

Irineu Ribeiro dos Santos
Departamento de Ciências Sociais

Thomas Lewinsohn
Departamento de Zoologia

CIÊNCIA E TECNOLOGIA: TEORIA E HISTÓRIA

Março de 1983

A primeira versão deste texto foi produzida a partir de um trabalho conjunto com Márcio D'Olne Campos e Luiz R. Liza Curi, em projeto desenvolvido no Núcleo de Estudos de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP, com o apoio do CNPq (Convênio UNICAMP/IG/CNPq 80.12.686, em 1980/1981).



Índice

1. Introdução	1
2. Continuidade <u>versus</u> descontinuidade: as duas visões do desenvolvimento científico	2
3. O conhecimento como construção social da realidade ..	4
4. Os fatores determinantes do conhecimento	7
5. Os sistemas gerais de conhecimento	8
6. Relações entre os sistemas sócio-culturais e o conhecimento científico	11
7. Características dos sistemas de conhecimento: conhecimento empírico e conhecimento não-empírico	14
8. A história da ciência: o dilema continuidade, descontinuidade	17
9. Um exemplo: a dicotomia "ciência básica <u>versus</u> ciência aplicada"	21
10. História e dogma na formação do cientista	25
Bibliografia	35

CIÊNCIA E TECNOLOGIA: TEORIA E HISTÓRIA

1. Introdução

Um tema que tem estado sempre presente na reflexão dos cientistas em geral é o do desenvolvimento do conhecimento científico. Sobre ele muito se tem discutido, muito se tem escrito, muitas teorias para explicá-lo foram produzidas sem que, contudo, nenhuma delas conseguisse ser aceita, senão consensualmente, pelo menos pela maioria dos estudiosos.

Nos anos recentes esse debate, já antigo, se intensificou, devido, sobretudo, à publicação do livro de Thomas S. Kuhn, The structure of scientific revolutions (1970). Nele, entre outras teses, Kuhn defende a idéia de que o desenvolvimento da ciência não pode ser corretamente explicado prescindindo-se do concurso de disciplinas como a sociologia, a psicologia e a epistemologia.

A partir dessa publicação rios de tinta têm sido consumidos na sustentação de uma polêmica que tende a extravasar os círculos especializados e envolver o público culto mais amplo. Neste trabalho, a partir de sugestões suscitadas pelas teses de Kuhn, e tendo como base, pressupostos fundamentais da sociologia do conhecimento, desenvolveremos algumas reflexões sobre esse polêmico tema.

Após caracterizarmos a enorme complexidade das interrelações do conhecimento científico com as demais formas de conhecimento e com fatores sócio-culturais e psico-sociais, tentaremos demonstrar que, no estado atual dos estudos que cobrem esses setores particulares, é impossível a formulação de uma teoria geral que explique o desenvolvimento científico.

As considerações aqui desenvolvidas fornecem elementos para uma discussão sobre as relações entre ciência básica, ciência aplicada e tecnologia, tendo como quadro de referência necessária as condições gerais da sociedade inclusiva. Além disso, tratamos da compreensão de questões fundamentais sobre a natureza da ciência e da tecnologia; suas relações entre si e com sistemas políticos e econômicos; seus processos de crescimento ou desenvolvimento representados (ou não) nos processos de transformação social; e o enquadramento do metier científico ou tecnológico dentro de estruturas de produção e de poder.

Tais questões não se inscrevem claramente em nenhum campo único de investigação e reflexão, mas são abordados - com enfoques, métodos e questões diferenciados - pela psicologia, sociologia, filosofia, história e história da ciência. A reunião de todas estas abordagens em um campo integrado, embora tentada, não é de todo bem-sucedida até agora; mesmo a escolha de uma designação integradora não obteve consenso. Assim, Solla Price, que popularizou a designação "ciência da ciência", reconhece que a diversidade de sentidos em que a expressão rapidamente passou a ser utilizada anularam-lhe qualquer possibilidade de rigor e utilidade (Solla Price, 1976:167), reluta, no entanto, em enquadrar tais questões em qualquer dos campos acima mencionados, optando por designá-los como "Humanidades da Ciência" ou "Aspectos Humanitários da Ciência" (Humanities of Science) (Solla Price, 1976: 173/181). Tal opção, a nosso ver, resulta infeliz, não só por não transmitir a "impressão exata" esperada por Solla Price, mas por trazer embutida a postura liberal deste último.

2. Continuidade versus descontinuidade: as duas visões do desenvolvimento científico

As teorias que visam explicar o desenvolvimento do conhecimento científico se organizam em torno de duas perspectivas fundamentais, as quais podemos chamar de "visão continuista" e "vi

são descontinuista". A visão continuista é aquela que vê o desenvolvimento científico como um processo linear acumulativo de conhecimentos. Ou seja, a grosso modo, defende a idéia de que ao longo de sua história, as diferentes disciplinas científicas têm gradualmente acumulado conhecimentos sem sobressaltos e retrocessos; cada nova teoria supera a anterior apenas ampliando seu âmbito de abrangência. Vejamos duas citações bem características dessa perspectiva:

"Antes de tudo há, no campo da ciência, um acréscimo cumulativo de contribuições que fazem lembrar uma pilha de tijolos. Cada pesquisador acrescenta seus tijolos à pilha em seqüência ordenada; em tese aquela pilha permanece perpetuamente como um edifício intelectual construído graças à habilidade e do engenho, apoiando-se nos primitivos alicerces e lançando-se nos limites superiores da ascendente linha de fronteira do conhecimento" (Solla Price, 1976:144).

"Há pelo menos três ou quatro mil anos, a crônica da evolução científica revela uma perfeita continuidade, sem quedas insanáveis. Ora com marcada lentidão, ora com perceptível aceleramento, a corrente científica deslizou sem cessar através da história, acumulando conquistas e progressos em sua longa jornada" (Barber, 1952:43).

No estudo do desenvolvimento científico, essa visão privilegia, como fatores determinantes do progresso, aqueles que chamamos de "fatores imanentes", isto é, os antecedentes lógicos e metodológicos de cada ciência particular.

