

Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento

Um dos mais importantes aspectos a considerar nas relações entre a educação e o desenvolvimento, e ao qual se presta em geral muito pouca atenção, tem a ver com os vastos problemas que se colocam no âmbito da ciência e tecnologia. Com efeito, ao contrário do que muitas vezes se imagina, as consequências que estes problemas têm no campo da educação são imensas, porque não é só o número de diplomados do ensino superior (e muito menos das Faculdades di-

tas de «Ciências e Tecnologias») ou mesmo o modo como está organizada a formação escolar universitária (programas, métodos, etc.) que estão em causa, mas todo o sistema de ensino e a própria investigação científica (*o que investigar, como investigar, etc.*). O artigo do Prof. Lê Thành Khôi parece-nos ser uma primeira contribuição para o debate a instaurar entre nós sobre estas questões. Por isso o incluímos neste número.

A formação de um potencial científico e técnico no Terceiro Mundo (*)

LÊ THÀNH KHÔI (**)

A transferência da tecnologia é considerada, pelos seus defensores, como o principal meio, a par do investimento internacio-

nal, de industrializar, e portanto de contribuir para o desenvolvimento do Terceiro Mundo. De facto, historicamente, os países actualmente mais avançados começaram por ser importadores de tecnologia. O exemplo do Japão é, a este respeito, muito citado. Este país, que em meados do século XIX podia ser considerado como um país feudal, levou a cabo com a Revolução Meiji uma «modernização» acelerada, adoptando a «palavra de ordem» de «combinação do espí-

(*) Agradecemos a amabilidade do Centro de Desenvolvimento da O. C. D. E. ao permitir a publicação deste artigo nas páginas da *Análise Psicológica*.

(**) Professor da U. E. R. de Ciências da Educação da Universidade de Paris V e no Instituto de Estudos do Desenvolvimento Económico e Social da Universidade de Paris I.

rito japonês com os conhecimentos do ocidente», desenvolvendo desta forma, uma política intensiva de ensino e formação. No entanto, numerosas características diferenciam a situação japonesa das situações actualmente vividas no Terceiro Mundo: o Japão nunca foi colonizado e pôde decidir, de uma forma autónoma e independente, a sua política de desenvolvimento; por outro lado, o nível das ciências e das técnicas da altura, não era tão complexo como hoje, o que permitiu a este país dominá-las progressivamente.

O que se define hoje como Terceiro Mundo, representa um conjunto extremamente heterogéneo de Estados dotados de recursos humanos e materiais muito diferentes. O seu único ponto comum é a sua vontade de independência e desenvolvimento. O domínio da ciência e da tecnologia constitui uma das chaves desse desenvolvimento, a par da acumulação de capital e da formação humana. Ora, o que se passa é que essa «transferência» opera-se, de uma forma geral, devido menos à vontade expressa dos países, do que à iniciativa das firmas multinacionais, no quadro de uma nova divisão internacional do trabalho. Não nos cabe a nós, neste contexto, estudar as razões, os mecanismos e os efeitos desta «nova divisão internacional do trabalho». Limitando-nos ao domínio da formação, podemos dizer que a transferência da tecnologia só será eficaz, quando «recebida» por uma população preparada para o efeito, em todos os pontos de vista: conhecimentos, atitudes sociopsicológicas, hábitos de trabalho; noutros termos, pessoas que dominem a tecnologia transferida. Mas, de qualquer forma, a transferência não traz senão soluções a curto ou a médio prazo. O que é transferido, são conhecimentos e métodos elaborados no exterior e implantados nesses países. Com efeito, essa transferência não traz por si, a capacidade de *produzir* conhecimentos. Ora, esta capacidade é importante. Sem ela, um país ficará sempre de-

pendente do exterior, com todos os riscos de dominação política e económica que essa dependência implica.

