

## A CIÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA \*

AMILCAR O. HERRERA

“... Os problemas materiais do mundo podem ser resolvidos pela ciência e os fatores que inibem um desenvolvimento racional são políticos, sociais e psicológicos, e não técnicos no sentido material. Era costume dizer que a política é a arte de tentar somente o que é possível; agora, na medida em que quase todas as coisas são fisicamente possíveis, a política é cada vez mais a arte de encontrar explicações do porquê elas não são feitas.”  
(*The Science of Science*, Londres, 1966, p. 10.)

O atraso relativo da América Latina com relação aos países desenvolvidos, no campo de tudo aquilo que se refere à investigação científica e tecnológica, é bastante conhecido para que seja necessário descrevê-lo em seus detalhes. Contudo é necessário destacar que a diferença, quantitativa e qualitativa, da produção científica não é senão um aspecto do fosso que separa nossos países dos mais desenvolvidos neste campo particular. Nos países adiantados, a maior parte da pesquisa científica e tecnológica é realizada com relação a temas que direta ou indiretamente estejam ligados a seus problemas de desenvolvimento. O progresso científico reflete-se de forma imediata e espontânea no funcionamento de suas fábricas, na sua tecno-

\* Herrera, Amilcar O.: “La ciencia en el desarrollo de América Latina”, in: *Estudios Internacionales*, ano 2 nº 1, Santiago, 1968.

logia agrícola, na sua infra-estrutura e, em geral, no crescimento constante da produção.

Na América Latina, pelo contrário, a maior parte da pesquisa científica efetuada tem muito pouca relação com as necessidades mais urgentes da região. Para demonstrar esta afirmação basta fazer uma breve análise da situação em que se encontra um campo, que entretanto é vital para a economia de praticamente todos os países da área: o dos recursos naturais. É sabido que no caso dos recursos minerais o mapa geológico geral de um país constitui a base indispensável para qualquer plano regional de avaliação e prospecção mineral. Com algumas limitações, pode-se dizer que o conhecimento que um país tem de sua potencialidade em recursos minerais é proporcional ao conhecimento que possui sobre suas condições geológicas. Na América Latina, pode-se estimar que menos de 5% da área total foi mapeada geologicamente nas escalas apropriadas<sup>1</sup>. Como contraste, convém lembrar que o Canadá, com uma superfície de quase 10.000.000 km<sup>2</sup>, tem 75% de seu território mapeado nessas escalas. No que se refere ao inventário e a avaliação, nenhum dos países da região possui um inventário físico adequado de seus recursos minerais conhecidos, ou seja, um inventário com informação atualizada e completa sobre o tipo, a qualidade e as características geológicas das reservas de cada um dos produtos minerais de interesse econômico. Estas deficiências de informação se referem aos recursos minerais mais importantes, geralmente metais e combustíveis. O conhecimento sobre os restantes é ainda menor. Pode-se afirmar que no que se refere a mais de 70% dos produtos minerais que o *Mineral Facts and Problems* do “U.S. Bureau of Mines” registra como importantes para a indústria moderna, a informação existente é nula ou demasiado geral para ser de utilidade prática<sup>2</sup>.

Com relação a outro recurso natural que é essencial para o desenvolvimento da América Latina, o solo, a situação é semelhante àquela que descrevemos para os recursos minerais. Somente entre 8 e 10% dos solos da região foram mapeados em escalas apropriadas. Os mapas semi-detalhados cobrem entre 4 e 5% da área, e os detalhados, apenas 1%<sup>3</sup>. Além do que, a falta generalizada de pesquisas básicas e coordenadas sobre as idades dos solos faz

com que, em muitos casos, não se possa saber o significado das unidades que aparecem no mapa, sendo que então este “não pode senão servir como insólita decoração mural”<sup>4</sup>. A gravidade destas deficiências no conhecimento dos solos reflete-se claramente na seguinte afirmação do informe citado: “É necessário levar em conta, neste momento em que se pretende programar o desenvolvimento latino-americano, que não é possível pensar numa planificação, que na prática se traduza em melhoramentos concretos da produtividade agropecuária, se não se conta com o apoio de uma informação completa e segura sobre os solos. Até agora os países da região não dispõem desta informação, além do que carecem dos meios adequados para obtê-la a curto prazo.”

A situação descrita, e que se repete no caso dos recursos florestais, da água subterrânea, etc., refere-se somente à fase mais primária da pesquisa dos recursos naturais, a da realização do inventário físico. Na etapa industrial propriamente dita, ou seja, nas fases de elaboração e transformação, observam-se as mesmas deficiências. A pesquisa tecnológica é bastante escassa e “com bastante frequência limita-se a considerar as possibilidades de utilização industrial dos recursos naturais da região no âmbito do laboratório, sem passar à etapa da planta-piloto e sem considerar, portanto, os aspectos técnicos e econômicos da transformação industrial”<sup>5</sup>.

No que se refere ao desenvolvimento industrial em geral, as condições não são melhores. Praticamente não existe pesquisa tecnológica a nível das empresas. A maior parte da indústria latino-americana se estabeleceu tendo como base a transferência de técnicas provenientes dos países mais desenvolvidos, sem que se realizasse um mínimo de pesquisa tecnológica necessária para adaptá-la às condições locais. Os institutos tecnológicos da região, financiados em sua maior parte pelos Estados, não ampliam, em geral, suas atividades ao assessoramento da indústria existente para a solução dos problemas de rotina<sup>6</sup>.

A investigação básica que se realiza na região tem lugar principalmente nas universidades ou em institutos com elas relacionados ou com organismos estatais. Salvo raras exceções, seus planos de pesquisas não têm nenhuma relação com as necessidades da indústria, ou com os

problemas gerais do desenvolvimento econômico da região. Por outro lado, ainda nos casos em que fosse possível existir esta relação, faltam na América Latina facilidades para conduzir a pesquisa a uma etapa em que possa servir de apoio efetivo à indústria<sup>7</sup>.

A característica mais importante do quadro que brevemente acabamos de esboçar é a escassa relação existente entre a atividade científica e tecnológica da área e os problemas básicos de desenvolvimento que esta área enfrenta. Insisto neste ponto porque esta situação, sobretudo o volume absoluto de pesquisa que se realiza, é, na minha opinião, um caráter distintivo do subdesenvolvimento no campo que estamos considerando. Voltarei a este tema quando tratar das causas do atraso científico e tecnológico.

Quais são as conseqüências destas diferenças na quantidade, qualidade e orientação da pesquisa científica na América Latina, com relação à que se realiza nos países desenvolvidos? Não existe uma maneira direta de medir os efeitos do avanço científico e tecnológico no progresso total de uma sociedade, mas pode-se utilizar meios indiretos para apreciar sua influência no crescimento econômico. Os mais úteis são os índices de produtividade e de crescimento da produtividade, especialmente a produção por pessoa ocupada<sup>8</sup>. Segundo os dados da CEPAL<sup>9</sup>, nos últimos dez anos, enquanto o produto por pessoa ativa aumentava escassamente, na América Latina, em 2% ao ano, nos Estados Unidos aumentava num ritmo sensivelmente maior, e na Europa Ocidental e no Japão essa taxa elevava-se a 4 e 6% ao ano. Um fenômeno similar se produzia nos países socialistas. No que se refere à atividade agropecuária, nos Estados Unidos e na Europa Ocidental, o produto por pessoa ocupada vem crescendo num ritmo de 5 e 6%, enquanto que na América Latina, e num período particularmente favorável, cresceu somente numa taxa anual de pouco mais de 2%. Estas taxas de crescimento da produtividade são suficientemente alarmantes por si só, mas o são muito mais se se considera que a América Latina parte de índices de produto médio por pessoa ocupada que representam por volta de 1/3 e 1/7 daqueles dos países adiantados<sup>10</sup>.