O tipo de história da ciência que resulta dessa perspectiva é aquela que Kuhn chama de "abordagem interna" (internal approach) distinguindo-se de outra que tende, embora não exclusivamente, para a perspectiva descontinuista, a qual chama de "abordagem externa" (external approach). Para esclarecer e por que indica uma importante linha de trabalho, citamos Kuhn:

"A forma ainda dominante (da História da Ciência), muitas vezes chamada de "abordagem interna", se preocupa com a substância da ciência como conhecimento. Sua nova rival, cons-

tantemente chamada de "abordagem externa", preocupa-se com a atividade dos cientistas como um grupo social dentro de uma cultura ampla. Pôr as duas em contato é talvez o maior desafio atualmente enfrentado pela profissão" (Kuhn, 1977: 110).

Tendo presente essa dualidade de interpretação da história da ciência, e na tentativa de superá-la, discutiremos preliminarmente algumas características gerais do fenômeno conhecimento.

3. O conhecimento como construção social da realidade

A ciência é um fenômeno social: é uma forma particular do fenômeno social de construção da realidade. O conhecimento científico oferece uma imagem ordenada e estruturada da realidade, na qual tudo tem seu lugar determinado. Todavia, a realidade "em si" não se apresenta à percepção do homem já estruturada e ordenada, mas, pelo contrário, se oferece em "pedaços", em porções desordenadas a partir das quais deve ser "construída" para poder ser conhecida: portanto, somente podemos conhecer o real se o estruturarmos, tendo como matéria prima o conjunto de sensações fugazes e caóticas que nossos limitados sentidos registram. Nesse sentido, então, o pensador deve reduzir uma assustadora multiplicidade de impressões, reunidas no momento de seu encontro com a natureza, num todo coerente e racional, sem o que ela não é inteligível (Gordon Childe, 1956:70). Como os princípios de construção e ordenação não estão contidos nas próprias coisas, mas, em vez disto, são adjudicados à natureza pela mente que percebe, esta organização é, num certo sentido, um verdadeiro ato de criação que é alcançado a partir de um certo "ponto-de-vista", sob uma "perspectiva" determinada, sob a orientação de certos "valores", os quais são diferentes em diferentes sociedades, diferentes mesmo em sub-sistemas de uma mesma sociedade e também variáveis no tempo.

Em termos mais simples: esta construção está determinada não só pelos estímulos da natureza, mas também em grande parte pela educação, "latu sensu", que o investigador recebeu. O que ele percebe está condicionado não só pelas qualidades de seus órgãos sensoriais e pelos estímulos que a natureza lhe oferece, mas também pelo "ensino" relativo ao seu uso, que lhe foi dado pela sua sociedade (Gordon Childe, 1956:63). Sendo assim, percebe aquilo que sua sociedade o ensinou a perceber; aquilo que é congruente e harmônico com a "visão de mundo" da sociedade a que pertence e que foi introjetada na sua mente ao longo do processo da socialização. Usamos um exemplo extraído de Kuhn (1970: 116/117). A "visão de mundo" prevalecente no ocidente e o paradigma da astronomia "oficial" do século XVIII determinavam a imutabilidade dos "céus" e com isto impediam ou dificultavam o registro e a compreensão de "novos" fenômenos celestes. Assim, o planeta Urano foi observado em pelo menos 17 ocasiões diferentes entre os anos de 1690 e 1781, sendo sempre identificado como uma estrela. Em 1790, foi visto por um astrônomo por quatro noites sucessivas, sem que ele percebesse seu movimento. Doze anos mais tarde, Herschel o observou com um telescópio de sua fabricação. Nem o tamanho de seu disco aparente, pelo menos incomum para uma estrela, nem a constatação do seu movimento o convenceram tratar-se de um planeta, anunciando ele ter visto um cometa não catalogado:

"Somente vários meses depois, após várias tentativas infrutíferas para ajustar seu movimento observado e uma órbita de cometa, é que Lexell sugeriu que provavelmente se tratava de uma órbita planetária. Quando essa sugestão foi aceitada, o mundo dos astrônomos profissionais passou a contar com um planeta a mais e várias estrelas a menos".

Por outro lado, na China, onde "as crenças cosmológicas não excluam mudanças celestes", em épocas anteriores, foram registrados aparecimentos de várias novas estrelas.

Portanto, a "natureza" sobre a qual incide o conhecimento é, digamos assim, construída em parte pela própria cultura: natureza transformada pelo homem. Ademais, do ponto de vista científico, uma representação total da realidade, mesmo que fosse possível, seria inútil como conhecimento. Isto porque a função do conhecimento, na sua origem, é essencialmente prática: é fornecer regras para a ação. Sendo assim, um reflexo completo e total da natureza seria inútil. Um "mapa" abstrato, estilizado, seria mais conveniente (Gordon Childe, 1956:67). Uma alegoria de Jorge Luis Borges esclarece bem o que estamos querendo dizer:

"... Naquele Império, a Arte da Cartografia atingiu uma Tal Perfeição que o Mapa de uma só Província ocupava toda uma Cidade, e o Mapa do Império, toda uma Província. Com o tempo, esses Mapas Desmedidos não satisfizeram e os Colégios de Cartógrafos levantaram um Mapa do Império que tinha o Tamanho do Império e coincidia ponto por ponto com ele. Menos Apegados ao Estudo da Cartografia, as Gerações Seguintes entenderam que esse extenso Mapa era inútil e não sem Impiedade o entregaram às Inclemências do Sol e dos Invernos. Nos Desertos do Oeste subsistem despedaçadas Ruínas do Mapa, habitadas por animais e por mendigos. Em todo o país não resta outra relíquia das disciplinas geográficas" (Do rigor da ciência, in História universal da infância e outras histórias).

Reforcemos, todavia, nossa argumentação com algumas citações mais especializadas:

"A ciência não se ocupa com todas as manifestações possíveis no laboratório. Ao invés disso, seleciona aquelas que são relevantes para a justaposição de um paradigma com a experiência imediata, a qual, por sua vez, foi parcialmente determinada por esse mesmo paradigma. Disso resulta que cientistas com paradigmas diferentes empenham-se em manipulações concretas de laboratórios diferentes" (Kuhn, 1970: 126).

