções de realização de objetivos e de integração poderiam ser encontrados nos modelos dos sistemas da técnica e da ciência já antes desenvolvidos. O sistema da técnica corresponderia à função de realização de objetivos, e o da ciência, à de integração.

Teríamos, portanto, o sistema de tecnologia composto pelos subsistemas de capacitação produtiva, da técnica, da ciência e de padrões de custo-benefício, que corresponderiam às funções ARIM e teriam entre si um relacionamento dinâmico de condicionamento e controle (quadro 7).

Quadro 7  
SISTEMA DE TECNOLOGIA

A	Sistema de capacitação produtiva		↑
R	Sistema da técnica	Hierarquia de	Hierarquia de
I	Sistema da ciência	fatores condi-	fatores de con-
M	Sistema de padrões de custo-benefício	cionantes	trole
		↓	

## 2.6 Utilidade explicativa do modelo do sistema de tecnologia

Em diversos pontos do presente trabalho foi mencionado o perigo envolvido na metodologia da construção de modelos formais, que poderia levar a um formalismo teórico e empiricamente impradutivo. Antes de uma discussão da utilidade do modelo, torna-se, portanto, necessária a breve consideração da polêmica teórica existente em torno da metodologia da formalização de modelos.

### 2.6.1 Limitações do uso de modelos formais

No seu sentido mais amplo, fala-se de um modelo nas ciências sociais quando ele abrange as três seguintes características:

- a) abstração de uma parte da realidade;
- b) isolamento seletivo de elementos dessa parte da realidade;
- c) viabilidade de hipóteses fundamentadas sobre as relações entre esses elementos.

A formalização de tais modelos limita-se à explicitação da estrutura lógica de uma teoria verbalmente formulada. Essa explicitação pode ser realizada por uma esquematização descritiva, ou por meio de matematização ou simulação. No caso do modelo anteriormente desenvolvido, sua formalização limitou-se à explicitação esquematizada da teoria em que ele se baseia, pois seu objetivo é explicativo e não analítico. Mesmo assim, algumas críticas à metodologia da formalização de modelos devem ser consideradas para que a utilização do modelo desenvolvido corresponda a essa intenção inicial.<sup>41</sup>

A principal linha crítica a essa metodologia afirma que ela significa somente uma tradução em linguagem formal, não trazendo novos conhecimentos, podendo até distorcer a teoria por uma simplificação exagerada.

<sup>41</sup> A discussão desse item é baseada em: Mayntz, Renate. *Formalisierte Modelle in der Soziologie*. Neuwied e Berlim, 1967. p. 11-31.

Se bem que essa crítica atinja uma boa parcela dos modelos sociais formalizados, é possível assinalar uma série de vantagens da metodologia questionada. A simplificação necessária à formalização conduz a uma sistematização das ideias contidas na teoria verbal, tornando-se explícitas. Isso leva a uma maior precisão tanto dos conceitos, quanto dos postulados envolvidos. Essa última tendência exige a formulação de hipóteses precisas também em relação a aspectos sobre os quais pouco ou nada sabemos de concreto. É a esse ponto que se refere a crítica à falta de proximidade com a realidade. A teoria verbal pode passar por cima de tais lacunas do conhecimento empírico, mas com isso não terá se aproximado mais da realidade que a teoria formalizada. Ao contrário, esse seria mais um aspecto vantajoso da construção de modelos: ela evidencia lacunas e indica novas tarefas à pesquisa.

Quanto à crítica de que a construção de modelos não aporta novos conhecimentos, ela só diz respeito a modelos que não possuam a característica de permitir a dedução de hipóteses sobre as relações entre as variáveis nele envolvidas, e nesse caso seria difícil falar de um modelo formalizado. Um modelo formalizado evidencia conclusões que não podem ser facilmente deduzidas da formulação verbal da teoria. Isso permite a derivação de novas hipóteses e o reconhecimento da independência, dependência ou interdependência de postulados.

O modelo do sistema de tecnologia e suas relações funcionais foi desenvolvido exatamente no sentido de aproveitar essas vantagens da metodologia da formalização de modelos. Desejava-se uma orientação geral sobre as principais linhas de condicionamentos e de consequências da sua ação. Tendo isso em vista, foi evitado que a formalização necessária se transformasse em formalismo de procurar dar nomes a setas ou caixas que nada explicassem. Para aproveitar todas as vantagens da metodologia usada sem incorrer em seus riscos, torna-se, porém, necessário usar o modelo desenvolvido coerentemente com seus objetivos iniciais de ser um modelo explicativo e não analítico.