É evidente que essa capacidade não poderá surgir de um dia para o outro. O Japão passou por um longo período de imitação, antes de se tornar, ele próprio, criador. O mesmo relativamente aos Estados Unidos, que hoje estando na vanguarda da investigação científica e tecnológica, viveram, até aos princípios do século XX, à base da importação e adaptação de técnicas europeias. O problema é hoje muito mais grave para o Terceiro Mundo, sobretudo para os países mais pobres, visto que, como já foi dito, a ciência e a tecnologia tornaram-se muito complexas, o nível de instrução geral baixou, e os hábitos sociais e culturais são muitas vezes opostos ao que a dura disciplina da industrialização exige. Estas são, portanto, mais razões para que estes países elaborem uma política científica e tecnológica actualmente quase inexistente. Quando essa política existe, limita-se, pura e simplesmente, a um orçamento e a uma série de projectos descoordenados. Uma verdadeira política neste domínio implica uma visão a longo prazo, o estabelecimento de objectivos e de meios precisos, cujo fim será o de pôr a ciência e a tecnologia ao serviço do desenvolvimento.

Um dos conceitos chave que essa política deve utilizar, é a de *potencial científico e técnico* (PST) ⁽²⁾.

Este conceito, que foi popularizado pela Unesco, cobre todos os recursos: humanos, materiais, informativos e financeiros, recursos esses, que um país deve possuir para produzir ou assimilar conhecimentos científicos e tecnológicos. Ora, torna-se necessário, um certo *limiar* para que a investigação seja verdadeiramente eficaz. Enquanto que, nos países industrializados, o número de cientistas e engenheiros varia entre 150 e

(2) N. T.: Potentiel Scientifique et Technique (PST).

400 por cada 10 000 habitantes, este número é inferior a 10, em países que, no entanto, não se encontram nos mais baixos níveis de desenvolvimento: 8 na Ghana (1970), 6 nos Camarões (1970), 4 na Tanzânia (1968), 0,8 na República Centro Africana (1969), 0,5 na Serra Leoa (1971) (Unesco, 1979, pp. 69-70).

Os indicadores financeiros são, também eles, chocantes. De facto, enquanto que os países industrializados consagram de 1% a 5% do seu PNB a investigação-desenvolvimento, esta percentagem desce para números inferiores a 0,5% noutros países. Sabe-se que os primeiros concentram 87% do número total de cientistas e engenheiros, e cobram cerca de 97% de despesas relativas à investigação-desenvolvimento em todo o mundo.

Devido à enorme pobreza, o montante absoluto das despesas em investigação-desenvolvimento por habitante, é muito baixa no Terceiro Mundo: 2,4 dólares no Ghana, 1,1 nos Camarões, etc., o que contrasta fortemente com os 186 dólares nos Estados Unidos, 116 em França, etc. Enfim, torna-se também necessário assinalar o fenómeno do «Êxodo de cérebros», que é, dum ponto de vista mundial, importante para o desenvolvimento científico, mas que contribui sem dúvida para o empobrecimento do potencial do Terceiro Mundo.

A primeira Conferência das Nações Unidas sobre a «aplicação da Ciência e da Técnica no interesse das regiões pouco desenvolvidas» (Genebra, 1963) foi marcada pela fé no tipo de via de desenvolvimento Ocidental. A segunda Conferência (Viena, 1979) sobre «A ciência e a tecnologia ao serviço do desenvolvimento», já reconhece a necessidade de reforçar as capacidades científicas e tecnológicas dos países em desenvolvimento. A cooperação Sul-Sul é um meio de atenuar a penúria em recursos humanos e financeiros desses países, assim como uma forma de criar uma certa autonomia colectiva face aos países do Norte. As estratégias de desenvolvimento dos paí-

ses do Sul, deixam, assim, de ser concebidas como meras imitações das levadas a cabo nos países do Norte.

Examinaremos, a partir de agora, dois pontos:

1. A formação de um potencial científico e técnico.
2. A aplicação deste potencial, ao desenvolvimento.

I. A FORMAÇÃO DE UM POTENCIAL CIENTÍFICO E TÉCNICO

Como já referimos, este potencial é constituído pelo conjunto de recursos humanos, financeiros, informativos e institucionais, susceptíveis de produzir ou assimilar conhecimentos científicos e tecnológicos.