\* \* \*

Quais são as causas do atraso científico e tecnológico da América Latina? É óbvio que a resposta correta a esta pergunta é de importância fundamental, na medida em que é o pré-requisito indispensável para o planejamento de qualquer política que tenda a superar esse atraso.

As respostas fornecidas mais comumente são de dois tipos. O primeiro situa as causas do atraso em alguma condição básica, inerente aos povos da América Latina, que os incapacita para o progresso material. Expressa-se dizendo que os latino-americanos ou os latinos em geral, segundo a procedência do opinante, não têm a predisposição para a técnica que é característica dos países anglo-saxões. O segundo tipo, bastante popular em reuniões de cientistas, conferências internacionais, etc., diz respeito a razões muito mais circunstanciais: falta de fundos por incompreensão e ignorância dos governos, entraves burocráticos, incompreensão geral da sociedade latino-americana da importância da ciência, etc.

Para refutar o primeiro tipo de argumentos, basta recordar que se disse a mesma coisa dos eslavos, praticamente até que a União Soviética lançou seu primeiro *Sputnik* derrubando o mito; dos asiáticos em geral, até que o Japão, em 1905, derrotou militarmente uma das maiores potências ocidentais, e dos chineses, em particular, até que detonaram sua primeira bomba de hidrogênio num tempo considerado recorde mesmo para uma potência científica de primeira ordem. Em que pese a evidente falácia do argumento, contudo se continuará sustentando-o para a América Latina, inclusive por pessoas da região, até que os latino-americanos provem, com fatos indubitáveis, que se trata de um dos muitos mitos que foram usados através da história para ocultar as verdadeiras causas da miséria e da opressão de grandes setores da humanidade.

O segundo tipo de explicação encontra-se mais perto da realidade, mas não vai ao centro do problema. Com efeito, é correto que na América Latina os governos e os setores dirigentes não apoiam suficientemente o desenvolvimento científico e que isto se traduz na escassez de fundos, entraves burocráticos, falta de compreensão do papel da ciência na sociedade, etc. Mas esta explicação somente toca os efeitos mais visíveis de causas que estão profundamente enraizadas nas condições sócio-econômicas

da sociedade latino-americana. Seu defeito principal é que trata o problema do atraso científico e tecnológico de forma isolada, sem relacioná-lo diretamente com os fatores essenciais que condicionam o subdesenvolvimento geral da região.

O impulso à investigação científica e tecnológica se produz principalmente por dois caminhos: o Estado, na medida em que tenta alcançar os grandes objetivos colocados pela sociedade, e o empresariado industrial, que em seu desejo de aumentar continuamente seu nível de produtividade e de eficiência, geram e impulsionam a pesquisa tecnológica, que transfere, em benefício da sociedade, os resultados da pesquisa científica.

Como é sabido, a industrialização da América Latina foi principalmente produto de contingências originadas fora da economia latino-americana e de seus centros de decisão. Segundo Osvaldo Sunkel<sup>11</sup>, “o fenômeno da industrialização começa a acelerar-se na América Latina a partir da Primeira Guerra Mundial e recebe um novo impulso a partir da crise de 1930, que se renova no início do segundo conflito bélico. Posteriormente à Segunda Guerra Mundial, transforma-se numa política deliberada praticamente em todos os países da América Latina”. A industrialização foi baseada, quase que exclusivamente, na substituição de importações, com a importação direta de tecnologias provenientes dos países desenvolvidos, ou com a aplicação de soluções pragmáticas com pouca ou nenhuma pesquisa técnica.

Como consequência deste mecanismo de industrialização originado em acontecimentos externos à região, a ascensão gradual da classe média ao poder político que se registra na América Latina nas últimas décadas não foi acompanhado, como sucedeu na Europa durante a Revolução Industrial, pela passagem à uma sociedade com mudanças institucionais adaptadas ao crescimento industrial: “...duas ou três décadas deste tipo de crescimento industrial ‘acidental’ não resultaram na criação de uma cultura industrial que seja possível considerar como uma alternativa ao complexo cultural tradicional das classes superiores. Na América Latina a industrialização não é nem o produto da atividade de uma burguesia industrial ascendente, nem ela a produziu.”<sup>12</sup> A classe empresarial surgida

deste processo foi descrita em seus traços essenciais por Marcos Kaplan<sup>13</sup>: “Trata-se de um empresariado que aparece e se desenvolve tardiamente; em número limitado pela rígida estratificação social; freado por, à sombra de, ou preso a forças tradicionais e monopolistas do país ou do estrangeiro; com escassas possibilidades de competição e capitalização. Este setor tende a preferir as atividades mercantis e especulativas àquelas que requerem grandes pesquisas tecnológicas. Somente progride como empresariado político ou de conjuntura, sob o impulso de alternativas institucionais e comoções sociais e sob a proteção de determinados grupos no poder. Frequentemente carece de disciplina e ascetismo; prefere a acumulação veloz e o consumo à inversão produtiva, sem justificar seus lucros pela capitalização racionalizada e pela difusão de benefícios sociais e nacionais. Seu horizonte não excede os âmbitos do mercantil e do monetário... Não representa nem transmite o que mereça preservar-se da ordem tradicional, nem opera como veículo de inovação.”

Para considerar, brevemente, a ação do Estado como impulsionador do desenvolvimento científico e tecnológico, convém dividi-la em dois períodos; o que vai da independência até aproximadamente a Primeira Guerra Mundial, e o que se segue até a atualidade. No primeiro período se produz o que foi chamado de “crescimento para fora”. O crescimento econômico dependeu essencialmente da atividade produtora de matérias-primas para a exportação, que se desenvolveu tendo como base a inversão estrangeira na maioria dos países da região. Ainda que neste período os sistemas produtivos se expandissem consideravelmente em resposta à demanda exterior, isto se fez mais mediante uma exploração mais extensiva dos recursos naturais e da mão-de-obra, do que pela introdução de inovações tecnológicas. O desenvolvimento do setor manufatureiro foi bastante escasso, porque os recursos obtidos do setor básico de exportação permitiam obter bens manufaturados dos países adiantados a preços relativamente convenientes. Em termos gerais, os recursos provenientes do setor exportador não foram canalizados para desenvolver outros setores mais dinâmicos da economia, geralmente porque “o Estado se converteu abertamente no servil das classes dominantes, os proprietários nacionais e estrangeiros no setor exporta-

dor, seus sustentadores urbanos, e os proprietários de terra, os quais estavam frequentemente conectados com o comércio de exportação”<sup>14</sup>.

No período que se segue à Primeira Guerra Mundial, acelera-se a industrialização da América Latina nas condições que vimos: substituição de importações, transplante de tecnologias importadas, etc. O Estado teve um importante papel neste processo, mas não como resultado de decisões deliberadas por parte de uma elite burocrática ou política, mas sim como resposta a situações impostas por circunstâncias externas<sup>15</sup>. As causas desta atitude são claras. As classes altas, geralmente proprietárias da terra e ligadas ao setor exportador, não tinham interesse em apoiar os processos de modernização da economia. A classe média, cuja ascensão coincide aproximadamente com o período de industrialização, chega ao poder com “partidos reformistas que com poucas exceções, foram predominantemente urbanos, partidários do comércio livre, liberais, radicalmente anticlericais e não-industriais”<sup>16</sup>. O resultado, sobre a atividade do Estado, desta contradição entre a filosofia política que o informa e as necessidades impostas pelos novos fatores que afetam a economia mundial e a da região foi descrito por Kaplan<sup>17</sup>: “O Estado dos países latino-americanos herdou e continua uma tradição secular de *leseferismo* \* liberal, que apresenta seu intervencionismo como anormal e transitório, e incapacita o governo a colocar e resolver os problemas de acumulação e inversão eficientes da poupança nacional, da extensão do mercado interno e da regulamentação das transações externas. As estruturas governamentais tendem, cada vez mais, a carecer de estabilidade, eficácia e prestígio, até para cumprir as funções e os serviços tradicionais. O processo de mudança, a multiplicação de novas tarefas, a insuficiente capacidade política e administrativa do Estado para cumprir responsabilidades ampliadas, paralisam ou desvirtuam suas decisões e seus atos, agravam sua instabilidade, sua ineficiência e seu desprestígio.”

