

CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte  
Câmara Brasileira do Livro, SP

B959c

Bunge, Mario.

Ciência e desenvolvimento / Mario Bunge; [tradução de Cláudia Regis Junqueira]. — Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

(Coleção o homem e a ciência; v. 11)

Bibliografia.

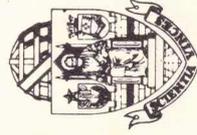
1. Áreas subdesenvolvidas — Ciência 2. Áreas subdesenvolvidas — Ciência e Estado 3. Áreas subdesenvolvidas — Tecnologia 4. Ciência — Filosofia 5. Pesquisa I. Título.

17. CDD—301.24091724  
18. —301.243091724  
17. e 18. —338.475091724  
17. e 18. —501  
17. e 18. —507.2091724  
17. e 18. —509.1724

80-1458

Índices para catálogo sistemático:

1. Áreas subdesenvolvidas: Ciência 509.1724 (17. e 18.)
2. Áreas subdesenvolvidas: Ciência e tecnologia: Aspectos sociais: Sociologia 301.24091724 (17.) 301.243091724 (18.)
3. Áreas subdesenvolvidas: Pesquisa científica 507.2091724 (17. e 18.)
4. Áreas subdesenvolvidas: Política científica: Economia 338.475091724 (17. e 18.)
5. Áreas subdesenvolvidas: Tecnologia e ciência: Aspectos sociais: Sociologia 301.24091724 (17.) 301.243091724 (18.)
6. Ciência: Filosofia 501 (17. e 18.)



Obra publicada  
com a colaboração da

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: Prof. Dr. Waldyr Muniz Oliva

EDITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Presidente: Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri

Comissão Editorial:

Presidente: Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri (Instituto de Biociências). Membros: Prof. Dr. Antonio Brito da Cunha (Instituto de Biociências), Prof. Dr. Carlos da Silva Lacaz (Faculdade de Medicina), Prof. Dr. Pêrsio de Souza Santos (Escola Politécnica) e Prof. Dr. Roque Spencer Maciel de Barros (Faculdade de Educação).



ferência das Nações Unidas sobre Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento, reunida em Viena em 1979).

O propósito desse livro é tornar claros os conceitos de Ciência básica e aplicada e os de Tecnologia; discutir o lugar que essas atividades ocupam no desenvolvimento global, e tratar de alguns pontos controversos da política científica e tecnológica.

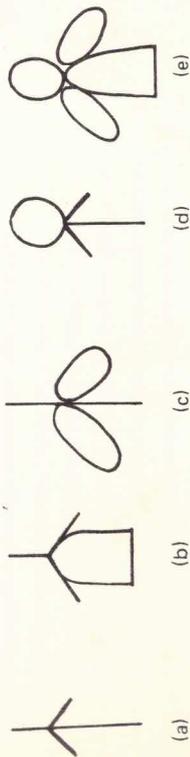


Figura 1.2. Subdesenvolvimento integral (a) e desenvolvimento integral (e). Os três bonecos do meio simbolizam o desenvolvimento tal como é visto pelos economistas (b), os políticos (c) e os culturalistas (d).

## CAPÍTULO 2

### CIÊNCIA BÁSICA, CIÊNCIA APLICADA E TÉCNICA

O primeiro problema encontrado por quem estuda, formula ou põe em prática políticas científicas e técnicas é distinguir a pesquisa científica das atividades relacionadas com ela. Não é que seja impossível realizar tal demarcação, mas é que ela é feita, geralmente, de uma maneira incorreta, por exemplo, quando se diz que o automóvel, o rádio e a bomba atômica são resultados científicos, simplesmente por se basearem em conhecimentos científicos.

Outro exemplo dessa lamentável confusão nos é oferecido por dois especialistas na matéria, Sardar e Rosser-Owen (1974, pp. 538-539) quando escrevem sem pestanejar: "que papel desempenha a política científica no desenvolvimento? A função da política científica num país em desenvolvimento é fornecer uma análise sistemática de suas necessidades de desenvolvimento doméstico. O governo e outras instituições políticas do país utilizam os critérios fornecidos por essa análise em seu esforço para atribuir recursos adequados, conhecimento e pessoal científico a essas necessidades de desenvolvimento. Nesse caso, qual o tipo de desenvolvimento é necessário? Falaremos desse assunto mais adiante, mas em suma, ele não é um acontecimento cultural, implícito ou não, mas uma estratégia ou um conjunto de estratégias que permitam ao país utilizar seus recursos naturais da maneira mais vantajosa para ele próprio; melhorar sua posição comercial em relação aos mercados mais adequados às suas necessidades; melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos; melhorar o governo e a economia interna; facilitar o governo eficaz das áreas fronteiriças; melhorar as comunicações físicas e políticas; melhorar a capacidade de defesa; etc. A ciência e a técnica nativas, e o pessoal empregado por elas, devem estar a serviço dessas necessidades e não a serviço de algum ponto de refe-