### 2.6.2 Vantagens do modelo

Nosso modelo parte da interpretação da tecnologia como um sistema integrado. Na realidade, um tal sistema não existe. É possível, porém, notar-se uma nítida tendência à integração, cada vez maior, no sentido do modelo apresentado. Isso diz respeito, principalmente, à incorporação da ciência ao processo produtivo.<sup>42</sup> A participação cada vez mais intensa da ciência nesse processo acentuará gradativamente sua integração, estruturando-o principalmente por meio de sua interação com a técnica.

A grande vantagem do modelo é justamente possibilitar a compreensão da interação da ciência e da técnica no contexto de suas forças condicionantes e controladoras. Já entre ambas existe uma relação dinâmica, onde a técnica é a força condicionante e a ciência, a controladora. No sentido

<sup>42</sup> Cf. Rielita. op. cit. p. 13-4.

em que se puder falar de um sistema de tecnologia integrado, seria, portanto, impossível pensar em supremacia de ciência sobre técnica, ou vice-versa. Interessante, também, é observar que essa interação entre ciência e técnica é condicionada, de um lado, pelas necessidades do processo produtivo, e controlada, do outro, por padrões de custo-benefício. A dinâmica do relacionamento entre ciência e técnica seria, portanto, limitada por forças diretamente provenientes do processo produtivo. No caso de existência de padrões de custo-benefício, por exemplo, que acentuassem as variáveis de custo, as funções mais informativas do sistema da ciência poderiam sofrer restrições, principalmente no que diz respeito à teoria pura. No caso do sistema da técnica, este poderia ser condicionado quase exclusivamente ao desenvolvimento de novos produtos, negligenciando o aperfeiçoamento de técnicas já existentes, se o seu ambiente for um sistema econômico caracterizado por empresas particulares competindo por parcelas de um mercado relativamente saturado.

Essa visão da tecnologia como um sistema integrado possui um poder explicativo maior que grande parte das conceituações operacionais encontradas, que geralmente distinguem tecnologia e ciência como fenômenos paralelos, e conceituam tecnologia como um simples somatório de características não relacionadas entre si,<sup>43</sup> ou, então, formulam conceituações genéricas dificilmente operacionalizáveis, que não relacionam inclusive, os diversos aspectos da tecnologia.<sup>44</sup>

Da mesma forma, a teoria econômica parte de conceituações pouco explicativas, que interpretam a tecnologia como uma categoria residual. Essa tendência já ficou explícita no trabalho pioneiro de Abramowitz,<sup>45</sup> que concluiu que a parcela maior do crescimento *per capita* do produto líquido da economia norte-americana, no período por ele estudado, não estava associado com crescimentos de capital ou de força de trabalho, mas, sim, com fatores "residuais". Tal interpretação é o ponto de partida expresso da obra já clássica de Murray Brown, para estudos econômicos da mudança tecnológica:

"Claramente, essas forças referem-se ao crescimento em *output*, que não é devido à contribuição de *inputs* de força de trabalho — mensurada pela contabilidade linear de homens-hora ou pessoas empregadas, sem diferenciações — e de serviços de capital — mensurado pela quantidade de seus *inputs*. O problema da mensuração nessa abordagem é a quantificação

<sup>43</sup> Cf. Phillips, Herbert M. Notes d'introduction: science, technologie et développement économique. *Revue Internationale des Sciences Sociales*, v. 18, n. 31. Unesco, Paris, 1966. p. 351-2.

<sup>44</sup> Por exemplo: "Tecnologia significa a ampla área de aplicação intencionada do conteúdo de ciências físicas, humanas e comportamentais. Isso compreende toda noção de técnicas, assim como medicina, agronomia, administração e outros campos com todo seu conteúdo em *hardware* e *software*." Jantsch, Erich. *Technological forecasting in perspective*. OECD, Paris, 1967. p. 15.

<sup>45</sup> Abramowitz, Moses. Resource and output trends in the United States since 1870. *Papers and proceedings of the American Economic Association*, v. 46. May 1956. p. 5-23.

de cada uma dessas forças, assim que sua soma represente o avanço tecnológico total.”<sup>46</sup>

Nota-se perfeitamente que essa conceituação representa simplesmente um artifício devido às necessidades de mensuração da teoria econômica. Isso limita, porém, a capacidade de percepção da importância do desenvolvimento tecnológico. Criando uma categoria residual, permite-se a quantificação artificial desse processo, quando ele corresponde essencialmente a uma mudança *qualitativa* nas condições de produção. A visão da tecnologia como um quarto fator de produção,<sup>47</sup> consequência lógica dessa tendência quantitativa, obscurece completamente o impacto da tecnologia sobre o sistema econômico, que traz mudanças qualitativas aos próprios fatores de produção.