A caracterização do Estado e do empresariado latino-americano que acabamos de ver é, sem dúvida, um pouco

\* De “laissez-faire”.

esquemática, na medida em que existem exceções, tanto na ação do Estado como na do empresariado industrial; mas é suficientemente exata a partir do ponto de vista da situação geral predominante na região, e basta para explicar seu atraso científico e tecnológico. Com efeito, a incapacidade do Estado para canalizar a energia criadora dos povos em função de objetivos nacionais próprios reduziu sua ação no campo cultural, no melhor dos casos, ao apoio à educação e ao incentivo das profissões necessárias para o funcionamento de uma sociedade essencialmente estática — medicina, direito, engenharia no sentido profissional, etc. —, descuidando quase totalmente da atividade científica mais criadora. Esta ineficácia do Estado, unida à falta de uma indústria tecnologicamente progressista, explica tanto o escasso volume da pesquisa científica, como seu desvinculamento com os problemas da região. Como mostram Urquidí e Lajous<sup>18</sup> para o México, ainda que a afirmação seja válida para toda a América Latina: “Podemos dizer que em geral os homens de ciência, reagindo frente a essa situação, radicalizaram sua posição, ou seja, preferiram dedicar-se a levar a cabo pesquisa básica ou pura e não a efetuar aquela que teria a ver com a indústria ou com o governo, ou em geral com a vida econômica do país.”

Coloca-se então a questão de como fazer sair a América Latina do atraso científico e tecnológico que tão decisivamente incide sobre suas possibilidades de desenvolvimento. Contudo, ainda que exista um acordo geral entre os cientistas quanto à necessidade imperiosa de elevar a pesquisa científica e tecnológica da região a níveis compatíveis com uma sociedade moderna, não existe a mesma unanimidade entre os economistas e políticos. Não se trata, logicamente, de que estes últimos se oponham à incorporação dos benefícios da ciência moderna, mas sim de que muitos dentre eles acreditam que esse objetivo pode ser alcançado por outros meios que não a criação de uma elevada capacidade científica e tecnológica próprias. Esta posição se baseia na consideração de que o desenvolvimento científico, a nível dos países adiantados, é demasiado caro, difícil e depende de um longo prazo, e por isso está fora de nossas possibilidades num futuro previsível. Se bem que as alternativas propostas por esta posição sejam bastante variadas,

podemos resumi-las nas duas seguintes proposições: a) existe no mundo desenvolvido um enorme volume de conhecimento técnico disponível para os países subdesenvolvidos. Este conhecimento pode ser adquirido mediante patentes, ou através da instalação de unidades industriais modernas provenientes do estrangeiro. Estes modernos centros de produção impulsionarão o progresso tecnológico da região mediante sua influência sobre o meio ambiente, ou seja, pelo conhecido “efeito de demonstração”; b) a pesquisa tecnológica nos países adiantados está dirigida para a criação de tecnologias que fazem uso intensivo do capital. Na América Latina necessita-se de “tecnologias intermediárias”, com maior uso da mão-de-obra, devido ao problema do desemprego crônico. Por consequência, não convém introduzir tecnologias mais avançadas e, portanto, somente necessitamos de uma ciência e de uma tecnologia também “intermediárias”, mais baratas e de acordo com nossas possibilidades.

Levando em conta que as alternativas enunciadas para a criação de uma ciência e de uma tecnologia de alto nível continuam sendo discutidas nos círculos políticos e econômicos mais importantes da região, faz-se necessário analisá-las brevemente antes de colocarmos o problema da formulação de uma política de desenvolvimento científico. A primeira possibilidade, ou seja, a renúncia à criação científica no nível que se realiza numa sociedade moderna, tentando-se então alcançar o progresso material mediante a cópia ou a compra de seus resultados, obriga-nos a reconsiderar o próprio conceito de desenvolvimento. Com efeito, esta posição implica supor que o progresso dos países subdesenvolvidos pode ser obtido simplesmente mediante o aumento da produção, especialmente em certos setores básicos da economia, como a siderurgia, petroquímica, etc., supondo-se que o resto vem praticamente sozinho. No fundo, esta posição supõe um conceito mecanicista primário do desenvolvimento. Acredito, pelo contrário, que o desenvolvimento implica num processo deliberado muito mais profundo e mais amplo. Sunkel<sup>19</sup> o define da seguinte forma: “...o conceito de desenvolvimento, quando é concebido como processo de mudança social, refere-se a um processo deliberado que persegue como finalidade última a igualitarização das oportunidades

sociais, políticas e econômicas, tanto no plano nacional como na relação com sociedades de padrões mais elevados de bem-estar material... A posição adotada implica, por consequência, na necessidade de examinar e de buscar na própria realidade latino-americana e na influência que ela sofre pelo fato de coexistir com sociedades desenvolvidas o projeto da nação e as formas de organização que haverão de satisfazer as aspirações dos grupos em nome dos quais se realiza a tarefa de desenvolvimento". Hélio Jaguaribe<sup>20</sup>, referindo-se aos estudos sobre desenvolvimento econômico levados a cabo desde 1930, diz: "começou-se a compreender que o desenvolvimento é um processo social total cujos aspectos culturais e políticos não são menos relevantes que os econômicos." Desta forma concebido, como uma transformação profunda, e como uma afirmação da personalidade nacional, é evidente que o processo de desenvolvimento somente pode ser efetuado se se colocam em ação todas as energias, toda a capacidade intelectual de um povo. Renunciar então à criação científica, uma das manifestações básicas da vontade criadora de uma sociedade, para converter-se em meros apêndices intelectuais dos países adiantados, é renunciar à própria possibilidade do desenvolvimento.

Por outro lado, a suposição de que o mero transplante de tecnologias provenientes de países desenvolvidos possa resolver os problemas materiais do subdesenvolvimento, ainda que às custas da subordinação intelectual, é errada, e para prová-lo basta examinar a experiência já existente. Como mostra corretamente Víctor Urquidí<sup>21</sup>: "A América Latina vem importando tecnologia por mais de 450 anos e, contudo, ainda hoje, os oásis de modernismo tecnológico se destacam num vasto deserto de atraso e ignorância." Manuel Balboa<sup>22</sup>, referindo-se ao mesmo problema, diz: "Apresenta-se na América Latina a aparente contradição de que a aplicação de tecnologias modernas é incompatível com os objetivos de elevação dos níveis de emprego produtivo e um quadro no qual os conhecimentos aparecem penetrando em determinados setores ou em determinadas áreas, cuja lenta difusão revela a imagem de verdadeiros enclaves setoriais e espaciais, freqüentemente vinculados com as atividades de exportação e de substituição de importações. Não incidem sensivelmente, ao tempo esperado,

num melhoramento geral do produto e da renda..." No que se refere à incapacidade dos enclaves de tecnologia moderna para impulsionar por si só o conhecimento tecnológico, pode-se citar na América Latina diversos exemplos, mas alguns poucos serão suficientes.