"As descobertas dos cientistas impõem sua própria ordem ao caos, como o compositor ou o pintor impõe a sua; uma ordem refere-se a aspectos limitados da realidade, é distorcida pelo quadro de referência do observador, quadro que difere

de período para período, como um nũ de Rembrandt difere de um nũ de Manet" (Koestler, 1975:252).

"Tanto a ciência da natureza como a própria filosofia negligenciaram por completo a influência da atividade do homem sobre o pensamento; ambas somente reconhecem, por um lado, a natureza, por outro, o pensamento. Pois bem, é precisamente a transformação da natureza pelo homem, e não só a natureza como tal, a base mais essencial e imediata do pensamento humano, e a inteligência do homem se desenvolveu na medida em que ele aprendeu a transformar a natureza" (Engels, 1952:233) (grifo nosso).

4. Os fatores determinantes do conhecimento

As idéias científicas e seu desenvolvimento não são determinadas unicamente por aqueles fatores que chamamos anteriormente de "fatores imanentes", isto é, pelos seus objetos e pelos seus antecedentes lógicos e metodológicos, mas por outros mais: sociedade, cultura e personalidade.

Encontramos, assim, três grupos de fatores: imanentes, sócio-culturais e psicológicos, tendo cada um deles uma certa influência sobre a origem, a forma e o desenvolvimento das idéias científicas. Constitui, então, problema relevante a determinação da importância relativa de cada um desses grupos de fatores na origem e no desenvolvimento das produções mentais cognitivas; importância essa que varia de ciência para ciência, e historicamente no âmbito de uma mesma ciência. Parece, portanto, que não há uma ordem de importância válida para todo o conjunto das ciências, mas certos tipos de conhecimento manifestam uma sensibilidade maior em relação a tal ou qual fator.

Os três fatores apontados podem ser considerados como elementos aptos a fornecer constelações diferentes para tipos de conhecimento diversos, mas somente o estudo positivo de situações concretas pode precisar a estrutura e o grau de interferência de tais constelações. (Parece-nos, pelo menos por ora, impossível

o estabelecimento de uma teoria que abranja "a priori" todas as combinações possíveis). Ou seja, entendemos que, em situações concretas distintas estes fatores se combinam em ordens hierárquicas diversas, variando, concomitantemente, a "força" orientadora resultante. Formulando mais claramente: a influência desses fatores não pode ser concebida como um condicionamento direto do conhecimento por cada um deles, mas antes, têm eles uma ação em cadeia, dando origem a uma conjuntura específica, a um verdadeiro sistema de partes interrelacionadas. Essa conjuntura, resultante de uma determinada combinação de fatores, cujo "peso" individual também é variável em diferentes situações, é que constitui aquilo que podemos chamar de "matriz de determinação".

Mais adiante discutiremos com maiores detalhes os fatores determinantes.

5. Os sistemas gerais de conhecimento

Em estudos já clássicos de sociologia do conhecimento encontramos importantes proposições que por sua relevância incorporamos à nossa visão da matriz de determinação. Antes, porém, expomos uma citação de Koestler que, de certa forma, sintetiza os aspectos fundamentais da perspectiva que estamos adotando nesta discussão:

"O desenvolvimento da ciência não pode ser isolado do contexto histórico, do clima de opinião de uma determinada época ou civilização; ela influencia e é influenciada por sua filosofia, religião, arte, organização social, necessidade econômica. Porém, o pensamento científico, não obstante, desfruta de uma considerável parcela de autonomia(...)"(1975: 238).

Max Scheler estrutura suas reflexões sobre as relações entre o conhecimento e a sociedade em torno da tese de que em todas as sociedades, e mesmo em sub-sistemas no interior dessas sociedades, podemos reconhecer uma multiplicidade de "gêneros de

conhecimento", cada um deles tendo uma importância relativa variável em função da realidade social e enumera:

- 1) conhecimento teológico
- 2) conhecimento filosófico
- 3) conhecimento do "Alter" e do "Ego" individual e coletivo
- 4) conhecimento do mundo exterior
- 5) conhecimento científico
- 6) conhecimento técnico

A hierarquia destes gêneros de conhecimento, isto é, seu escalonamento segundo o grau de importância relativa que lhes atribui a sociedade, varia de sistema social para sistema social, e com o tempo no interior de um mesmo sistema. Assim, por exemplo, a sociedade européia, após o Renascimento e sobretudo depois da Revolução Industrial, prestigia de forma acentuada o conhecimento técnico e o científico; a sociedade asiática, pelo menos até os últimos decênios, privilegia a sabedoria tradicional e a teologia; enquanto que na Grécia clássica se atribuiu uma importância maior ao conhecimento filosófico.

Como Scheler, Gurvitch (1958, tomo II:121) afirma a existência de diferentes gêneros de conhecimento, cada um dos quais está relacionado com a realidade social em graus de intensidade variável e podendo ocupar posições diferentes nos sistemas hierárquicos do "saber". Distingue ele sete gêneros de conhecimento:

- 1) perceptivo do mundo exterior
- 2) do alter, de nós, dos grupos e das sociedades
- 3) do senso comum
- 4) técnico
- 5) político
- 6) científico
- 7) filosófico

É fácil perceber e admitir que a organização historicamente variável dessa hierarquia (ou qualquer outra que se imagine) e sua constante recombinação em novos sistemas afeta a cada um deles em particular. Aceitando-se isso, e ainda aceitando-se como indubitável a existência de relações entre a ciência e outros componentes da vida social, a história da ciência passa a ser vista como parte do estudo da cultura em geral. Neste sentido, portanto, como diz Cohen:

"Compreender as relações sociais da ciência constitui por si mesmo um problema científico pertencente à história, à sociologia, à antropologia, à psicologia, à economia e a outras ciências" (1964:277).

Baseados nessas considerações, podemos afirmar, em primeiro lugar, que os gêneros de conhecimento e suas interrelações formam uma "estrutura cultural", um "sistema", não constituindo, portanto, uma mera somatória de unidades discretas:

"Define-se o todo pela configuração de relações entre partes, e não pela soma das partes, e uma civilização não se define pela soma da ciência, tecnologia, arte e organização social, senão pela configuração total por elas formada e pelo grau de integração harmoniosa nessa configuração" (Koestler, 1961:362).