O modelo do sistema de tecnologia permite, e até acentua, a consideração desse aspecto qualitativo do impacto tecnológico. O produto do sistema de tecnologia seriam novas formas de combinação dos fatores de produção, e isso, principalmente, no sentido de mudanças qualitativas nos mesmos, em direção à sua utilização intensiva, e não somente extensiva. Nesse aspecto, nossa conceituação de tecnologia confunde-se, em parte, com a conceituação da introdução de “novas combinações de meios de produção” por meio de empresários, segundo Schumpeter.<sup>48</sup> Para esse autor, o papel inovador do empresário consistiria na introdução de um novo produto, na introdução de um novo método de produção, na abertura de um novo mercado, na conquista de uma nova fonte de matérias-primas, ou na introdução de um novo método de organização. Todos esses aspectos estariam incluídos em nosso conceito de ação do sistema de tecnologia, que permite tratá-los de maneira mais científica que no caso de introdução de variáveis quase metafísicas como, por exemplo, a capacidade empreendedora do empresário individual.

A principal vantagem do nosso modelo é, porém, que ele permite a localização da tecnologia dentro de seu ambiente, fornecendo, assim, os principais parâmetros para seu estudo. Como a principal finalidade do desenvolvimento do nosso modelo era encontrar um marco teórico que orientasse nossa pesquisa sobre política governamental brasileira na área da tecnologia, o próximo passo deverá ser a dedução dos modos de tratar o tema a partir desse modelo.

### 3. Estudos sobre o tema

O modelo explicativo do sistema de tecnologia, e principalmente as ligações funcionais desse sistema com seus sistemas ambientais, permite a lo-

<sup>46</sup> Brown, Murray. *On the theory and measurement of technological change*. Cambridge, 1966. p. 2. As “forças” mencionadas por Brown são especificadas como: melhoramentos na educação, no treinamento profissional, na saúde, nas inovações de produtos, na organização de mercados, remoção de restrições à mobilidade e à eficiência econômica de recursos, e eficiência administrativa.

<sup>47</sup> Leftwich, R. op. cit. p. 17.

<sup>48</sup> Schumpeter, Joseph. *The theory of economic development*. Cambridge, Mass., 1934. p. 74-5.



calização das linhas gerais do relacionamento da tecnologia com os demais sistemas sociais. Qualquer estudo sobre o próprio sistema da tecnologia teria que partir de uma compreensão mais detalhada dessas relações. Como o tema geral do nosso trabalho é o estudo da política tecnológica brasileira, seria inicialmente necessário captar as principais linhas de relacionamento entre a política e a tecnologia, que forneceriam os parâmetros concretos para o tratamento do tema.

### 3.1 *Parâmetros gerais*

Observando o modelo desenvolvido, nota-se que o relacionamento direto mais importante do sistema de tecnologia é com o sistema econômico. Sendo caracteristicamente um subsistema da economia, o sistema de tecnologia será por essa controlado, mas representará uma força condicionante de importância central para sua eficiência. Ao estudarmos as consequências do desenvolvimento tecnológico, deveremos portanto estudá-las, em primeiro lugar, ao nível do sistema econômico. Tal sistema será o que mais diretamente sofrerá o impacto do desenvolvimento tecnológico. Esse pode ser considerado o principal parâmetro para nossas análises.

Como segundo parâmetro, pode ser afirmado que os demais sistemas macroambientais — sistemas político, social e cultural — estarão expostos a consequências do desenvolvimento tecnológico, principalmente, a partir do impacto que esse exerça sobre o sistema econômico. Como o sistema econômico é a força condicionante dos demais, qualquer mudança mais profunda em sua essência refletir-se-á neles. Estes sistemas procurarão controlar aquelas mudanças, e em última análise o impacto da tecnologia sobre os demais sistemas macroambientais dependerá do dinamismo interno e da relativa autonomia que o sistema de tecnologia possa alcançar.