A economia da Bolívia tem sido condicionada a produzir estanho desde princípios deste século, e suas minas eram exploradas por companhias que utilizavam métodos modernos de exploração. Quando em 1952 foram nacionalizadas, a maioria dos técnicos estrangeiros que dirigiam as operações saíram do país. Os resultados para a produção e para o desenvolvimento de novas reservas foram desastrosos, em grande parte porque a Bolívia não contava com pessoal técnico necessário para uma operação eficiente, apesar de meio século de exploração intensiva de seus recursos minerais pelas empresas estrangeiras. O caso dos produtos tropicais é também significativo. Vários dos países da região são fornecedores de produtos tropicais para o mercado internacional, e a exploração em parte é realizada por grandes empresas estrangeiras que contam com todos os recursos da tecnologia moderna. Entretanto, nestes países conhece-se muito pouco sobre as características básicas dos solos tropicais, o que constitui um obstáculo quase insolúvel para qualquer tentativa de diversificação da produção, em função de mudanças na demanda externa ou interna. Na indústria manufatureira, o resultado do transplante de tecnologias foi descrito, entre outros, por Escobar<sup>23</sup>.

"A maior parte da indústria latino-americana está baseada na transferência de técnicas de um país mais desenvolvido, sem que esteja acompanhada de uma maior pesquisa, nem espírito científico nessa adaptação; isto provoca em poucos anos não somente uma diminuição da produtividade relativa da indústria em si, mas também seus produtos são eliminados do mercado pelo aparecimento de outros novos de melhor qualidade e a menor custo. Isto leva o Estado a estabelecer sistemas tributários e aduaneiros que permitam à indústria do país em desenvolvimento sua sobrevivência e, nessas condições, a produção, em lugar de incrementar as rendas do país, contribui para sua estagnação. Ao mesmo tempo, o técnico que na ocasião em que se instalou a indústria encontra-

va-se atualizado na sua especialização, perde seu espírito criador, transformando seu trabalho em rotina ou emigrando, se tem maiores aspirações." Este processo foi recentemente estudado por Martin<sup>24</sup> com relação à Argentina, um dos países mais industrializados da região. Referindo-se ao processo de industrialização por substituição de importações mediante o transplante de tecnologias, diz: "Os limites deste modelo são fáceis de adivinhar: a ausência de um esforço de pesquisa e de desenvolvimento técnico impede esse encadeamento de inovações que elevam a eficácia dos processos produtivos e, ainda mais, modelam o homem da indústria moderna."

O que acabamos de ver não significa, é claro, que não seja possível utilizar o conhecimento tecnológico e científico disponível nos países desenvolvidos. Todos os países do mundo, e em particular os mais adiantados, utilizam para seu progresso os resultados da atividade científica que se realiza fora de suas fronteiras nacionais. Significa, isto sim, que a transposição eficiente de tecnologias somente se pode efetuar se o país receptor também tiver alcançado um alto grau de desenvolvimento científico. As razões são óbvias. Não ocorre a ninguém pensar que para elevar o nível cultural de uma região de analfabetos seja suficiente a instalação de uma biblioteca provida dos melhores clássicos da literatura mundial; da mesma forma, é absurdo imaginar que um país atrasado cientificamente possa usar e adaptar a suas necessidades específicas os resultados da atividade intelectual mais complexa e sofisticada que a humanidade produziu, como é a ciência moderna.

O erro provém principalmente da ignorância do caráter essencialmente dinâmico da atividade científica e tecnológica. Não existe um corpo estável de conhecimentos do qual se possa dispor em qualquer momento, em forma de receitas técnicas para resolver os problemas materiais que enfrentam os países subdesenvolvidos. A pesquisa científica e tecnológica produz uma enorme massa de material continuamente mutável, que a cada dia abre novos campos ao conhecimento e novas possibilidades, e que converte rapidamente em antiquados os procedimentos técnicos mais avançados. A seleção dos processos de produção mais adequados às condições particulares de cada

país somente pode ser feita sobre a base, não somente de um conhecimento exaustivo das condições locais, como também, e fundamentalmente, de uma clara compreensão dos resultados, das tendências e dos possíveis desenvolvimentos futuros da pesquisa científica e tecnológica. Referindo-se a este tema, Powell<sup>25</sup>, Prêmio Nobel de Física em 1950, diz: "Ainda que possa ser verdade que muitos dos problemas mais graves (dos países subdesenvolvidos) possam ser resolvidos mediante a aplicação de princípios já conhecidos a novas situações, é necessário destacar que tais aplicações requerem uma imaginação científica criativa de primeira ordem." A King<sup>26</sup>, um dos cientistas mais destacados da Grã-Bretanha, e que influiu profundamente na política científica deste país, também diz: "Mesmo uma pequena nação necessita, devido a seu interesse nacional, que o apoio à pesquisa fundamental seja suficientemente amplo para proporcionar ao país uma compreensão clara do significado dos novos avanços científicos. Sem esta importante, ainda que nem sempre óbvia, exploração, perder-se-ão as oportunidades de progresso tecnológico e sentir-se-á a falta de cientistas com a necessária preparação para futuros aperfeiçoamentos. A falta da pesquisa fundamental suficientemente ampla num país é um meio seguro de se fazer com que seus processos industriais se tornem eventualmente obsoletos." A conclusão evidente é que somente pesquisadores científicos e tecnológicos em atividade podem fazer com que o processo de transferência e de adaptação de tecnologias desenvolvidas nos países adiantados não se converta num fator a mais de estagnação econômica e social.

No que foi dito acima, referi-me à necessidade do progresso científico da América Latina, para que seja possível uma adaptação a suas necessidades específicas dos resultados da ciência e da tecnologia dos países mais avançados. Isto implica, naturalmente, no suposto de que nos países desenvolvidos sejam criados processos tecnológicos que, ainda que seja necessário adaptá-los às condições locais, possam ser aplicados para satisfazer às necessidades da região. Entretanto, isto não é senão uma parte do problema. Existem campos fundamentais da tecnologia nos quais a pesquisa que se realiza nos países industrializados não somente não é útil aos países subdesenvolvidos,

mas que inclusive resulta prejudicial para seus interesses econômicos, pelo menos a curto e médio prazo. Um destes campos, que é vital para os países da América Latina produtores de matérias-primas, é o dos recursos naturais.

Nos países altamente industrializados, grande parte da pesquisa tecnológica relacionada com as matérias-primas está dirigida a substituir os produtos naturais por outros sintéticos, diminuindo desta forma sua dependência das fontes de produção. Alguns casos que tiveram sérias conseqüências para as economias de determinados países da região são bem conhecidos. Até a Primeira Guerra Mundial, por volta de 2/3 da renda nacional do Chile provinha da exploração de seus depósitos de salitre. Com o fim da guerra, o aperfeiçoamento do processo Haber-Bosch para a produção de nitratos retirando o nitrogênio do ar deslocou o salitre dos mercados mundiais, provocando uma gravíssima deterioração da economia chilena. As pesquisas para substituir a borracha natural por um sucedâneo foram iniciadas na Europa no começo do século, e sofreram um impulso pelas necessidades geradas durante as duas guerras mundiais. A produção comercial em escala considerável inicia-se no fim da Segunda Guerra Mundial, e em 1964 a borracha sintética representou 59,7% da produção total. Os abrasivos naturais foram quase totalmente substituídos por produtos sintéticos; os materiais plásticos estão substituindo não somente a madeira, os produtos de cerâmica, etc., mas também vários metais em alguns de seus usos, e as fibras sintéticas substituíram em grande parte as naturais, na indústria têxtil. Poder-se-ia prosseguir com uma lista interminável de exemplos, mas é suficiente dizer que a ciência moderna está em condições de produzir sucedâneos de quase qualquer produto natural sempre que disponha da energia suficiente.