rência exterior e nem tampouco dentro do espírito da consciência da classe internacional ou da privação social". Como se vê, esses autores têm uma visão estritamente economista do desenvolvimento, confundem ciência com técnica, e política científica com política econômica. E o pior, ignoram que toda ciência é parte de uma cultura, e parecem acreditar que os cientistas podem ser comandados para que produzam o que lhes for mandado produzir.

O problema da diferenciação entre ciência e técnica aparece toda vez que se discutem políticas de desenvolvimento científico e técnico, em particular, quando se discute a distribuição de fundos entre uma e outra. Atualmente costuma-se unir ciência e técnica em um só título — "Pesquisa e Desenvolvimento" (R & R em inglês). Assim, por exemplo, diz-se que os gastos de pesquisa e desenvolvimento absorvem 0,3% do produto bruto interno na Argentina e na Venezuela, 0,6% no México, 0,9% no Canadá e 2,3% nos Estados Unidos e Alemanha Ocidental. Porém, esses dados reunidos não nos dizem nada sobre a atenção que se dá à ciência propriamente dita, nesses países. Para prever que fração do orçamento total de P & D se destina à pesquisa básica, é preciso aplicar a regra empírica: para cada 10 dólares do orçamento total de P & D, \$1 se destina à pesquisa básica, \$2 à pesquisa aplicada e o resto, ou seja, \$7 é empregado em pesquisas que culminam com o projeto e produção de um protótipo.

Chegou o momento de mencionarmos as diferenças que geralmente permanecem ocultas. Começemos por um exemplo: um físico que estuda as interações entre a luz e os elétrons, especialmente o efeito fotoelétrico, princípio da célula fotoelétrica (ou fotovoltaica). Esta pessoa faz ciência básica, seja teórica ou experimental, porque se propõe unicamente a enriquecer o conhecimento humano sobre as interações entre a luz e a matéria. Em um laboratório contíguo outro físico estuda a atividade fotoelétrica de certas substâncias particularmente sensíveis, com a finalidade de compreender melhor como funcionam as células fotoelétricas, o que, por sua vez, poderá servir para a fabricação de dispositivos fotoelétricos mais eficientes. Este pesquisador faz ciência aplicada (teórica ou experimental) porque aplica conhecimentos obtidos em pesquisas básicas. É claro que ele não se limita só a aplicar conhecimentos já existentes: longe disso, busca novos conhecimentos, porém mais específicos, já que não se referem à interação e à matéria em geral,

e sim, entre a luz de certas cores e a matéria de determinados tipos. (O leitor encontrará facilmente exemplos em outros ramos da Ciência, tais como o virologista que se interessa pelas propriedades comuns a todos os tipos de vírus e aquele que estuda, com especial afincamento, os vírus que causam determinadas doenças humanas).

Passemos agora dos laboratórios científicos para os industriais. Como bem disse Jorge Sábato (1979), se os visitamos como turistas despreocupados não notaremos grande diferença: em ambos vemos pessoas protegidas por aventais brancos movimentando-se em torno de aparelhos controlados por instrumentos, ou discutindo entre si diante de quadros cheios de fórmulas ou diagramas, ou estudando artigos recentemente publicados. Contudo, a diferença é fundamental: o laboratório industrial não produz conhecimento, e sim técnica. Por exemplo, tomemos, também ao acaso, um pesquisador que estuda células fotoelétricas com o intuito não só de saber como funcionam, mas também para projetar uma bateria de células fotovoltaicas, montada sobre um satélite artificial que se mantém sobre uma cidade, para abastecê-la de energia elétrica. Esta pessoa não é um cientista e sim um engenheiro (de alto nível, naturalmente) e, como tal, sua visão está voltada para os artefatos úteis. Para ele a ciência não é um fim e sim um meio. (Mudando o exemplo: em lugar do engenheiro ponha-se um farmacologista empenhado em encontrar ou sintetizar uma droga capaz de eliminar os vírus que provocam a gripe. Também neste caso, a finalidade não é enriquecer o conhecimento pelo conhecimento, e sim, aperfeiçoar um procedimento, uma técnica, para produzir artefatos).