Em segundo lugar, supomos que é nesse sistema harmonicamente estruturado que se acham os determinantes do desenvolvimento científico. E, finalmente, que esses determinantes (seus componentes, seu grau de determinação, etc.) são variáveis no tempo, em função das alterações que historicamente sofre o sistema total. Isto significa, por outro lado, que o desenvolvimento de qualquer área do conhecimento não se dá ao acaso e em todas as direções de modo não seletivo, mas se processa em linhas e ritmos definidos pelos componentes culturais intrínsecos a este conhecimento.

6. Relações entre os sistemas sócio-culturais e o conhecimento científico

Apoiando-nos fortemente em proposições de Parsons (1963 : cap.VIII), as quais parecem antecipar, embora num nível mais geral e abstrato, algumas conclusões de Kuhn em A estrutura das revoluções científicas, podemos reconhecer que o desenvolvimento científico pode ocorrer em diferentes níveis. Num primeiro nível mais superficial, temos uma simples adição de conhecimentos discretos a um tipo específico de conhecimento, no interior do qual se esgotarão suas repercussões. Pode, porém, ocorrer que uma nova descoberta atinja um nível mais profundo, requerendo, em maior ou menor grau, a reorganização total do corpo sistematizado de conhecimentos. Portanto, as conseqüências de uma descoberta são função da forma como ela se encaixa na estrutura de conhecimentos e na sua estrutura de problemas pré-existentes. Sendo assim, as conseqüências de uma descoberta para o desenvolvimento científico, mesmo sendo ela casual, não são infinitas, nem casuais, mas finitas e especificamente estruturadas.

Mas além de afetar o conhecimento científico em qualquer um desses dois níveis, a descoberta particular pode também repercutir de modo mais amplo em toda a estrutura geral dos gêneros de conhecimento, afetando, mais ou menos intensamente, toda a cultura e a sociedade.

E, mais uma vez, a forma e a intensidade dessa interferência geral podem propiciar elementos para a confirmação de nossos supostos básicos. Isto porque, para nós, parece que a intensidade do impacto de uma descoberta ou teoria científica sobre a cultura e a sociedade não é proporcional à magnitude de sua contribuição inovadora - seja para a alteração de um limitado setor especializado do conhecimento, seja para a reorganização total de uma área do conhecimento, ou para a subversão do senso comum - mas é função da forma como ela se articula com os demais elementos da conjuntura sócio-cultural historicamente dada.

Em outras palavras, a repercussão de uma nova idéia científica sobre a cultura e a sociedade, globalmente consideradas, parece independer do seu conteúdo substantivo e é em parte determinada pela conjuntura histórica na qual ela emerge.

Por exemplo, sabemos que a teoria heliocêntrica de Copérnico, que reformulou o sistema planetário de Ptolomeu, provocou a maior transformação cultural já ocorrida no Ocidente, sendo até hoje o termo "revolução copernicana" utilizado como sinônimo de alteração radical (sentido em que é usado até mesmo por Kant na Crítica da razão pura). Pode-se mesmo afirmar que, associada a outros eventos críticos como as descobertas propiciadas pelas "grandes navegações" e à reforma religiosa de Lutero, a teoria de Copérnico foi a responsável pelo desmembramento da concepção medieval do mundo e a conseqüente ruptura do monopólio intelectual do clero católico, fato que inaugurou uma nova era do desenvolvimento intelectual do ocidente, caracterizada pela alta valorização do "racionalismo", como "método" privilegiado de conhecimento.

Todavia, outras descobertas que, consideradas em seu conteúdo são tão ou mais revolucionárias do que a de Copérnico, não produziram nenhuma transformação cultural (em sentido global), significativa. Neste caso estão, por exemplo, a teoria (descoberta) do elétron por Thompson (1899) (que "foi uma notável revolução científica, facilmente comparável à façanha de Copérnico". Popper, 1976:109) e a teoria da relatividade geral de Einstein (que "foi...uma das maiores revoluções científicas já ocorridas, porque entrou em conflito com a maior e mais bem comprovada teoria que jamais existiu - a teoria da gravidade e do sistema solar, devida a Newton". Idem, ibidem, p.112) as quais, embora provocando uma reestruturação total de uma área do conhecimento, não repercutiram diretamente sobre a cultura e a sociedade em geral.

Não se pode aceitar, como justificação da ausência de repercussão social dessas duas teorias, o argumento de que, por sua complexidade intrínseca, somente foram absorvidas pelos especialistas, não atingindo ao público leigo mais amplo, para o qual continuaram alheias e esotéricas. (Note-se bem, não estamos falando que estas teorias não afetaram de modo algum a estrutura cultural, mas sim que seus efeitos não são proporcionais à importância de sua contribuição inovadora nos campos especializados). Isto porque igual ou pior ocorreu com a teoria de Copérnico, cujo livro De revolutionibus orbium coelestium teve uma circulação notavelmente restrita. O exame das datas de suas sucessivas edições confirmam essa afirmação: a primeira edição, em Nuremberg, 1543, foi de mil exemplares e não chegou a se esgotar; a segunda foi na Basiléia em 1566; a terceira em Amsterdã, em 1617; a quarta, em Varsóvia, em 1852 e a quinta em Torun, em 1873. Portanto, apenas quatro reimpressões em 400 anos, fato que não o caracteriza como um best-seller (a primeira versão integral do livro em inglês somente apareceu em 1952). Bastante esclarecedor é o comentário de Koestler sobre a pequena circulação do livro:

"Trata-se de registro notavelmente negativo e inteiramente único, entre os livros que fizeram história. Para lhe apreciarmos o significado, devemos compará-lo à circulação de outras obras contemporâneas de astronomia, a mais popular das quais foi o livro de texto (...) de John Holywood, conhecido por Sacrobosco, falecido em 1256, que não teve menos de cinquenta e nove edições. O padre jesuíta Cristóvão Clavius escreveu um Tratado da esfera, publicado em 1570, que teve dezenove reimpressões, durante os cinquenta anos seguintes. O livro de Melanchton, Doutrinas de física, publicado seis anos após o livro de Copérnico e que tentava refutar as teorias de Copérnico (sic), foi reimpresso nove vezes, antes de serem as Revoluções impressas uma única vez (1566), e teve outras oito edições posteriormente (...). Os trabalhos que acabamos de mencionar, mais o Almagesto de Ptolomeu e a Teoria planetária de Peurbach, alcançaram cerca de cem reimpressões até o fim do século dezesseis. O livro das revoluções, apenas uma" (1961:128).