1. *Recursos Humanos*

A formação deste potencial assenta, em primeiro lugar, na educação, no sentido mais geral do termo. Não se trata somente de dispor de cientistas e engenheiros, mas também de uma população tendo um nível cultural suficientemente elevado, de modo a apoiar o esforço dos primeiros e a engendrar no seu seio iniciativas criativas. Cultura não é necessariamente sinónimo de alfabetização. Em numerosos países, camponeses e operários analfabetos foram capazes de introduzir novas técnicas, que melhoraram quer os seus instrumentos de trabalho, quer os seus métodos de produção e de organização.

É verdade, no entanto, que estes casos não passam de inovações simples ao alcance da inteligência prática. Mas, mesmo assim, a eficácia da vulgarização é reforçada pela escrita (jornais, cartazes, folhetos, etc.). Quando se quer introduzir técnicas complexas, então a alfabetização torna-se indispen-

sável, quanto mais não seja, para facilitar a comunicação entre os cientistas, os engenheiros e a população.

A formação nos aspectos científicos e tecnológicos (as duas não devem ser dissociadas), deve-se fazer desde a infância e não somente nas escolas secundárias ou na universidade. Ela não consiste simplesmente em transmitir conhecimentos, mas também e sobretudo, em inculcar o espírito e o método científicos, quer dizer, em desenvolver as capacidades de observação, de experimentação, de raciocínio, de criação e de invenção. É indispensável coordenar o ensino científico, propriamente dito, as actividades manuais e a iniciação tecnológica. É conveniente sublinhar, aqui, a contribuição que pode ser dada pelo saber e pelos recursos tradicionais. Neste aspecto, não há nenhum meio que seja totalmente «pobre». Por exemplo, por toda a parte existem jogos que fazem apelo à memória, à reflexão, ao cálculo lógico e que podem ser usados no ensino das matemáticas e das ciências. O jogo mais conhecido em África e na Ásia consiste em fazer circular peças numa ou duas trajectórias cíclicas, representadas por duas ou quatro filas de casas cruzadas, num tabuleiro de madeira. Toma o nome de *man-kala* na Síria e no Egipto, *mangola* no Zaire, *mana gbégélé* nas Malinke, *awelé* nos Baoulé. Num artigo publicado na revista *Recherche, Pédagogie et Culture* (1979), A. Dedeicq mostra como se pode com este jogo ilustrar: a análise combinatória; a redução de um grafo relacional; a determinação da estratégia lógica, fundada na ideia de sintetização parcial das informações que permitem o avanço de um grau, antes de uma nova sintetização; o cálculo de probabilidades. Mais, o jogo não apresenta somente um carácter intelectual (que é privilegiado pelas escolas do tipo ocidental), mas também sociocultural: «jogar é estabelecer com o outro relações normalizadas que obrigam o respeito de regras fixadas pela tradição».

Quer se situe ao nível primário, secundá-

rio ou superior, o ensino científico e técnico deve, ou deveria, fundamentar-se em problemas do meio, correspondendo aos interesses das crianças, dos adolescentes e dos adultos, e procurar resolvê-los utilizando todos os recursos da comunidade. Deste modo, a escola primária poder-se-ia valorizar chamando a si todos os que podem compartilhar o seu saber: agricultores, artesãos, agentes sanitários, vulgarizadores, etc. O ensino científico e técnico está sujeito quer a condições materiais desfavoráveis (o que não exclui a possibilidade, graças ao modo de apresentar as coisas, de formação num espírito científico), quer a uma desvalorização em relação ao ensino geral, o que se explica por várias razões: impossibilidade ou dificuldade de acesso à universidade, inferioridade de estatuto social para os seus diplomados (mesmo que ganhem mais que os do ensino geral), enfim, e não menos importante, o ensino não é eficaz se não está em ligação e não é apoiado pelo meio na sua totalidade, quer dizer, pelas estruturas de produção do saber e de produção económica. A este respeito, e ainda que não tenham resolvido todas as dificuldades, os países socialistas levaram a cabo, melhor que os outros, a ligação estudo e trabalho produtivo. A educação politécnica visa inculcar nos jovens os princípios científicos de produção, dar-lhes hábitos de trabalho manual, suprimir o fosso entre estes e o trabalho intelectual, encorajar o incremento de bens materiais. Neste sentido, foi criada em 1958 no Vietname a Escola dos Jovens Trabalhadores Socialistas de Hoa-Binh com um duplo objectivo: formação de quadros e produção de acordo com o plano do Estado e o plano da província. Os alunos são organizados em grupos de estudo e de trabalho no campo e em *ateliers* de mecânica, carpintaria, fundição e pequenas indústrias de transformação de produtos agrícolas (mandioca, milho, amendoim, batata, arroz). Desde essa data, numerosas escolas secundárias que aliam estudos teóricos ao trabalho produtivo