Finalmente, passemos do laboratório de R & D a uma fábrica que produz, em escala comercial, as baterias de células fotovoltaicas desenhadas por nosso engenheiro (ou as drogas analisadas ou sintetizadas por nosso farmacologista). A finalidade desta atividade é diferente daquela do cientista e do engenheiro: agora se trata de obter lucros, seja para os acionistas da empresa, seja para a sociedade. Nem ao menos o artefato, que era o objetivo de engenheiro (ou do farmacologista) é agora um objetivo; se sua comercialização não for proveitosa, os diretores da empresa ordenarão a seus técnicos que desenhem outro tipo de artefato. Está bem claro isso, no entanto, muitos especialistas continuam confundindo produtos industriais, ou serviços, com produtos científicos.

O fato de se distinguirem tipos de atividade não implica separá-las. Todos nós sabemos que aquilo que começa como pesquisa

desinteressada pode terminar como mercadoria (por exemplo, um televisor) ou como serviço (por exemplo, um tratamento médico). Atualmente, em contraste com todas as épocas anteriores, há um fluxo incessante entre a pesquisa básica e a aplicada, desta para a técnica e desta para a economia (produção, comercialização e serviços). Se o fluxo é intenso, o refluxo também será. Assim, por exemplo, a indústria fornece, tanto à Técnica quanto à Ciência, meios indispensáveis, tais como aparelhos, instrumentos de medição, drogas e, inclusive, animais para experiências de laboratório.

Em resumo, os quatro setores indicados — Ciência Básica, Ciência Aplicada, Técnica e Economia — são diferentes mais interagem fortemente. (Se não fossem diferentes não poderiam interagir). Por isso, é tão errado negar as diferenças quanto exagerá-las. Já que os quatro setores são distintos, não há por que confundir-los; e, já que um necessita do outro, não há por que separá-los. (Fazendo uma analogia: diferenciar o marido da esposa não significa divorciá-los; e elogiar a solidez de sua união não significa confundir-los).

E tem mais: os quatro setores citados têm estreita ligação com os outros dois, os quais não se costumam ser mencionados pelos especialistas em política científica e técnica — a Filosofia e a Ideologia. Realmente, não há pesquisa científica sem conceitos filosóficos sobre a natureza e a sociedade, assim como a maneira de conhecê-las e transformá-las. (Voltaremos a este assunto no Capítulo 11). Nem há técnica sem ideologia, já que esta fixa valores e, com estes, os seus objetivos. (Falaremos deste assunto no Capítulo 10). Em resumo, tratando-se de ciência e técnica é preciso lembrar que ambas são parte de uma rede complexa e dinâmica: ver a figura 2.1.

A diferença entre ciência básica, ciência aplicada e técnica é um problema típico da Filosofia da Ciência e da Técnica (Cf. Bunge, 1980). Começemos pelo primeiro par. Diz-se frequentemente que não existe ciência aplicada e sim, aplicações da Ciência. Confesso que não vejo a diferença, já que a ciência aplicada pode ser definida como o conjunto das aplicações da ciência básica (ou pura). Dois exemplos nos ajudarão a compreender a diferença.

As pessoas que estudam a flora de um país fazem Botânica, e os que pesquisam recursos vegetais fazem Botânica Aplicada: produzem e estudam plantas, árvores e fungos para possível utilização