7. Características dos sistemas de conhecimento: conhecimento empírico e conhecimento não-empírico

Examinando-se as listas dos gêneros de conhecimento, cuja estrutura hierárquica forma o sistema de saber de uma sociedade, propostas por Scheler e Gurvitch (ou mesmo uma relação das produções mentais que são objeto de análise das várias vertentes da sociologia do conhecimento: crenças morais, "ideologias", crenças religiosas, ciências positivas, tecnologias, filosofias, etc. (Merton, 1963:461) - verificamos que estas listas, ou quaisquer outras que tenham a pretensão de englobar o "sistema de conhecimento total" incluem produções mentais que são propriamente cognitivas e outras que não o são, ou que pelo menos não o são prioritariamente. Ou seja, essas relações contêm produções mentais que têm como objetivo primordial descrever e/ou interpretar a realidade, e outras que manifestam mais acentuadamente um caráter normativo e impositivo, como as crenças religiosas, normas, "ideologias", doutrinas políticas, embora estas possam, quase sempre secundariamente, produzir ou incluir dentro de seu âmbito algum tipo de interpretação da realidade.

Portanto, o exame daquilo que estamos chamando de "sistema geral de conhecimento" nos permite desde logo estabelecer uma distinção entre elementos que resultam de práticas humanas que objetivam prioritariamente produzir conhecimento, e elementos que derivam de práticas que não têm como alvo principal o conhecimento da realidade. Neste sentido, então, é que a ciência se inclui entre aquelas práticas humanas que têm como finalidade a produção de conhecimento.

Além dessa distinção, feita a partir da consideração dos objetivos prioritários da ação, podemos estabelecer uma outra, tendo por fundamento a "metodologia" das práticas. Neste sentido teremos então: um conjunto de práticas que poderemos chamar de empíricas, e outro que chamaremos de práticas não-empíricas, as quais se aplicam na produção de dois conjuntos de "idéias"

também elas empíricas e não-empíricas. Podemos, portanto, subdividir o sistema geral do conhecimento em:

1) idéias empíricas: que são aquelas idéias que dentro da tradição cultural da qual fazem parte, referem-se a processos definidos como possíveis de entendimento ou manipulação num padrão de "racionalidade prática", isto é, em termos daquilo que chamaremos de "Ciência Empírica" ou de seus equivalentes funcionais em outras culturas.

2) idéias não-empíricas: que são definidas como estando "além" do alcance da metodologia da ciência empírica ou seu equivalente funcional em outras culturas (Parsons, 1963:328/329).

Em todas as sociedades, as práticas que levam ao "conhecer" em sentido amplo, ou seja, aquelas que produzem o "sistema total de conhecimento", se aplicam igualmente às duas classes de objetivos: os empíricos e os não-empíricos. Porém, é importante notar que o grau de interesse social que cada uma destas classes de objetivos desperta varia gradualmente nas diversas sociedades, modifica-se com o tempo no interior de uma mesma sociedade e ainda no interior de sub-sistemas da sociedade inclusiva. Parece claro que na atualidade a sociedade ocidental manifesta uma notável predileção pelos objetivos empíricos, enquanto que na chamada Idade Média exibia uma tendência oposta.

Além disso, a linha divisória que separa os objetivos empíricos dos não-empíricos não é imóvel. Pelo contrário, o conjunto dos objetivos considerados como empíricos, varia ostensivamente de uma sociedade para outra, com o tempo numa mesma sociedade, etc.... Isto é, objetivos que numa dada situação histórica são classificados como não-empíricos, em outra se convertem em empíricos. Os exemplos são dispensáveis. Não se pretende, nem se pode, por outro lado, afirmar que todos os objetivos que num determinado momento pertencem ao campo do não-empírico, sejam potencialmente suscetíveis de serem incorporados ao campo empíri-

co. Os atributos essenciais de tudo aquilo que constitui a matéria dos valores sociais, idéias religiosas e ideologias políticas, parecem pertencer, necessariamente, a um campo especial e independente. São, naturalmente, influenciados pelas idéias científicas e por outros diversos componentes e eventos da estrutura sócio-cultural (Barber, 1952:22/25). Todavia se movem num aparentemente inconquistável campo autônomo, que não admite ingerências decisivas ou finais.

Por exemplo, o homem é um ser dotado de "finalidades"; através de sua ação procura atingir determinados objetivos. Podemos avaliar "racional" e empiricamente a adequação dos meios e procedimentos que utiliza para a consecução dos fins que se propôs realizar, e até mesmo as conseqüências que advirão de sua ação. Isto é, podemos "racional" e empiricamente selecionar os meios mais eficazes existentes no contexto em que a ação transcorre. Todavia, os próprios "fins", ou melhor, a justificação das razões que os tornam socialmente desejáveis, ultrapassa a capacidade de tal tipo de análise, ou seja, ela não se funda em argumentos que possam ser empiricamente discutidos ou contestados. Como diz Parsons (1966:25/26):

"Se estudarmos científica e indutivamente as justificações que os homens dão de por que buscam seus objetivos últimos, um fato acerca delas se destaca. Um componente muito importante de todos os amplos sistemas sociais de tais justificações deve ser classificado como não-empírico. Quanto mais clara e precisamente se tenta estabelecer as premissas fundamentais de tais justificações, tanto mais evidente se torna que elas são proposições metafísicas antes que científicas. Afirmo que isto é verdadeiro para todos os sistemas sociais conhecidos: se é em definitivo possível eliminar esses elementos não-empíricos não é uma questão relevante no presente contexto" (grifo nosso).