Um dos resultados desta política tecnológica de substituição, menos evidente mas igualmente perigosa para os países subdesenvolvidos, é o efeito exercido sobre o preço das matérias-primas pela simples ameaça ou possibilidade de substituição. Efetivamente, como demonstra Aymans<sup>27</sup>, "...as inovações tecnológicas, particularmente nas técnicas de poupança e substituição de materiais, são provocadas sobretudo pela tendência à alta dos preços das matérias-primas pertinentes. A tal ponto que existem casos

nos quais os próprios produtores de artigos primários fizeram todo o possível para que não subissem os preços de seus produtos... Muitas vezes ocorre que já se tenha encontrado um sucedâneo ou se tenha inventado uma técnica de poupança de material, mas não são aplicados enquanto o preço do produto natural não sobe o suficiente para justificar o emprego do novo produto ou da nova técnica. Em outras palavras, o fato de que uma matéria-prima se torne escassa ou que seu preço suba não significa que lhe são oferecidas melhores perspectivas. Pelo contrário, quanto mais falte e mais cara se torne, maior é o risco de que seja substituída inteiramente". A indústria do couro é um exemplo desta situação. A firma Dupont recentemente produziu um sucedâneo do couro que ainda não se fabrica devido a seu alto custo, mas se o preço do couro continua subindo, este material acabará substituindo-o totalmente.

A única possibilidade que têm os países da América Latina de se defenderem dos efeitos dessa política de substituição e poupança de matérias-primas naturais é desenvolver ativamente sua própria pesquisa tecnológica neste campo. Muitos produtos naturais são substituídos porque os sucedâneos têm características físicas, ou de composição, mais homogêneas, ou porque suas técnicas de elaboração permitem ajustar mais rapidamente o volume de produção à demanda. A pesquisa tecnológica, mediante uma melhor tipologia e classificação desses produtos e através do estudo de processos de produção mais flexíveis, pode ajudar a reduzir, pelo menos em parte, essas desvantagens. O desenvolvimento de novos usos para os produtos naturais é outro dos campos abertos aos pesquisadores da região.

Uma das tarefas mais importantes que deve enfrentar a pesquisa tecnológica na América Latina é a criação de novos recursos naturais. A expressão parece paradoxal, mas corresponde à realidade. Os recursos chamados naturais não o são estritamente; são essencialmente o produto da pesquisa científica e tecnológica. Como vimos, os depósitos de salitre do Chile se converteram em recursos naturais quando o progresso da tecnologia agrária conduziu à fabricação de fertilizantes nitrados, e quase deixaram de sê-lo quando o mesmo progresso tecnológico

permitiu a utilização do nitrogênio do ar com esta finalidade. Os depósitos de minério de ferro com alto conteúdo de silício dos Estados Unidos não eram aproveitáveis até perto de duas décadas. Quando as jazidas de alto conteúdo de ferro começaram a se esgotar, os cientistas norte-americanos desenvolveram processos tecnológicos que permitiram a utilização deste minério na indústria siderúrgica. Até poucos anos considerava-se que a produção de alumínio somente poderia ser efetuada economicamente a partir de bauxitas com alto conteúdo de alumínio e com menos de 6% de silício. Alguns dos países industrializados que não contavam com um fácil acesso aos recursos de bauxita do mundo, como a Rússia e a Alemanha, estudaram e desenvolveram técnicas que hoje permitem produzir alumínio a partir de matérias-primas naturais que não eram consideradas como recursos até poucos anos, neutralizando desta forma o virtual monopólio das bauxitas de alta qualidade que exercem algumas das grandes potências industriais. As jazidas de cobre do tipo que constitui a maior fonte de recursos do Chile não eram exploráveis devido à sua baixa qualidade até bem pouco tempo. O enorme aumento da demanda de cobre produzido pelo crescimento da indústria levou a que os cientistas das grandes potências industriais criassem tecnologias que hoje permitem explorar economicamente estas jazidas. Os casos citados são somente alguns bastante conhecidos no campo dos recursos não renováveis, mas a lista poderia ser aumentada consideravelmente com exemplos de outros setores da produção como a agricultura. Além do que o crescimento e a diversificação quase explosivos da indústria moderna geram a cada dia a necessidade de utilização de novos materiais. Substâncias que até pouco tempo eram pouco mais que curiosidades de laboratório, como o urânio, o selênio, o germânio, o tório, etc., foram transformadas em poucos anos em integrantes da complexa maquinaria de produção, requerendo a busca de novos recursos naturais nos quais estão depositados.

Como conclusão, da mesma forma que a pesquisa científica e tecnológica "neutraliza", para usar a expressão de Zimmerman<sup>28</sup>, recursos naturais quando os substitui, também pode criá-los. Contudo é surpreendente observar que praticamente em todos os casos a pesquisa orientada

para o aproveitamento de novos recursos naturais foi efetuada nos países industrializados, respondendo às suas próprias necessidades e conveniências. Os países produtores de matérias-primas, como os da América Latina, limitaram-se unicamente a explorar os recursos de que necessitam os países adiantados em função de sua experiência tecnológica com determinado tipo ou forma de apresentação do mesmo. Esta quase absoluta falta de criatividade no campo mais vital para a economia dos países da América Latina é uma demonstração palpável do colonialismo econômico e intelectual a que estes países estão submetidos. A contínua deterioração dos termos do comércio exterior dos países da região não somente é consequência natural do progresso tecnológico, que tende a diminuir o valor da matéria-prima nos processos de produção, como também, e em grande parte, o resultado da carência de uma capacidade científica que lhes permita afrontar de uma forma criativa e dinâmica esse problema.

Vejamos agora a segunda proposição, a que diz que os países subdesenvolvidos necessitam tecnologias de produção "intermediárias", com maior utilização de mão-de-obra, e portanto também podem resolver seus problemas com uma ciência igualmente "intermediária", de menor nível que a dos países adiantados.

Creio que os argumentos que apresentei, com relação à possibilidade de obtenção do desenvolvimento científico e tecnológico tendo por base o transplante e a cópia do que se faz nos países adiantados, são também suficientes para mostrar o caráter pouco realista dessa posição. Não obstante, e levando em conta de que se trata de uma hipótese bastante favorecida em alguns círculos políticos e econômicos da região, convém analisá-la mais detalhadamente. Em primeiro lugar, comete-se o erro de acreditar que um processo de produção que implique um menor uso relativo de capital tem necessariamente um menor nível tecnológico. Isto não é sempre correto, como esclarecedoramente o indica Aymans<sup>29</sup>: "... as chamadas técnicas avançadas são assim denominadas simplesmente porque a prática geral parece indicar que sejam desta forma qualificados todos os sistemas de produção que se traduzam num aumento do rendimento (ou do valor acrescentado) *per capita*, do fator trabalho associado ao mesmo. Habitualmente

o elevado rendimento *per capita* é uma consequência da maior quantidade de capital empregado por trabalhador e não da superioridade tecnológica ou econômica com relação a outros meios.'

O erro provém em grande parte de se supor que o aproveitamento de tecnologias de maior incidência de mão-de-obra é alcançado usando equipamentos e procedimentos de produção antiquados, já descartados pelos países desenvolvidos. Contudo a solução não pode ser esta, salvo em casos muito especiais. Para que os processos de produção "intermediários" realmente contribuam para o progresso da região, e possam ser competitivos com relação aos que se utilizam em outros países, deverão incorporar todos os avanços da tecnologia moderna compatíveis com o tipo de processo escolhido. Isto requer uma alta capacidade de pesquisa científica e tecnológica na região, porque são problemas que não interessam, e portanto não são estudados, nos países altamente industrializados. Além do que, faz-se necessário distinguir entre o maior ou menor grau de complexidade e sofisticação dos equipamentos que possam ser usados nos processos de produção, e o nível de capacitação técnica que se requer para decidir entre as muitas alternativas possíveis. A seleção dos processos de produção mais convenientes para os diferentes países da América Latina deve levar em conta um número tão grande de variáveis, que somente a podem realizar cientistas e tecnólogos do mais alto nível, que conheçam profundamente as condições particulares da região.