foram criadas, mas as dificuldades económicas não permitiram ainda a sua generalização.

2. Recursos Financeiros

Do mesmo modo que é preciso um número mínimo de cientistas e engenheiros para conduzir uma investigação-desenvolvimento, é preciso um orçamento mínimo para executar as seguintes tarefas:

- planificação e administração geral das instituições científicas e tecnológicas;
- formação de cientistas e engenheiros;
- investigação-desenvolvimento;
- serviços científicos e tecnológicos (SST) ⁽³⁾ que representam a ligação entre a ciência, a tecnologia e a produção de bens e serviços.

É conveniente, embora difícil, encorajar o financiamento privado através de fundações e empresas. Em muitos países, o sector privado é débil, não tendo perspectivas a longo prazo. Quanto às multinacionais, elas conduzem as suas investigações nos países industrializados onde têm a sua sede. A própria utilização óptima dos fundos públicos é difícil de definir, porque os benefícios da investigação científica são a longo prazo e sempre aleatórios; os objectivos da investigação são por si mais fáceis de estabelecer (o que, no entanto, não implica sucesso). É esta a razão que leva a pensar que, para os países de pequena e média dimensão, é mais vantajosa, pelo menos numa *primeira fase*, consagrarem-se à investigação aplicada.

3. A Informação

A informação científica e tecnológica tornou-se um factor chave do desenvolvimento tal como a educação e a formação. Mas o

fosso, entre países ricos e países pobres, é ainda maior aqui que nos outros campos. Quando a ciência é força produtiva, a detenção do saber científico e tecnológico permite não somente receitas importantes, mas também orientar e controlar o desenvolvimento dos países menos avançados.

Os dois grandes problemas são o acesso e a utilização da informação. Implicam a reunião, armazenamento, tratamento e a pesquisa de informação. Cada país deve definir o tipo de conhecimentos mais necessários ao seu desenvolvimento e o mais adaptado às suas capacidades e necessidades dos utilizadores. O sistema de informação deve compreender, ao mesmo tempo, os conhecimentos produzidos no próprio país, e estar em conexão com os dos outros países, sobretudo os dos produtores mais ricos. Esta tarefa exige compatibilidade de sistemas informáticos e cooperação internacional, para que os países desenvolvidos ponham a informação que produzem à disposição dos que o são menos.

Em 1972 a Unesco lançou o programa UNISIST que tinha duas funções: a) estimular o fluxo de informação científica e tecnológica especialmente dirigido aos países em desenvolvimento; b) assegurar a compatibilidade entre os sistemas internacionais de informação tais como, INIS para a energia nuclear, AGRIS para a agricultura, SPINES para a política científica e tecnológica, DEVSIS para as ciências de desenvolvimento. O programa UNISIST não distribui directamente a informação, antes oferece um quadro no qual se desenvolvem os sistemas nacionais e internacionais de informação, e aos países que necessitam, fornece uma ajuda para o desenvolvimento de infra-estruturas e formação de profissionais e de utilizadores da informação.