Esperamos que o exposto até aqui tenha tornado evidente pelo menos a complexidade que ostenta o desenvolvimento da ciência e suas relações com a sociedade. Esperamos também ter conse

guido demonstrar a impossibilidade de se explicar aquele desenvolvimento considerando-se apenas os fatores internos da ciência, pois:

"(...) a verdadeira história da ciência é muito mais falível e errática do que parece à vista dos relatos impessoais que se encontram nos tratados. Assim ocorre porque as atividades dos cientistas sempre foram profundamente influenciadas pelos acidentes históricos e pelas forças sociais que dão tão imprevisíveis qualidades a todos os aspectos do comportamento humano. Ao invés de ser o monótono desdobramento de uma lógica inevitável, a ciência se desenvolve de uma maneira intermitente que às vezes parece irracional porque os cientistas partilham das modas, das paixões, das antecipações e das ilusões dos seus contemporâneos. (...) A ciência é mais do que o produto de sua lógica interna agindo sobre o conhecimento antecedente. Podem ser causadas mudanças rápidas na direção do esforço científico pela pressão das forças sociais e as influências dos visionários. (...) Na sua grande maioria os cientistas se envolvem consciente ou inconscientemente nos assuntos públicos e são motivados por outras preocupações que não a procura da verdade" (Dubos, 1972:85/87).

"(...) da física à fisiologia, nenhum ramo da ciência, quer antigo, quer moderno, pode gabar-se de estar livre de uma tendência metafísica de uma espécie ou de outra. Em geral, considera-se o progresso da Ciência uma espécie de um avanço claro e racional ao longo de uma linha ascendente reta; na realidade o que seguiu foi uma linha zigzagueada, às vezes mais desconcertante do que a evolução do pensamento político" (Koestler, 1961:XIV).

8. A história da ciência: o dilema continuidade, descontinuidade

Face à enorme complexidade do fenômeno conhecimento, apenas esboçada nas considerações acima, podemos formular duas conclusões provisórias.

Em primeiro lugar, negamos a possibilidade de se formar uma imagem adequada do desenvolvimento da ciência e de suas interrelações com a sociedade somente a partir do exame de sua histó-

ria "oficial" e da consideração de alguns exemplos nela colhidos aleatoriamente.

Essa história é tão rica e variada, oferece tal diversidade de "provas", que um estudioso, agindo mais como "advogado" defendendo uma causa do que como cientista, nela pode encontrar elementos "confirmadores" das mais diferentes explicações do seu desenvolvimento: existem exemplos que "provam" a continuidade, outros provam a descontinuidade; alguns "mostram" a casualidade das descobertas científicas, outras sua intencionalidade; uns indicam a autonomia da ciência em relação à sociedade, outros sua determinação pelo contexto social, etc. Em outras palavras, adotando-se esse procedimento, a explicação do desenvolvimento científico será determinada em larga medida (ou já estará pré-determinada) pelos critérios de seleção dos exemplos e pela forma como se estabelecem as conexões causais entre os vários eventos, podendo não exprimir ou exprimindo apenas parcialmente o processo real. Neste sentido, o objeto histórico é resultante de uma "construção" feita pelo observador e, portanto, a explicação produzida será determinada em parte pelos princípios subjacentes de estruturação e pressupostos que são variáveis.

Parece ser esta uma contingência inerente aos estudos históricos em geral e à história do conhecimento em particular. Esta situação está bem caracterizada na seguinte afirmação:

"Para que os fenômenos históricos, por si só mudos, se convertam para nós numa unidade viva e plena de sentidos, é necessário que se parta de determinados princípios objetivos de encadeamento, de certos pontos de vista fixos de seleção e plasmação. Em nenhuma outra parte se vê tão claro como na história do espírito que seu conteúdo e coesão não são algo dado, mas que têm que ser construídos por nós mesmos, baseados em fatos concretos: essa história é somente o que nós fazemos que ela seja, por meio das sínteses do pensamento" (Cassirer, Ernest, 1953:TI,25).

É uma situação que torna particularmente difícil o traba-

lho do historiador das ciências e suas conclusões dirigidas e precárias, sobretudo quando tenta explicar a continuidade ou a descontinuidade do desenvolvimento do conhecimento científico:

"Da mesma forma que outros artífices, os historiadores das idéias acham-se expostos aos mesmos percalços do ofício. Um desses casos mais exasperantes e excitantes surge todas as vezes que os historiadores procuram identificar as continuidades e as descontinuidades históricas das idéias. É um exercício acrobático que se pode comparar com o de caminhar sobre um arame, pois o menor desvio da posição ereta é amiude suficiente para fazer perder o equilíbrio. O escritor de idéias corre o risco de dizer que achou uma seqüência de pensamento onde nenhuma existe, ou de não a encontrar onde ela existe" (Merton, 1970:23).

Em conexão com estas considerações surge uma segunda conclusão (também provisória): no atual estágio dos nossos conhecimentos é impossível a formulação de uma teoria geral unitária do desenvolvimento científico e de suas relações com a sociedade, ou mesmo se afirmar que esse desenvolvimento se processa de acordo com uma lei ou um conjunto de uniformidade de caráter geral, tal a diversidade de formas e ritmos que ele assume ao longo da história, em função da interferência de um enorme conjunto de variáveis, a maioria das quais (pelo menos atualmente), escapam de qualquer controle teórico rigoroso.

Na discussão que fizemos acima sobre os "sistemas de conhecimento", tentamos mostrar que o desenvolvimento científico não pode ser explicado pela consideração apenas daquilo que chamamos de "fatores imanentes" ou "fatores internos da ciência". Intervêm no processo dois outros conjuntos de fatores que abreviadamente podemos denominar: a) fatores psicológicos (individuais e sociais); b) fatores sócio-culturais (tomados numa acepção ampla, compreendendo grupos sociais, instituições, "valores", "ideologias", educação, linguagem, etc.).