Por outro lado, é fundamental levar em conta que a necessidade de usar, em determinados campos da produção, as chamadas tecnologias "intermediárias", não é senão uma parte, que não é a mais importante ou a mais difícil, dos múltiplos problemas científicos e tecnológicos nos quais a América Latina deverá buscar suas próprias soluções. Para demonstrá-lo basta mencionar alguns. Grande parte dos habitantes da América Latina vivem na zona tropical, e outra porção considerável está estabelecida em zonas cujas altitudes médias ultrapassam os 3.000 metros acima do nível do mar. Os problemas específicos criados por essas condições ambientais — sanitários, de produção agrícola e industrial, de comunicações, etc. — não foram até agora pesquisados detalhadamente simplesmente por-

que os países desenvolvidos encontram-se em zonas do mundo onde eles não se apresentam. Entretanto, o domínio pleno do meio ambiente físico é uma condição *sine qua non* do progresso de uma sociedade.

A discussão precedente poderá ser resumida dizendo-se que a problemática do subdesenvolvimento coloca um dos desafios intelectuais de maior porte que uma sociedade já enfrentou em sua história. Como em todos os grandes desafios históricos anteriores, as soluções só poderão ser fornecidas pelos protagonistas; e isto é tão certo no terreno da criação científica como em todos os outros campos da atividade humana.

\* \* \*

Admitida a necessidade de que os países da América Latina desenvolvam uma ciência e uma tecnologia próprias de alto nível, coloca-se o difícil problema de saber como pode deliberadamente gerar-se numa sociedade atrasada, o potencial de criação científica e tecnológica que possuem as sociedades mais desenvolvidas. Não se trata simplesmente de alcançar a existência de uma atividade científica. Esta existe e sempre existiu em toda sociedade civilizada, porque como a arte, é um dos produtos primários da atividade humana. Trata-se de entrar no que se denominou Revolução Científica e Tecnológica, ou seja, nesse processo autocatalítico no qual o progresso acelerado da ciência se traduz espontânea e automaticamente num maior bem-estar da sociedade, o que por sua vez repercute sobre a atividade científica, estimulando-a. Este é o processo que hoje permite aos países adiantados aumentar seu bem-estar, num ritmo nunca igualado na história.

É evidente que para se saber que condições são necessárias para que uma sociedade se incorpore à Revolução Científica, no sentido amplo em que a definimos, é necessário saber primeiro que condições foram dadas para que outras sociedades o tenham feito no passado, especialmente no passado recente. Não se trata no momento de tentar uma análise detalhada, que por outra parte só poderia ser feita por historiadores e sociólogos que tivessem um conhecimento profundo da História da Ciência, mas apenas de ver, bastante esquematicamente, quais foram as condições gerais que permitiram ou impulsionaram o processo.

Os historiadores modernos consideram que a Revolução Científica é gerada e adquire seu caráter definitivo no período compreendido entre os anos 1500 e 1700<sup>30</sup>. Neste período foi fundamentalmente uma revolução industrial que ensinou aos homens ver o mundo de uma forma diferente, a passar “de um mundo de coisas ordenadas de acordo com sua natureza ideal, a um mundo de acontecimentos que se desenvolvem num constante mecanismo de antes e depois”<sup>31</sup>. Somente em fins do século XVIII, com a Revolução Industrial, esta nova forma de pensar se incorpora ao dia-a-dia prático da sociedade, condicionando todo seu desenvolvimento futuro.

A Revolução Industrial é um dos processos mais estudados da história, e ainda que se conheçam bastante bem as causas gerais que a produziram, não existe entretanto um completo acordo sobre a importância relativa dos diversos fatores que nela intervieram. Para nossos fins, contudo, é suficiente assinalar alguns pontos essenciais. Em primeiro lugar, a Revolução Industrial iniciou-se na Inglaterra, e só posteriormente se estendeu a outros países da Europa. A importância deste fato repousa em que, como diz Eric Hobsbawm<sup>32</sup>, “qualquer que tenha sido a causa deste avanço da Inglaterra, certamente não foi sua superioridade científica e tecnológica”. Com efeito, as ciências naturais, a física e as matemáticas estavam muito mais adiantadas na França que na Grã-Bretanha, e os sistemas educacionais da França e da Alemanha haviam alcançado níveis muito superiores aos daquele país<sup>33</sup>. As necessidades tecnológicas dos começos da Revolução Industrial na Inglaterra foram relativamente modestas, e puderam ser satisfeitas com a capacidade inventiva de artesãos inteligentes. É bastante significativo o fato de que a máquina rotativa a vapor, o elemento tecnológico mais complicado que se usou neste período, foi inventada por Watt em 1784, mais de 30 anos antes de que Carnot desenvolvesse na França os princípios teóricos que constituem a base do funcionamento das máquinas a vapor.

Entre os fatores mais importantes que fizeram possível o começo da Revolução Industrial na Inglaterra, destaca-se a transformação revolucionária da agricultura que teve lugar desde meados do século XVIII e que se encontrava praticamente terminada ao fim deste período.

Citando novamente Hobsbawm<sup>34</sup>: “A agricultura já estava preparada para levar a cabo suas três funções fundamentais numa era de industrialização: aumentar a produção e a produtividade, a fim de poder alimentar a crescente população não dedicada à agricultura; prover um excedente de mão-de-obra que seria incorporada às cidades e à indústria; e proporcionar um mecanismo para a acumulação de capital, a ser usado nos setores mais modernos da economia.” O outro fator decisivo foi a criação, através da crescente expansão da atividade mercantil, de uma classe governante enriquecida que se interessava em promover o desenvolvimento econômico. “O êxito alcançado pela Inglaterra ao esboçar e aplicar as novas forças mecânicas foi ao mesmo tempo a causa e consequência da ampla visão comercial do conjunto da classe média e de grande parte da classe alta.”<sup>35</sup>

Torna-se claro então que se bem que a Revolução Científica, que se inicia no século XVI, foi essencial para a Revolução Industrial, esta provavelmente não teria havido se não existissem outros fatores sócio-econômicos que tornaram possível a utilização dos produtos da criação científica tendo em vista o progresso da sociedade. Vale a pena recordar que a ciência grega da antiguidade, particularmente no período de Alexandre, com homens como Euclides e Arquimedes, havia chegado a um nível intelectual que não estava longe do alcançado em inícios da Revolução Científica moderna. As causas de sua paralisação e decadência sem efeitos visíveis na sociedade de seu tempo devem, provavelmente, ser procuradas na própria estrutura dessa sociedade que, baseada na escravidão, não tinha um estímulo suficiente para buscar seu progresso material no desenvolvimento da tecnologia.

A Revolução Industrial iniciada na Inglaterra se propaga por parte da Europa e nos Estados Unidos, e na segunda metade do século XIX já havia produzido a divisão do mundo em dois blocos: o integrado pelos países cujo desenvolvimento cresce aceleradamente, utilizando todos os recursos da ciência e da tecnologia, e o formado pelo resto da humanidade, que permanece na pobreza e no atraso. Durante o período que se segue e que vem até nossos dias, somente um pequeno número de países daqueles que não se beneficiaram do que poderíamos chamar

a primeira Revolução Industrial logrou dar o salto qualitativo e quantitativo que lhes permitiu iniciar o processo de desenvolvimento acelerado, utilizando os recursos da ciência em todos os campos da atividade social. Esses países são o Japão, a URSS e, mais recentemente, a China. Nestes casos a história é bem conhecida. O Japão, diante do desafio das potências ocidentais materializado pela expedição do almirante Perry em 1853, responde modificando toda sua estrutura política e social para poder modernizar-se incorporando a capacidade criadora da ciência e da tecnologia ocidental. Em 1869 é definitivamente abolida a estrutura feudal do país; em 1871 inaugura-se um sistema educacional moderno, controlado pelo Estado, e ao finalizar o século, o Japão emerge como uma das grandes potências mundiais. Os casos da URSS e da China não necessitam maiores comentários; a incorporação da ciência e da tecnologia como motores de progresso social se produz com consequência de revoluções que modificaram profundamente a estrutura social desses países.