Somente em intensidade menor, e esse seria o terceiro parâmetro geral, haverá um relacionamento direto entre o sistema de tecnologia e os demais sistemas macroambientais. Sendo assim, o impacto direto do desenvolvimento tecnológico sobre esses sistemas será secundário, mas, mesmo assim, não sem importância. Em princípio, o sistema tecnológico condicionará as capacitações dos sistemas ambientais, sofrendo, destes, controles políticos, de normas ou de valores. Em relação ao sistema político, por exemplo, o desenvolvimento de técnicas de simulação poderia aperfeiçoar o processo de tomada de decisões, mas a própria conceituação da política como uma área de ação distinta da tecnológica poderia dificultar sua utilização. O sistema social ganharia em eficiência, principalmente, pelo desenvolvimento de novas técnicas de comunicação social, mas exerceria um controle sobre o sistema tecnológico por meio da definição de papéis desse sistema. O sistema cultural, finalmente, poderia ser influenciado pela evolução da chamada tecnologia do ensino e, também, pela conquista de novas técnicas de expressão artística e estética. Por parte desse sistema, porém, poderiam ser esperadas as mais importantes tentativas de contro-

le do sistema de tecnologia, que seriam representadas pelo choque entre valores idealistas e valores materialistas.

O estudo da política tecnológica brasileira deveria ser efetuado levando em consideração esses parâmetros gerais. Mesmo assim, ainda seriam necessários alguns estudos genéricos antes da concentração nesse caso específico. Em primeiro lugar, torna-se imprescindível uma visão mais concreta do impacto geral do desenvolvimento tecnológico, conforme os parâmetros anteriormente deduzidos. Em segundo lugar, a situação específica brasileira nesse processo teria que ser caracterizada, pois somente a partir daí seria possível deduzir os parâmetros concretos da ação governamental brasileira. O próximo passo na discussão do tratamento do tema seria, portanto, caracterizar os principais aspectos a serem estudados quanto ao impacto geral da tecnologia, quanto à situação brasileira frente a esse impacto, e, finalmente, quanto à política governamental brasileira na área da tecnologia, levando as conclusões desses dois níveis de análise em consideração.

Nos próximos itens deste trabalho, discutiremos as linhas gerais dos três níveis de análise já esboçados, que fornecerão o enquadramento teórico para os três trabalhos futuros que esse grupo se propõe a elaborar. Necessariamente, a discussão do primeiro nível será mais detalhada, por já termos alguma idéia formada sobre o mesmo, enquanto que os outros dois serão sumariamente tratados, pois somente a partir do primeiro estudo poderemos formular proposições mais concretas sobre eles.

### 3.2 *Tendências gerais do impacto tecnológico*

#### 3.2.1 *Revolução ou evolução?*

É fácil comprovar o fato de que o desenvolvimento tecnológico acarreta alterações em vários aspectos da vida social contemporânea. Até uma observação superficial confirmará a existência do fenômeno que se convencionou chamar de "impacto tecnológico".

Pode-se questionar, entretanto, a profundidade, a radicalidade de tais transformações. O contínuo desenvolvimento da ciência e da técnica, sua influência no complexo social em que vivemos, poderão vir a aparecer como mero desdobramento natural do processo de organização da vida humana. Por outro lado, na medida em que mais profundas e radicais sejam as mutações, seria justificável considerar-se a possibilidade de estarmos frente à verdadeira revolução. Revolução no sentido de não mais se tratar de um desdobramento, e sim da substituição das condicionantes e componentes dos sistemas social, político, econômico e cultural.

Para responder a tal indagação, torna-se necessário um estudo pormenorizado dos diversos níveis em que se processam as alterações decorrentes do impacto tecnológico. É evidente que esse estudo deve visar àqueles níveis e aspectos da vida social, em que os reflexos da evolução

tecnológica se apresentam com maior magnitude. Destacaremos, então, cinco campos de observação. Serão eles:

1. Produção
2. Força-trabalho
3. Cultura
4. Ambiente
5. O próprio sistema de tecnologia

### 3.2.2 Produção

É no campo da produção que mais nítido se apresenta o impacto tecnológico. As conseqüências desse impacto poderiam ser analisadas em diversos aspectos do processo produtivo, quais sejam: a) produtividade; b) racionalização; c) custos; d) diversificação, e e) alteração nos padrões e níveis de consumo.

A introdução de novos métodos de produção, com crescente apelo à automação, agiria diretamente sobre a produtividade (aumento), os custos (redução), e a racionalização (facilidade de controle e supervisão). O grande número de inovações introduzidas pelas descobertas científicas permitiria apresentar ao consumidor uma gama variada de novos bens e serviços. A atuação da tecnologia sobre os meios e os fins da produção alteraria tanto os padrões, quanto os níveis de consumo. Quanto a esse último item, deveriam ser focalizadas as teorias a respeito da necessidade de controle, por políticas governamentais, do consumo, a fim de que seus efeitos pudessem ser canalizados em prol de um processo global de desenvolvimento econômico, e observado o aspecto de que o crescimento do consumo poderia acarretar distorções no processo do desenvolvimento humano, tornando-se o homem escravo involuntário do consumo, transformando-o qualitativa e quantitativamente em lazer.