Se, portanto, esses três amplos conjuntos de fatores intervêm no processo de conhecimento com um peso impossível de ser

determinado em abstrato, torna-se muito pouco esclarecedor explicar-se a importância de um deles (se isto for possível em geral), ignorando-se a relevância dos outros dois. Portanto, assim como é impossível explicar-se o desenvolvimento científico apenas pela análise dos fatores internos, não é possível explicá-lo pela psicologia ou pela sociologia isoladamente. Ademais, forçosamente temos de admitir que a influência de cada um desses grupos de fatores não se dá com idêntica intensidade em todas as áreas do conhecimento. Como já afirmamos, sua importância relativa varia de setor para setor e, historicamente, dentro de um mesmo setor.

Além disso, como se sabe, a distinção entre psicologia social e sociologia é acadêmica. Não se pode considerar a personalidade isolada de um contexto sócio-cultural: os traços gerais que ela ostenta nela foram introjetados pela cultura e pela sociedade. A partir das sugestões de G.H.Mead (Mind, self and society), que se prolongam ganhando rigor e clareza nos trabalhos de Kardiner (The individual and his society: the psychodynamics of primitive social organization) e de Linton (The cultural background of personality), a tese da interação entre a cultura e a personalidade foi sendo esclarecida e afirmada, a ponto de se constituir hoje num senso comum psicológico. Sobre tudo Dufrenne (La personnalité de base: un concept sociologique) demonstrou com precisão o caráter dialético das relações de determinação entre ambas. Como, então, tratar os fatores psicológicos isoladamente dos fatores sócio-culturais na determinação do conhecimento se, nos seus traços gerais, a personalidade é criação da cultura e vice-versa. Ainda mais porque os fatores sócio-culturais são particularmente atuantes sobre a própria percepção e sobre os demais componentes cognitivos da personalidade (Kuhn, 1970: 191/198).

"O sujeito que pensa aprende a pensar dentro da sociedade em que se encontra, antes mesmo de descobrir como ser pensante. Aprende a pensar se comunicando com os que o cercam,

e com a linguagem, incorpora a forma de pensar que ela contém como própria. Ainda quando se considera apenas essa comunicação nos seus aspectos mais simples e imediatos, já se pode verificar que nela se acham com destaque as explicações que a sociedade em questão dá de si mesma e do seu mundo" (Limoeiro, O mito do método, in Cadernos da PUC, 7, pp.3/4).

Em virtude dessa interpenetração entre os fatores sócio-culturais e os fatores psicológicos sua interferência conjunta se dá numa ação em cadeia; portanto, considerá-los como se fossem isolados é pouco esclarecedor e pouco produtivo (Santos, 1979: 71/89).

9. Um exemplo: a dicotomia "ciência básica versus ciência aplicada"

Ciência básica, ciência aplicada e tecnologia são categorias de separação correntes não só em análises teóricas, mas também amplamente difundidas em setores de planejamento e coordenação de atividades de investigação, sendo empregadas em decisões globais de política científica.

É bem evidente, entretanto, que estas classes, vistas como categorias de conhecimento, não são facilmente demarcáveis. Na verdade, qualquer esforço de demarcação não pode restringir-se apenas a uma teoria "pura" de conhecimento, mas envolverá necessariamente um referencial composto de condições políticas, econômicas e sociais, além de categorias de conhecimento não-científico, conforme já exposto.

Se o desenvolvimento de uma dada ciência, ou a ênfase em determinadas aplicações, são compreensíveis somente mediante referência à estrutura e dinâmica social envolventes, a própria separação entre ciência básica e aplicada, e entre ciência e tecnologia - ou a falta de tais separações - também precisam ser reportadas a esta estrutura para serem explicadas.

Uma vez aceita a necessidade desta referência mais abrangente, segue-se que as demarcações em questão não são intrínsecas aos campos de conhecimento, nem objetivamente deriváveis do conteúdo teórico ou factual destes campos. Qualquer separação entre a investigação considerada básica e outra dita aplicada decorre não propriamente da disparidade de métodos ou objetos destas investigações, mas de sua motivação social, da situação social/profissional dos investigadores e do destino - ou modo de apropriação - previsto para o conhecimento resultante.

Uma consequência desta concepção fundamental é que a revisão posterior pode distorcer ou mesmo inverter a história de aquisição de um determinado elemento de conhecimento. Assim, se uma teoria resultar posteriormente na criação de todo um campo de aplicações, pode mascarar o fato de o esforço originalmente dirigido para esta teoria não ter sido motivado ou sequer ter previsto a possibilidade de sua aplicação futura. Inversamente, muitas das maiores aquisições de teoria básica resultaram de um esforço dirigido explicitamente para uma aplicação definida, que frequentemente não chegou jamais a se concretizar.

Isto nos leva a duas conclusões: o simples apelo ao exemplo histórico avulso para justificar uma generalização sobre alguma tendência histórica universal nos processos de desenvolvimento do conhecimento não merece qualquer crédito, uma vez que a revisão histórica incompleta pode selecionar apenas exemplos adequados para a argumentação pretendida. De forma similar, mesmo o exemplo adequado, à primeira vista, pode perante uma análise histórica correta revelar-se como impróprio, à medida em que tenha revertido a cronologia efetiva dos eventos essenciais da descoberta, ou ignorado alguns destes eventos. Portanto, afirmamos mais uma vez, a análise histórica do desenvolvimento do conhecimento é uma tarefa complexa, envolvendo muito mais do que a elaboração de um anedotário biográfico e circunstancial.

Opções teóricas fundamentais quanto à natureza do conhecimento e dos processos essenciais ao seu desenvolvimento, refletir-se-ão diretamente nas maneiras de separar ciência básica, aplicada e tecnologia. A isto acrescentam-se as modificações que tais separações sofrem ao longo de diferentes processos históricos, e no confronto entre sociedade e culturas distintas, como já foi explicitado para o conhecimento científico em geral.

Para exemplificar, podemos examinar a evolução de relação entre teoria e verificação prática, na Grécia antiga. Se, por um lado, para Hipócrates a descrição pormenorizada e a verificação prática precedem qualquer generalização (Singer, 1950) para Platão e sua escola, o fenômeno natural só é de interesse enquanto manifestação concreta de um esquema universal ideal. Da mesma forma, embora as origens de geometria sejam referidas às necessidades práticas de agrimensura dos egípcios e gregos - ou seja, a geometria surge diretamente a partir da necessidade de aplicações pré-existentes - a concepção platônica e mesmo pitagoreana da geometria valorizam-na como esquema lógico abstrato, inteiramente distanciado de seu potencial de aplicação, embora conhecedores deste potencial.