As conclusões desta brevíssima análise podem ser facilmente resumidas. O processo a que denominamos de Revolução Científica e Tecnológica se produziu sempre como resposta a necessidades fundamentais explicitadas pela sociedade. Não basta que existam necessidades: é necessário que a sociedade tenha consciência delas e se proponha deliberadamente a satisfazê-las. O desafio do Ocidente foi sofrido por todos os países da Ásia, mas somente o Japão reagiu, enfrentando-o com êxito. A necessidade de terminar com o atraso, a fome e a miséria em grande parte do mundo subdesenvolvido não basta para gerar progresso, enquanto que essas sociedades não se proponham, consciente e deliberadamente, a satisfazê-la.

O progresso científico e tecnológico é desta forma um elemento essencial do desenvolvimento, mas não pode ser produzido isoladamente, independentemente dos fatores sociais e políticos que condicionam uma comunidade. Isto surge, por outro lado, da própria natureza da ciência moderna. No passado, no início da Revolução Científica, a pesquisa podia ser realizada por homens relativamente isolados, com poucos meios materiais, e portanto, em certa medida era independente, pelo menos no sentido material, do meio que a rodeava. Atualmente a situação é total-

mente distinta. A pesquisa científica e tecnológica requer meios de uma complexidade e magnitude que somente o conjunto da sociedade, através do Estado e dos grandes meios de produção, pode proporcionar. Além do que, a formação de pessoal científico na quantidade e qualidade adequadas requer planos de educação e treinamento que aproveitem ao máximo os recursos intelectuais da nação. Uma sociedade realiza um esforço desta magnitude, somente na medida em que se encontre plenamente consciente dos benefícios que ele traz.

\* \* \*

Levando em conta o que acabamos de ver, é legítimo perguntarmo-nos se, dada a atual estagnação sócio-econômica da América Latina, se pode fazer algo agora para impulsionar seu desenvolvimento científico e tecnológico. Creio que sim. As forças de mudança de uma sociedade não são geradas simultaneamente em todos os seus setores, e o relativo adiantamento de um deles pode ajudar a estimular o de outros. Por outro lado, conceber e colocar em execução uma política de desenvolvimento científico e tecnológico é uma tarefa longa e difícil, que não pode ser realizada de um dia para outro. Tudo o que se adiante agora, ainda que seja no aspecto de sua formulação, será tempo ganho quando se criarem na região as condições que permitam entrar decididamente no caminho do progresso.

Entre os objetivos deste breve trabalho não figura, é claro, o de pretender formular uma política de desenvolvimento científico para a América Latina. Por consequência, limitar-me-ei a expor algumas idéias básicas sobre este tema.

Uma das primeiras perguntas que formulam os economistas e políticos da América Latina com relação ao problema do desenvolvimento científico é o de sua própria possibilidade na região, pelo menos ao nível dos países industrializados, tendo em conta seu alto custo em recursos materiais e humanos. Em apoio a esta dúvida citam-se as somas verdadeiramente astronômicas que as grandes potências industriais, como os Estados Unidos e a União Soviética, investem neste campo. Para colocar o

problema de forma mais realista, convém recordar que grande parte da inversão que realizam esses países destina-se a temas de pesquisas que não oferecem interesse imediato para os países subdesenvolvidos, como a corrida espacial, o aperfeiçoamento das armas atômicas e convencionais, etc. Mesmo um país como a França, de médio poder econômico, destina grande parte de seus esforços científicos para a criação de uma força nuclear.

A demonstração mais cabal de como se pode chegar a um alto nível científico, tendo como base recursos relativamente modestos, nos é dada pela Suécia e por Israel. A Suécia desenvolveu uma ciência e uma tecnologia que lhe permite competir com os países mais adiantados, mesmo em campos tão "exclusivos" como os dos aviões supersônicos de guerra. Israel conseguiu resolver em poucos anos a maior parte dos problemas colocados por um meio físico hostil, mediante a aplicação de sua capacidade científica. Em ambos os casos trata-se de países cujo poderio econômico não é maior do que o de alguns países da América Latina. O problema, portanto, é mais de planificação inteligente do que de meios.

A planificação do esforço científico foi um dos grandes temas de discussão nos meios acadêmicos antes da Segunda Guerra Mundial. Como recorda Price<sup>36</sup> professor de História da Ciência da Universidade de Yale: "Para aqueles entre nós que recordam os brilhantes debates entre os partidários da planificação e seus adversários, foi bastante surpreendente verificar que, de qualquer forma, tudo estava afinal planejado como resultado da guerra e de sua Grande Ciência."

Esta tendência à planificação, que se inicia essencialmente como resultado da necessidade das grandes potências de dedicar todas as energias nacionais ao esforço bélico, continuou depois em todos os países desenvolvidos até nossos dias: "Esta época da revolução técnica se caracteriza pela organização da 'indústria da pesquisa'. Com efeito, constata-se atualmente que a maior parte da pesquisa que se realiza no mundo está orientada e canalizada em direção à solução de problemas específicos e predeterminados, constituindo estas soluções os 'produtos' dessa indústria da pesquisa.<sup>37</sup>" As razões fundamentais deste esforço de planificação são dois: em primeiro lugar, a

dificuldade dos Estados, mesmo os mais poderosos, em dispor de recursos humanos e financeiros para cobrir de maneira igual todos os campos da pesquisa científica; e em segundo lugar, a crescente compreensão pelos governos do papel essencial que a ciência e a tecnologia têm no progresso social.

Nos países da América Latina, a escassez de recursos e a necessidade de resolver os urgentes problemas colocados pelo desenvolvimento tornam imperativa a planificação do esforço científico. King<sup>38</sup>, diretor científico da OECD, diz ao se referir a este tema: "Estes países já sentem a limitação de sua disponibilidade de recursos e, no entanto, estão plenamente conscientes das possibilidades que a ciência oferece para seu futuro... São estes países os que têm uma clara necessidade de uma imediata política científica deliberada. Parecem existir duas possibilidades complementares: concentração do esforço em algumas poucas direções principais e extensão dos recursos, através de uma participação seletiva, nos planos internacionais de pesquisa." Estes conceitos se referem aos países de menor desenvolvimento científico relativo da Europa, mas são totalmente aplicáveis aos nossos.

A planificação do esforço científico somente pode ser realizada, é claro, no marco mais amplo da planificação do desenvolvimento. Esta planificação deve incluir uma política definida de orientação da pesquisa científica, que pode ser resumida em três etapas:

a) determinar, em ordem de prioridades, os problemas dos países e as necessidades, de acordo com a estratégia de desenvolvimento nacional;

b) formular essas necessidades de ordem econômica e social em termos técnicos, transformando os problemas em objetivos concretos de pesquisa;

c) implementação dos resultados desta pesquisa, incorporando-os ao sistema econômico ativo. A elaboração de um plano desta natureza somente pode ser realizada com a participação ativa de cientistas nos organismos encarregados da planificação do desenvolvimento.