### 3.2.3 Força-trabalho

O advento da automação, independentemente do aspecto revolucionário ou não de sua implantação, acarreta inegavelmente mudanças radicais no trabalho, tanto na atividade em si, como na preparação do elemento humano, na estrutura consagrada das profissões e no sistema geral de qualificação. Uma primeira visão do estudo das influências do desenvolvimento tecnológico sobre a força-trabalho, permite-nos levantar os seguintes tópicos: a) alienação do trabalho; b) trabalho/lazer, e c) qualificação profissional.

Do ponto de vista da força-trabalho, a principal característica do processo tecnológico é a retirada do homem das tarefas elementares da produção. Ele é facilmente substituível por máquinas, em processos progressivos e que envolvem desde a preparação da produção, até o acaba-

mento final. As tarefas elementares, que envolvem principalmente a força física, são as que dão o aspecto característico no sistema de produção mecanizada e não automatizada. Se este aspecto caracterizante do trabalho é o que em primeiro lugar se modifica, é de se esperar que o advento da automação não seja simplesmente uma evolução natural da revolução industrial. Ao contrário, pelo fato de liberar o homem desse tipo de trabalho repetitivo e alienante e levá-lo a executar outras funções dentro da produção, como a direção das operações, a preparação e o controle, esse processo amplia os horizontes e favorece uma participação maior do homem em sua atividade profissional. Devido à importância dada na literatura aos problemas ligados a esse tema, ele deverá ser tratado, em nossas análises futuras, com maior relevância. A principal questão seria: a automação incrementará a alienação do trabalho ou, pelo contrário, incentivará o desenvolvimento da capacidade criadora do homem?

É importante notar também que o caráter dessas novas atividades difere radicalmente das elementares tarefas básicas do trabalho no sistema de mecanização, envolvendo em grau mais elevado o fator criativo do elemento humano. Em termos teóricos poderíamos, portanto, argumentar que isso possibilitaria a superação da contradição entre os meios e os fins do trabalho. Outro aspecto do impacto tecnológico sobre o fator humano das forças produtivas seria então a possibilidade de reformulação da relação trabalho/lazer. O trabalho não seria, como na civilização industrial, uma necessidade exterior do homem, um simples meio numa existência cujo sentido não reside no trabalho, mas, sim, uma atividade criadora, de integração.

Independentemente de poder intensificar ou superar o processo de alienação do trabalho, as mudanças que o desenvolvimento tecnológico traz à participação humana no processo produtivo significam, também, mudanças nas demandas de qualificação profissional. O elemento humano tenderia a participar somente nas fases preparatórias e de controle da produção, e, para tanto, necessitaria uma formação distinta da que caracteriza o trabalho mecanizado. Isso significaria uma mudança na estrutura tradicional das profissões, onde engenheiros, economistas e outros técnicos, provavelmente, passariam a formar a base do novo sistema produtivo. Poderia ser presumido, de início, que parte do contingente de mão-de-obra, liberado devido à automação, seria treinado para trabalhar em funções de maior qualificação técnica. Mesmo assim, haveria uma parcela de pessoal que, por menor que fosse, não seria reaproveitada no processo produtivo. O processo da automação ocasionaria, assim, desemprego à mão-de-obra não qualificada (desemprego tecnológico); daí a possibilidade de resistência ao desenvolvimento tecnológico por parte da maioria dos trabalhadores. Uma outra evolução possível seria a redução das horas de trabalho individual. Nosso trabalho deveria analisar esse aspecto, indagando se essa redução poderia compensar as tendências de desemprego tecnológico, e que conseqüências ela teria sobre padrões de orçamento de tempo das pessoas envolvidas.

### 3.2.4 Cultura

Qual a influência da expansão tecnológica sobre o sistema cultural? Em que aspectos ela se evidencia? Realmente, trata-se das questões mais difíceis de serem respondidas e isto explica-se: a multiplicidade de efeitos nesse campo, aliada à subjetividade própria, dificultando sua avaliação, faz com que redobremos nossa cautela antes de quaisquer afirmações.