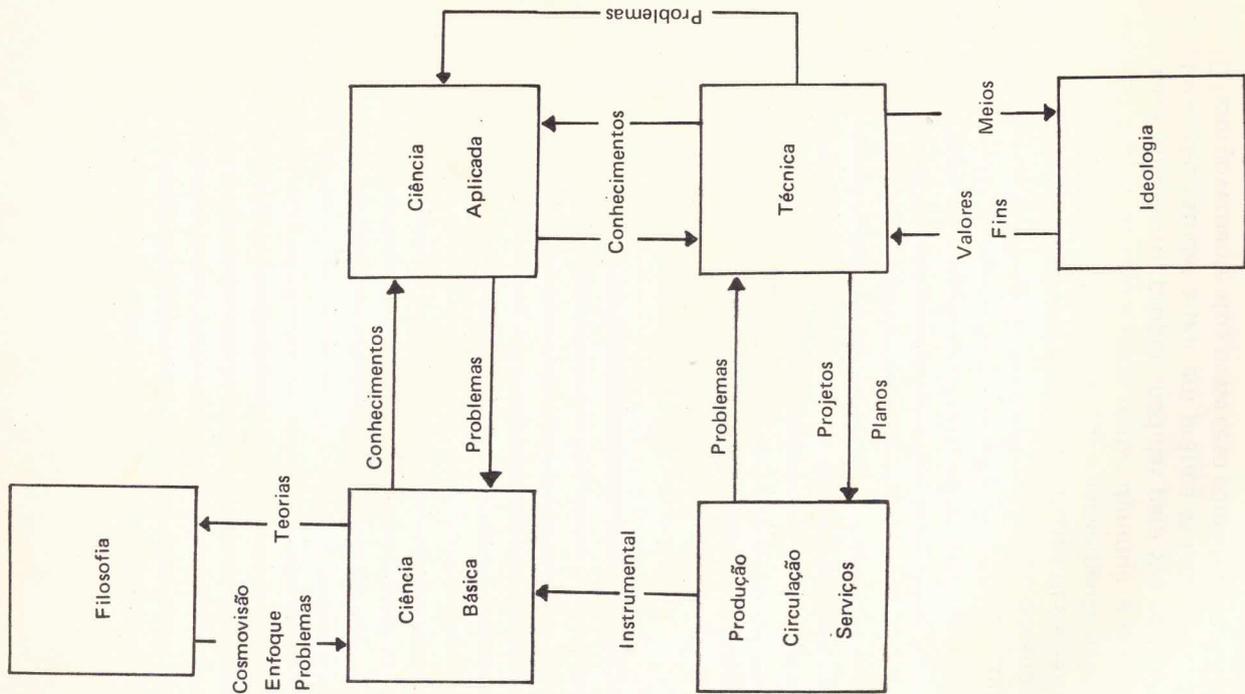


Figura 2.1. O quadrinômio ciência básica-ciência aplicada-técnica-economia e suas eminências pardas, a Filosofia e a Ideologia.

na alimentação, na medicina ou na indústria. Os que estudam Botânica Aplicada não tratam do processo de transformação dos vegetais em alimentos, drogas ou materiais de construção: esse é um assunto técnico e não científico. Estas pessoas são cientistas que, em vez de se ocuparem com problemas básicos e gerais, tais como a genética, a evolução ou a fisiologia, utilizam conhecimentos básicos para individualizar, classificar, descrever e analisar espécies vegetais de possível utilidade prática. É claro que no decorrer de sua pesquisa, o estudioso da Botânica Aplicada poderá fazer descobertas de interesse para a ciência básica, por exemplo, poderá descobrir espécies ou variedades caracterizadas por um número anômalo de cromossomos ou que apresentem mecanismos de autorregulação não utilizados por outras espécies. De qualquer forma, este cientista utiliza o mesmo método empregado pelos que estudam ciência básica. A diferença se assenta no fato de que tanto um quanto outro aplicam o método científico em problemas diferentes. O estudioso da ciência aplicada utiliza (geralmente, sem questionar) os resultados da pesquisa básica e busca novos conhecimentos com vistas a suas possíveis aplicações práticas, mesmo que ele próprio não vá iniciar nenhuma pesquisa técnica (por exemplo, o caso de se projetar uma planta piloto para extrair e elaborar drogas medicinais).

Nosso segundo exemplo será o estudo sobre os poluentes que afetam os recursos hidro-biológicos de uma região. Estes poluentes poderão ser domésticos ou industriais e, algumas vezes, poderão provocar mudanças radicais na flora e fauna da região, mudanças que poderão trazer conseqüências econômicas desastrosas. (Exemplo: a diminuição drástica dos cardumes de anchova ao largo da costa peruana, provocada, em parte, pela destruição maciça do plâncton por detritos industriais). Os estudos sobre os efeitos de tal contaminação exigem a colaboração de diversos especialistas: oceanógrafos, químicos, biólogos marinhos, etc. Os resultados desse estudo consistirão num conjunto de dados técnica e socialmente neutros. Cabe ao técnico decidir se vale a pena tentar diminuir a contaminação e, em caso afirmativo, propor medidas para sua realização. E cabe às autoridades estudar e pôr em prática as recomendações do técnico. (O bom governante atua nesse caso como técnico social).

Em resumo, tanto a pesquisa básica como a aplicada utilizam o método científico para obter novos conhecimentos (dados, hipóteses, teorias, técnicas de cálculo ou de medição, etc.). Porém,

enquanto o pesquisador de ciência básica trabalha com problemas que interessam só a ele (por motivos cognoscitivos), o pesquisador de ciência aplicada estuda somente os problemas de possível interesse social. Daí que, enquanto a pesquisa aplicada pode ser planejada a longo prazo, a básica já não pode: o pesquisador de ciência básica deve propor ele mesmo os seus planos de pesquisa e deve ter liberdade para mudá-los quando achar necessário. (São frequentes os casos em que se muda o rumo da pesquisa, não só devido à descoberta de alguma técnica nova, mas também pelo surgimento de um novo tema mais interessante ou mais abordable que o inicial). Enquanto o pesquisador de ciência aplicada pode ser encarregado de fazer isso ou aquilo, com o objetivo de resolver esse ou aquele problema, o pesquisador de ciência básica — a menos que seja um iniciante — deve escolher ele próprio o que pesquisar e que métodos empregar. Por isso, a planificação centralizada da pesquisa básica, preconizada por algumas autoridades e políticos, é a forma mais eficiente de acabar com ela.