Nos círculos acadêmicos da América Latina existe entretanto muita resistência a aceitar uma planificação da atividade científica pelo Estado. Esta atitude encontra-se em boa parte justificada por uma longa tradição de inter-

ferências políticas negativas nas atividades acadêmicas da região. Contudo, como uma certa medida de planificação é inevitável, ainda que somente seja pela necessidade de fixar prioridades na distribuição dos limitados fundos disponíveis, é indispensável que os cientistas participem ativamente na elaboração das políticas de desenvolvimento. Como é indicado num informe do Instituto Venezuelano de Pesquisas Científicas: "Se a ciência deverá ser, como hoje o é na realidade, um instrumento de desenvolvimento intelectual e de ação material positiva, seu matrimônio com a política, no sentido nobre da palavra, é inevitável.<sup>39</sup>" Efetivamente, é a única maneira de se conseguir que o planejamento do desenvolvimento científico seja feito *por* cientistas, e não *para* os cientistas.

O tema da participação dos cientistas na solução dos problemas do desenvolvimento está intimamente ligado, em minha opinião, a um dos problemas mais importantes que afetam a ciência da América Latina: a emigração de cientistas para os países mais desenvolvidos. Para solucioná-lo propõe-se em geral dois tipos de medidas: melhorar suas condições materiais de vida e dotá-los de maiores facilidades para seu trabalho. Contudo é evidente que estas medidas, apesar de serem necessárias, não são suficientes. Efetivamente, os países da América Latina não se encontram em condições de competir, no que se refere às condições materiais, com o que podem oferecer as grandes potências industrializadas. O problema da emigração de cientistas é essencialmente um problema de motivações. Um cientista de alto nível continuará na América Latina, apesar das vantagens materiais que lhe sejam oferecidas fora da região, se se sente motivado em seu trabalho por outros objetivos além dos puramente intelectuais. Esta motivação somente pode ser dada pela convicção de que sua tarefa representa um subsídio positivo para a solução dos problemas da comunidade à qual pertence.

O campo da cooperação internacional também oferece amplas possibilidades para incrementar a capacidade científica dos países subdesenvolvidos, mas vou me referir brevemente a apenas um deles: o da integração latino-americana. As dificuldades com as quais esbarra o esforço de integração da América Latina, devido principalmente aos diferentes graus de desenvolvimento dos países que

integram a região, são bem conhecidas. No campo científico e tecnológico, contudo, essas dificuldades para uma ação conjunta são bem menores. Os problemas são bastante similares em todos os países e, devido à própria natureza do trabalho científico, existe uma comunicação constante entre os pesquisadores. A cooperação científica entre os países da região pode ser de importância decisiva para a solução dos problemas técnicos do subdesenvolvimento, que por sua natureza específica, não são estudados nos mais adiantados países.

A tarefa de integração científica não necessita ser iniciada simultaneamente em todos os campos de trabalho. Pode ser iniciada com projetos bem concretos de cooperação, que eventualmente serviriam como "núcleos de integração" ativos.

Estes projetos ou núcleos de integração científica poderiam ser, para começar, de dois tipos fundamentais:

a) centros de aperfeiçoamento científico e tecnológico que deveriam situar-se nos países que tivessem alcançado um maior grau de avanço nas respectivas tarefas, mas nos quais poderiam participar, em igualdade de condições, pesquisadores de toda a região;

b) projetos de pesquisas relacionadas com planos multinacionais de desenvolvimento. Como exemplo destes últimos pode-se mencionar os planos de desenvolvimento de bacias fluviais e o plano de integração do grupo de países andinos.

Nos últimos anos os cientistas de todo o mundo, incluindo os latino-americanos, participaram nas tarefas do ano geofísico internacional e de outros planos de cooperação destinados a resolver problemas que interessam à comunidade científica mundial. Seria bastante interessante que os cientistas do mundo subdesenvolvido colocassem a possibilidade de realizar o ano científico do subdesenvolvimento, destinado a estudar os problemas materiais que contribuem para manter na pobreza e no atraso quase 2/3 da humanidade.

#### NOTAS

1. HERRERA, A. *Los recursos minerales de América Latina*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1965, p. 43.
2. *Op. cit.*, p. 39.

3. *Los recursos naturales en America Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en ese campo*, V. Los suelos. CEPAL E/CN. 12/670/Add 5, 1963.
4. *Op. cit.*
5. *Informe final de la conferencia sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de America Latina*, p. 41, Santiago, 1965.
6. *Op. cit.*, p. 41.
7. *Op. cit.*, p. 41.
8. *Automation and Economic Progress*. Edited by H. R. Bowen and G. L. Mangun, Prentice Hall, Inc., 1966.
9. Discursos de M. Balboa na conferência sobre a aplicação da ciência e da tecnologia ao desenvolvimento da América Latina, UNESCO-CEPAL, 1965.
10. *Op. cit.*, p. 2.
11. SUNKEL, O. *El marco histórico del proceso de desarrollo*, Cuadernos de ILPES, Serie II, Anticipos de investigación, Santiago, 1967.
12. VÉLIZ, C. *Obstacles to change in Latin America*, Edited by C. Véliz, Oxford University Press, p. 6, 1965.
13. KAPLAN, M. *Países en desarrollo y empresas públicas*, Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1965, p. 35.
14. PINTO, A. *Obstacles to change in Latin America*, *op. cit.*, p. 19.
15. *Op. cit.*, p. 12.
16. VÉLIZ, C. *Op. cit.*, p. 3.
17. KAPLAN, M. *Desarrollo socioeconómico y estructuras estatales en America Latina*, Aportes, Instituto Latinoamericano de Relaciones Internacionales, Paris, 1967, p. 31.
18. V. URQUIDI e LAJOUS. *Ciencias y Tecnología en el desarrollo económico de México*.
19. SUNKEL O. *El concepto de desarrollo*. Cap. II. Preliminar, ILPES, 1966.
20. JAGUARIBE, H. *Obstacles to change in Latin America*, *op. cit.*, p. 184.
21. URQUIDI, V. *Obstacles to change in Latin America*, *op. cit.*, p. 192.
22. BALBOA, M. Discurso na conferência...
23. ESCOBAR, I. *El científico en el desarrollo de América Latina*, conferência sobre a aplicação da ciência e da tecnologia ao desenvolvimento da América Latina, UNESCO, 1965.
24. MARTIN, J. M. *Blocage de developpement et industrialization par substitutions d'importations — L'exemple de l'Argentine*, Revue Tiers-Monde, nº 30, 1967.
25. POWELL, C. F. *The Science of Science*, Edited by M. Goldsmith and A. MacKay, Penguin Books, 1964, p. 98.
26. KING, A. *Op. cit.*, p. 145.
27. AYMANS, G. H. P. *Tendencias de la tecnología relativas a la utilización de los recursos naturales*, UNESCO, es/0765, 131 APS, 16 (ws), p. 29.
28. ZIMMERMAN, E.W. *World resources and industries*, N. York, 1951.
29. AYMANS, G. H. P. *op. cit.*, p. 17.

30. BRONOWSKY, J., ANA MAZLISH B. *The Western intellectual tradition*, Pelican Books, 1963, p. 133.
31. BRONOWSKY, J. *The common sense of science*, London, 1951.
32. HOBSBAWM, E. *The age of revolution 1789-1848*, N. York, 1964, p. 47.
33. *Op. cit.*, p. 47.
34. *Op. cit.*, p. 45.
35. COLE, G. D. H. *Introducción a la historia económica*, FCE, México, 1957, p. 60.
36. Price, D. J. *Op. cit.*, p. 256.
37. *Institutos latinoamericanos de investigación tecnológica; tipos, programas y coordinación regional*, UNESCO, es/0865. 66/APS 16 (ws), p. 3.
38. KING, A. *The Science of Science*, *op. cit.*, p. 144.
39. *Operación de algunos organismos nacionales de ciencia y tecnología en América Latina*, UNESCO-CEPAL, 1965, p. 38.

Tradução de THEO SANTIAGO