Os impactos mais evidentes, se assim podem ser chamados, sobre as instituições culturais seriam o estremecimento dos laços familiares, étnicos, religiosos, etc., com o descrédito, mesmo, de certas instituições, bem como a assunção de um novo papel do ensino. Esse novo papel seria, em parte, meio de substituir certas funções sociais antes exercidas por outras instituições, e, em parte, meio de adequar a preparação do próprio elemento humano aos novos padrões que surgem, tais como o estímulo à criatividade, a difusão da "racionalidade científica" no tratamento de variados assuntos, a receptividade às mudanças que são introduzidas sempre em maior escala.

Sob outra perspectiva, poder-se-ia comentar o surgimento de um novo espírito em termos de organização social: o comportamento individual, antes orientado pelos padrões familiares, étnicos, religiosos, etc., passaria a pautar-se de acordo com o sentido de uma ética profissional, em que pesariam conceitos assim como racionalidade, eficiência, interesse público, sobrepondo-se, talvez, a qualquer atitude individualista.

Um assunto que já hoje provoca discussões é a ocupação do tempo de lazer, de vez que esse tempo tende a aumentar. Mesmo deixando em aberto os problemas ligados à relação trabalho/lazer, é possível observar mudanças substanciais nos padrões de orçamento de tempo, vinculadas às profissões diretamente atingidas pelas transformações tecnológicas, e que precisariam ser melhor analisadas. Existe a possibilidade de que a diminuição da jornada de trabalho venha a efetivar o processo de auto-desenvolvimento humano. Todavia, ao contrário, é também possível que o homem tenda a adequar sua disponibilidade de tempo às condições anteriores, integrando-se, por exemplo, em novas atividades profissionais que venham a elevar seu *status* econômico. Outra possibilidade seria o desenvolvimento dos meios de recreação e diversão existentes, com sua provável diversificação. Daí surge outra questão: seria esse o caminho da "aldeia global" de que nos fala MacLuhan? A afirmação desse fato contribuiria para a equabilidade do homem e seu desenvolvimento pessoal, pelo acesso facilitado a todas as fontes de informação ou, ao contrário, forçá-lo-ia à perda da individualidade, pelo uso indiscriminado daquelas mesmas fontes? Em consequência disso, estaríamos frente à evolução do "welfare state"? Ou de uma atomização da sociedade?

### 3.2.5 Ambiente

Não resta a menor dúvida de que hoje poucos são os obstáculos capazes de se interpor entre a ciência e os objetivos do homem. É também bastante claro que, para atingir essa privilegiada situação, o homem teve

que artificializar seu ambiente natural. Entretanto, o que ocorre nas sociedades industriais é o fato de que o homem torna-se cada vez mais subordinado a sua própria criação. Desta forma, quais as medidas cabíveis para que ele retorne à posição de supremacia sobre seu ambiente artificializado? Esta é uma das problemáticas do desenvolvimento tecnológico mais discutidas atualmente. O grande impacto da revolução industrial na organização social foi a tendência à urbanização por ela gerada. Durante esse tempo, tal tendência assume proporções que parecem ser incontroláveis, gerando as chamadas megalópoles, que para muitos autores se tornam cada vez mais inabitáveis. Os meios de transporte e comunicação, por exemplo, modificaram largamente os conceitos de tempo e espaço. Todavia, nos grandes centros urbanos, nota-se uma tendência à saturação desses efeitos. Do outro lado, pode-se verificar, porém, uma intensificação da busca de métodos eficazes com vistas a controlar o ambiente artificial, naturalizando-o na medida do possível, de modo a torná-lo propício à satisfação das necessidades do indivíduo. Pode ser observada, atualmente, uma crescente fusão entre arte e ciência, incidindo sobre os efeitos dessa última, que busca com maior frequência resultados (produtos industriais) "científico-artesanais".

Em nosso trabalho deverá ser tentada uma sistematização das diversas interpretações do papel do desenvolvimento tecnológico nesse processo, assim como das previsões futurísticas correspondentes. Tentaremos chegar a conclusões sobre como e se seria possível manter o desenvolvimento tecnológico a contento, sem que ocorram estrangulamentos no ambiente artificial dos centros urbanos, e sem que tenha lugar a gradativa destruição da natureza, hoje mais do que nunca um dos aspectos fundamentais para a vida do homem.

### 3.2.6 O sistema de tecnologia

Uma possível linha de explicação para a maior ou menor intensidade das transformações introduzidas pelo desenvolvimento tecnológico seria aquela que relacionasse essa intensidade ao grau de autonomia do sistema de tecnologia. Quanto mais autônomo o sistema, mais amplos e profundos surgiriam os efeitos do impacto tecnológico.