4. Recursos Institucionais

Consiste na «base material», compreendendo uma rede de instituições destinadas

(3) Services Scientifiques et Technologiques.

a facilitar o trabalho de cientistas e engenheiros. O termo «rede» significa que o conjunto funciona de uma maneira coordenada, de modo a assegurar a eficácia das operações. Podem ser classificados desta forma:

a) Instituições encarregues da planificação, financiamento, coordenação, promoção e avaliação da ciência e da tecnologia;

b) Instituições encarregues da investigação propriamente dita: universidades, centros de investigação públicos e privados, incluindo os que trabalham em ligação com o sector produtivo;

c) Serviços científicos e tecnológicos (SST) muito variados: serviços de informação e de documentação; museus e jardins botânicos e zoológicos; institutos de controle de normas, pesos e medidas e de instrumentos científicos; serviços de vulgarização e de consulta à disposição dos utilizadores; actividades relativas a patentes e licenças; trabalhos de tradução e edição de obras e periódicos científicos.

II. A APLICAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO

Não é suficiente dispor de um potencial científico e tecnológico, é preciso ainda aplicá-lo ao desenvolvimento. Quantos sábios e engenheiros fazem trabalhos de gabinete, por vezes em domínios para os quais não tiveram formação, que lhes tomam grande parte do tempo e que não contribuem em nada para o progresso da ciência e da tecnologia!

À investigação-desenvolvimento poder-se-ia atribuir três tarefas fundamentais:

1. A reavaliação dos conhecimentos tradicionais;

2. A escolha dos conhecimentos a importar;
3. A elaboração de conhecimentos novos.

1. *Reavaliação dos conhecimentos tradicionais*

É essencialmente no domínio da agricultura e da saúde, que certos saberes e práticas tradicionais são preciosos. É preciso avaliar estes conhecimentos de um modo crítico e com métodos da ciência moderna, a fim de reter o que pode ser retido, pois não se trata de mistificar o passado.

Na agricultura, o modelo ocidental centrado na grande hidráulica, na mecanização e na utilização maciça de produtos químicos, grande consumidor de energia, dá vantagens principalmente às grandes unidades capitalistas de exploração. Leva à concentração de terras e a uma polarização social, assim como a efeitos degradantes e destruidores dos meios tropicais e áridos. Assim, as grandes barragens são adaptadas a climas temperados; nos outros perturbam as condições de vida dos animais, deslocam populações, desenvolvem doenças, tais como o paludismo, a bilharziose, a oncocercose. As técnicas tradicionais são mais adaptadas ao meio, mas não são por si suficientes para que a população ultrapasse um certo limiar. De qualquer modo, a herança agrária da humanidade é muito rica, e seria conveniente estudar os sistemas de culturas que se perpetuaram, com o objectivo de daí tirar conhecimentos válidos hoje.

A medicina tradicional representa um património também precioso. Os seus dois princípios fundamentais foram «redescobertos» recentemente pela medicina ocidental que, tendo-se desenvolvido no seio do capitalismo, tinha tomado uma orientação individualista. O primeiro destes princípios é que o homem não pode ser isolado do seu meio social e natural; o segundo, o seu orga-

nismo é um todo e como tal deve ser tratado por uma combinação de remédios de origem animal, vegetal e mineral. Mas a fraqueza desta medicina é a ausência de experimentação sistemática: é preciso pois estudá-la — e estudar a farmacopeia que a acompanha — com os métodos científicos modernos. Os sucessos e os limites da acupunctura são bem conhecidos. Do mesmo modo, a investigação fitoterápica permitiu validar as propriedades de certas plantas, enquanto que outras se revelaram perigosas. A primeira tarefa é fazer um inventário das substâncias empregues na farmacopeia local, a partir da qual se poderá, por um lado, renovar a terapia tradicional, por outro, e a longo termo, procurar moléculas novas farmacologicamente activas.

2. *Escolha das tecnologias transferíveis*

Para a indústria, que não tem ou tem poucas tradições no Terceiro Mundo, o papel da investigação será estudar, em cada ramo, as técnicas existentes e avaliar a relação custos- vantagens, tendo em conta as condições económicas e sociais existentes em cada contexto. A tecnologia «intermediária» não é frequente senão num disfarce para impor uma «tecnologia em desvalorização», que trava o desenvolvimento e reafirma o domínio dos países do Norte. A tecnologia «apropriada» é resultado de um juízo de valor: apropriada a quê, a quem? As técnicas mais modernas são as mais produtivas, e utilizam muito capital e pouca mão-de-obra: a sua escolha é uma opção política que só se justifica em certos casos.