A diferença entre ciência (básica ou aplicada) e técnica resume-se nisso: enquanto a primeira se propõe a descobrir leis que possam explicar a realidade em sua totalidade, a segunda se propõe a controlar determinados setores da realidade, com ajuda de todos os tipos de conhecimento, especialmente os científicos. Tanto uma quanto outra partem de problemas, só que os problemas científicos são puramente cognoscitivos, enquanto que os técnicos são práticos. Ambas buscam dados, formulam hipóteses e teorias, e procuram provar essas idéias por meio de observações, medições, experiências ou ensaios. Porém, muitos desses dados, hipóteses e teorias empregados na técnica são tirados da ciência e se referem sempre a sistemas controláveis, tais como estradas ou máquinas, pradarias ou bosques, minas ou rios, consumidores ou doentes, empregados ou soldados, e a sistemas compostos por homens e artefatos, tais como fábricas ou mercados, hospitais ou exércitos, redes de comunicação ou universidade, etc. Ao técnico não interessa o universo todo, e sim o que represente recurso natural ou artefato. Ele deixa o estudo das estrelas para ocupar-se do que é explorado ou poderia ser explorado na superfície da terra. Ocasionalmente poderá especular sobre a possibilidade de explorar os recursos minerais da lua e de alguns asteróides, mas suas especulações estarão limitadas ao sistema solar, pelo menos por enquanto.

A pesquisa científica se limita a conhecer; a técnica emprega parte do conhecimento científico, somado a novo conhecimento para projetar artefatos e planejar linhas de ação que tenham algum valor prático para algum grupo social. Tanto a Ciência como a Técnica são feitas em laboratórios e gabinetes, mas a Técnica não será considerada como tal enquanto não sair para o campo, para a fábrica ou para a rua. Isso é, projeto técnico é um plano de ação agropecuário, fabril ou social que mobiliza trabalhadores de diversos tipos e lhes encomenda a produção, transformação ou comercialização de coisas, sejam elas artefatos inanimados (máquinas), vivos (plantas, animais, fungos ou bactérias) ou sociais. Enquanto a Ciência pode obter algum resultado útil, mesmo sem se propor a fazê-lo, a Técnica pode produzir conhecimento científico mesmo sem querer produzir. Quando consideramos um ciclo científico ou técnico integral, não há possibilidade de confundí-las, já que num caso o produto final é o conhecimento e no outro é um artefato ou um plano de ação que promete resultados de valor prático para alguém.

Terminaremos este capítulo mostrando exemplos do quadrinômio Ciência Básica — Ciência Aplicada — Técnica — Economia: ver o quadro 2.1

Quadro 2.1 Alguns exemplos de ciências aplicadas, de técnicas e de atividades econômicas ligadas às ciências básicas.

CIÊNCIA BÁSICA	CIÊNCIAS APLICADAS	TÉCNICAS	PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO OU SERVIÇOS
Matemática	Todas	Todas	Consultorias
Astronomia	Óptica de telescópios, radiotelescópios e telescópios de raios X; bolometria	Projeto de processos para fabricar telescópios e bolômetros; arquitetura de observatórios.	Indústria óptica; indústria fotográfica; manutenção e reparação de instrumental astronômico.
Física nuclear	Estudos de fissão e fusão; radioquímica de combustíveis e produtos nucleares.	Projeto de reatores nucleares; metalurgia de combustíveis nucleares; métodos de eliminação de detritos radioativos.	Indústria nuclear: fabricação de reatores e armas nucleares; engenharia de plantas nucleares.

Física Atômica	Física de semi-condutores	Projeto de rádios, televisores e computadores.	Fabricação e manutenção de rádios, televisores e computadores.
Química	Química dos poluentes da água	Engenharia química da água	Construção e manutenção de plantas de purificação da água
Biologia	Botânica e Zoologia de espécies de possível utilidade	Fitotecnia e Zootecnia: Medicina e Medicina veterinária.	Indústrias agropecuárias; serviços de saúde.
Sociologia	Sociologia do desenvolvimento	Planificação do desenvolvimento econômico, cultural ou político	Implementação de planos de desenvolvimento