Lembramos que este é um documento preliminar, onde são apresentadas perspectivas e possíveis linhas de investigação. Nada é definitivo, e conclusões só virão após um estudo mais aprofundado das proposições aqui simplesmente colocadas.

Colocaremos em questão, portanto, para tratamento mais detalhado em trabalhos posteriores, algumas hipóteses ligadas a uma caracterização do sistema de tecnologia e ao estudo das tendências básicas de sua ação.

A característica essencial do sistema de tecnologia é sua constante expansão. Os estímulos que levariam o sistema à auto-expansão poderiam ser encontrados em fontes diversas: externas e internas ao sistema.

Os estímulos externos viriam dos demais sistemas, cujo interesse na expansão do sistema de tecnologia surgiria em função de procurarem dele

obter um melhor atendimento às demandas ambientais. Seria basicamente um incentivo visando crescente e cada vez mais apurada prestação de serviços.

Os estímulos internos seriam ocasionados pela procura de manutenção do próprio sistema de tecnologia. Tal manutenção poderia decorrer, por exemplo, do reconhecimento de *status* do sistema tecnológico no sistema social global.

Ressaltada a característica principal do sistema, qual seja, a auto-expansão, surge como tendência agregada a busca de autonomia por parte do sistema de tecnologia. A hipótese que colocaremos é que, procurando obter autonomia (política e econômica), a ação do sistema desenvolver-se-ia em três estágios básicos, partindo da autonomia política, em direção à autonomia econômica. Esses estágios, em linhas gerais, seriam os seguintes:

1. subordinação aos sistemas ambientais — caracterizado pelo simples atendimento às demandas dos demais sistemas;

2. razoável autonomia política — nesse estágio, o atendimento às demandas ambientais seria feito após uma suplementação e correção, por parte do sistema de tecnologia, dos objetivos do sistema global;

3. autonomia econômica (supõe autonomia política) — o sistema de tecnologia chegaria ao ponto de determinar suas próprias metas. Esse terceiro estágio poderia evoluir de três maneiras:

a) a determinação das metas estaria em total concordância com o funcionamento do sistema social global;

b) haveria pontos de conflito entre os objetivos do sistema de tecnologia e aqueles do sistema global. Discutir-se-ia, então, como seriam, se possível, solucionadas essas divergências;

c) um crescimento desordenado do sistema de tecnologia, acompanhado de crescente autonomia política e econômica, poderia tornar-se disfuncional para o sistema global, na medida em que as metas fixadas pelo sistema de tecnologia se mostrassem inadequadas à manutenção do equilíbrio dos demais sistemas e, conseqüentemente, do sistema social global.

Esta última hipótese coloca a necessidade de serem estudados os possíveis mecanismos de frenagem que seriam impostos pelos sistemas ambientais ao sistema de tecnologia. E nos chama a atenção para outra possibilidade: a de que, atingido este estágio, tais mecanismos não surtam mais efeito.

### 3.3 *Impacto tecnológico no Terceiro Mundo*

A existência de numerosos problemas apontados anteriormente é, em particular, notada nos países mais desenvolvidos, pelo fato de neles se processarem os impactos mais diretos do desenvolvimento tecnológico.

Já a problemática enfrentada pelos países do chamado Terceiro Mundo, embora influenciada pelas mesmas questões que envolvem os países desenvolvidos, apresenta, em seu conjunto, parcela ponderável de situações peculiares, as quais não são observáveis naqueles outros. Tais situações teriam origem nas próprias características dos países do Terceiro Mundo, países que, sob muitos aspectos, funcionam como “espelho” dos problemas dos demais, conquanto reflitam esses problemas à luz daqueles que lhes são próprios.

Em nosso segundo nível de análise, então, procuraríamos, partindo de conclusões gerais sobre o impacto tecnológico, situar o Terceiro Mundo e, especialmente, o Brasil, no processo de desenvolvimento e expansão da tecnologia.

Mais especialmente, nesta parte do nosso trabalho seria estudado até que ponto as conclusões encontradas no primeiro nível de análise, genérico, seriam válidas para os países do Terceiro Mundo, e dentre eles, especificamente o Brasil. Em outras palavras, verificaríamos em que grau os problemas peculiares ao Terceiro Mundo, como a importação de tecnologia, a polarização da economia, a escassez de instituições de pesquisa, e outros, interfeririam na possibilidade de generalização das conclusões a que chegássemos na primeira parte do trabalho.