A ciência mais avançada deve ser estudada com atenção, porque comporta promessas importantes, nomeadamente no que respeita à micro-electrónica e à bio-tecnologia. A primeira, cujos custos baixam continuamente, poderá, nos países em desenvolvimento, valorizar o raro capital e o escasso pessoal qualificado, precisamente

porque a raridade exige uma concentração em sectores estratégicos. A micro-electrónica permite também descentralizar a produção industrial em pequenas fábricas, geograficamente dispersas, próximas dos consumidores, o que reduzirá o custo dos transportes e as concentrações urbanas. Pelo seu lado, a bio-tecnologia, trabalhando com micro-organismos, permite já a produção directa de hidrogénio, assim como de metano a partir da fermentação de dejectos orgânicos e vegetais. Ela dá-nos esperanças de criação de proteínas vegetais e de espécies capazes de fixar o azoto do ar e, deste modo, servir de adubo barato; no domínio industrial, poder-se-á, através dela, prever o fabrico de produtos inteiramente novos e a redução de certos processos de produção (sínteses químicas, por exemplo) à custa de enzimas manipulados.

3. *Elaboração de novos conhecimentos*

A produção pelos próprios países de conhecimentos apropriados, representa a solução mais viável, mas muito frequentemente não pode intervir senão a longo termo. Esta criação endógena necessita de pôr em causa os modelos exteriores, na medida em que não são adaptados às necessidades do meio. Exige também uma ruptura com certas tradições, tais como a contemplação do universo sobrepondo-se à compreensão do mundo humano na Índia, a crença na magia em África.

Os problemas mais urgentes que se põem à investigação são bem conhecidos. São os da alimentação, saúde, energia, educação e de emprego. Se certos saberes e práticas tradicionais podem contribuir para a sua solução, o grosso do trabalho continua a ser a procura de horizontes novos, interligando ciências da natureza e ciências humanas. O desenvolvimento não é trabalho exclusivo da ciência e da tecnologia, é preciso também avaliar as suas incidências eco-

nômicas e sociais, as resistências e os obstáculos que encontram em cada contexto, para ver como os ultrapassar, o que é trabalho das ciências sociais.

Por fim, será preciso sublinhar que nem a tecnologia nem a ciência (num grau menor) são neutras? Elas desenvolvem-se em função das questões que a sociedade lhes levanta. Como a sociedade varia, as questões variam e as respostas também. Conforme as relações de produção dominantes, as consequências sociais de dada tecnologia não são as mesmas: a «revolução-verde» desencadeia sempre um aumento de produção, mas a concentração de terras e a polarização social observadas na Índia, nas Filipinas e na Indonésia, não se encontram no Vietname, onde as terras e os meios de produção foram colectivizados.

REFERÊNCIAS

- Deledicq A. et A. Traoré, «Apprendre en jouant. Les jeux africains: une initiation aux mathématiques», *Recherche, pédagogie et culture*, n.º 40, Mars-Avril 1979, pp. 38-42.
- Lê Thành Khôi, *Science et développement: les choix du développement endogène*, Unesco, Division de l'étude du développement.
- Morazé C. et al., *Le point critique*, Paris, IEDES-PUF, 1980.
- Problèmes culturels (I)*, Études vietnamiennes, n.º 49, Hanoi, 1977.
- Unesco, *An Introduction to Policy Analysis in Science and Technology*, Science policy studies and documents, n.º 46, Paris, 1979 a.
- Unesco, *Apprendre et travailler*, le point de «Perspectives», Paris, 1979 b.
- Zagefka, P., «Industrialisation et formation scientifique et technique dans les pays en développement», Manuscrit de thèse, Paris V, UER de Sciences de l'Éducation. 1981.