Exemplo disso, talvez, seria observar a ocorrência de desemprego tecnológico no Terceiro Mundo e, em função disso, tentar extrair comparações, dada a forma como esse desemprego manifesta-se nos países desenvolvidos. Ainda mais, buscaríamos, por meio de confrontação, avaliar os efeitos secundários de um tal fenômeno. Seria viável pensarmos em redução da jornada de trabalho? Até onde os países do Terceiro Mundo deveriam permitir ou estimular esse fator, de forma que eles não viessem a se chocar com outros possíveis efeitos (positivos ou negativos)?

### 3.4 *Política tecnológica brasileira*

O terceiro nível seria desenvolvido a partir das conclusões expostas nos níveis anteriores, assim como da observação da realidade brasileira em termos de política governamental na área tecnológica.

Partindo da formulação de um modelo ideal de política tecnológica, e da análise das condições reais do Brasil no campo da ciência e da técnica, procuraríamos estabelecer possíveis parâmetros de comportamento para o setor governamental, em relação ao delineamento de políticas que visassem à otimização dos resultados da implantação da tecnologia no país.

Para tal, seriam levados em consideração, em essência, os aspectos políticos nas diversas áreas de aplicação, bem como as implicações econômicas e sociais que adviriam da adoção de determinada linha de conduta, por parte do governo, em relação a políticas ligadas à tecnologia.

Em essência, os estudos nesse nível compreenderiam, portanto, a elaboração de um modelo de política governamental brasileira na área tecnológica, levando em consideração as conclusões do segundo nível de



análise, e o levantamento crítico, à luz desse modelo, da política governamental em execução. O objetivo prático dessa comparação seria a formulação de teses claras e diretas que pudessem servir de orientação para as discussões sobre uma política tecnológica a longo e médio prazos.

## **Summary**

### **Technology and Society: preliminary theoretical considerations**

The great amount of existing studies on technology, although apparently providing rich reference material, hinders those who work on it, due to the lack of systematization and the assessment of technology as a secondary object of analysis.

Nevertheless, four main trends can be distinguished in the literature:

a) pragmatic trend, the main characteristic of which is the concern with aspects related to technology generation and not with its consequences. Most studies fit this category, especially those done at international or national planning institutions.

b) scientific neutrality trend, emphasizing the imposition of positive aspects of technology over the negative. This is closely related to the cybernetic theory and foresees the evolution of mankind into the "affluent world".

c) pessimistic trend, which includes authors concerned with the consequences of technology. The critics belonging to this group are related to "cultural pessimism" (technology as a means of fulfilling man's superfluous needs) or to a conservative line (problems of the control of technology by political power), or yet to a fatalistic or alarmist line, depending on the critic's value system.

d) technological revolution trend, consisting of more recent works presenting several viewpoints: the first views the process of technological change as the second industrial revolution; the second sees this process as a revolution itself according to the marxist concept of historical materialism; the third differs from the second in that it is not rigidly bound to the marxist model.

What is remarkable in all trends, though, is the difference of the objects of analysis (techniques, technology, industrialization and so on) creating a need to specify the conceptualization of the subjects through a "general theoretical framework".

Due to the controversies in the conceptualization of technology, the construction of an explanatory theoretical model proved itself important in the identification of the main features of technology. Note that the model tries to be explanatory and not analytical. The authors based their model on Talcott Parson's general action theory.

The model is noted for integration in an environmental macrosystem, subdivided into several systems, which can be further divided. Between them and inside them are established conditioning and controlling relationships.

The integration of science-techniques into a technological system facilitates our analysis, it provides the view of technology in its own environment and makes easier the comprehension that technology is a subsystem of the economic system. The latter acts as a conditioner and the social, cultural and political systems, in different degrees, act as controllers of the consequence of technology.

An important question raised is whether technological development is an evolution or a revolution. To answer it, we observed five major fields: production, work-power, culture, environment and the technological system itself. All aspects observed in these fields led us to the conclusion that due to its impact, we effectively face a technological revolution.

Other issues to be studied (Brazil's specific situation in the process of technological change and the parameters for a Brazilian governmental action in the field of technology) will be presented in future papers.

## LEI DO ENSAIO E DO ERRO

### MUITO CARA PARA SER OBEDECIDA

Você não precisa perder tempo para atingir seus objetivos. A **Conjuntura Econômica** oferece mensalmente análises completas e objetivas do comportamento da economia nacional. A situação de sua empresa fica clara. As surpresas são eliminadas, através de prospecções baseadas em dados fidedignos e análises seguras. Você fica sabendo qual o caminho a seguir. Sem perder tempo e sem perder dinheiro.

Leia **Conjuntura Econômica** e deixe os passatempos para os fins de semana.