Nestes casos, talvez se esteja perante uma real dicotomia "básica versus aplicada". No entanto, é questionável se há algum sentido em aplicar tal terminologia à ciência grega, uma vez que o modo de inserção do conhecimento em sua sociedade não corresponde ao atual. Neste sentido, pode-se referir a preocupação com determinados esquemas universais externos, que permeia toda sua ciência (e que atualmente está completamente transferida à filosofia, sendo considerada fora dos limites da ciência contemporânea), diretamente à estrutura política e econômica da sociedade grega. Este passo nem sempre é dado. Singer (1959:45/56) discute a concepção aristotélica como um dos dois esquemas culminantes da ciência grega, mas não examina qualquer preocupação externa que possa responder por sua origem. Em contraste, Bernal (1969:214) afirma que:

"A idéia-guia da biologia aristotélica é a de que tudo na natureza se esforça por alcançar o máximo de perfeição possível, e que o consegue em graus diferentes (...) As espécies seriam marcos eternamente fixados de perfeição ou imperfeição (...) A idéia de diferentes graus de perfeição tinha outra utilidade, justificava a crença de que alguns homens são naturalmente patrões, outros naturalmente escravos; se estes últimos são tão pouco naturais que não se apercebem desse fato, as guerras para os escravizar tornam-se naturalmente justificáveis".

O ponto de vista expresso por Bernal, além de exemplificar o emprego de valores externos à ciência em si para compreender características internas a ela, conduz-nos também a uma questão adicional. O conceito usual da ciência aplicada envolve a aplicação material do conhecimento científico, mediado, ou não, como tecnologia. Cabe, entretanto, refletir até que ponto um modelo da natureza, ou do universo em que há regras eternas sobre estruturas, seus arranjos e suas transformações, utilizado como modelo inclusivo para a estrutura da sociedade, pode ser considerado conhecimento "puro". Uma vez que estruturas e leis "universais" sejam socialmente utilizadas para justificar uma dada ordem social, política ou econômica, ou então para justificar a transformação desta ordem, o conhecimento científico que gerou o modelo "puro" universal está sendo efetivamente aplicado como instrumento conservador ou transformador da sociedade. O valor "utilitário" de "ideologias" com raízes supostamente científicas não é tão visível ou parametrizável quanto a aplicação de conhecimento científico na geração ou transformação de bens materiais; isto não implica, entretanto, em que o impacto de uma "tecnologia social" decorrente de concepções científicas seja menor que o de tecnologias materiais.

10. História e dogma na formação do cientista

Para melhor explicitar nossa visão sobre o papel do conhecimento histórico na formação e desempenho de cientistas e tecnólogos, é necessário fazer referência às raízes históricas de determinadas questões que pretendemos discutir. Estas questões são a valorização do método experimental na investigação científica, associada à avaliação objetiva de teorias e resultados experimentais; e, a partir daí, a postura anti-dogmática de cientistas tanto como investigadores quanto como formadores de seus sucessores. Embora as referências históricas seguintes sejam incompletas e esquemáticas, podem ser tomadas como exemplo do próprio argumento, que se propõe a fundamentar a necessidade de uma visão histórica para o tratamento de quaisquer questões, internas ou externas, referentes a ciência e tecnologia.

A ciência só aparece nas universidades européias mais antigas (fundadas nos séculos XI a XIII), nos séculos XI e XVI. Cátedras de medicina são implantadas entre 1500 e 1550 em Paris e Oxford, e mais tarde em Leipzig: apenas em Bologna estas cátedras antecedem a 1400. Outras ciências só são representadas por cátedras fundadas entre 1550 e 1650, nas mesmas universidades (também com a exceção de Bologna), e ainda assim em número muito inferior às cátedras das demais áreas (Ben-David, 1971:52).

Estas cátedras científicas, que se implantaram a partir do Renascimento, tinham por objeto matemática (aritmética e geometria), física, astronomia, astrologia e filosofia natural. O ensino ministrado por estas universidades não pretendia formar "profissionais" nestas áreas, e o conhecimento científico era incorporado à formação filosófica e humanística geral dos alunos, antes como treinamento lógico e familiarização com a literatura erudita pré-existente, do que como estímulo e capacitação à investigação original:

"Mesmo para os que estudavam medicina, considerava-se mais importante que pudessem ler os trabalhos de Galeno do que estudar anatomia e fisiologia" (Ben-David, 1971:54).

Esta tradição escolástica também ignora quase que por inteiro o conhecimento tecnológico, cuja transmissão e desenvolvimento está entregue aos artesãos e arquitetos (precursores dos engenheiros atuais), e inteiramente desvinculado da universidade.

É neste quadro que, no século XVII, surge a proposição de uma ciência marcadamente empírica, assentada na aquisição experimental de fatos. De modo geral, destacam-se as figuras de Galileo e de Francis Bacon como precursores e formuladores desta "nova ciência", acrescidos de outros cientistas e filósofos, especialmente Descartes, que a enquadraram em uma teoria geral do conhecimento. A contribuição e a influência de cada um destes é controversa (Losee, 1971, cap.7); ressaltam-se algumas ambiguidades de Galileo quanto à importância da verificação experimental e sua ocasional inconsistência em aplicar o próprio procedimento que advogava; quanto a Bacon, sua importância é questionada principalmente por não ter ele próprio desenvolvido nenhuma atividade científica. No entanto, não há que questionar o fato de Galileo ter iniciado a mecânica contemporânea, não apenas por tratar movimentos e velocidades como fenômenos mensuráveis, mas por formular teorias de tal forma que suas consequências dedutivas fossem verificáveis experimentalmente. Bacon, por sua vez, propõe um procedimento científico que valoriza a indução progressiva de axiomas (leis) cada vez mais generalizados, testados e corrigidos através de um programa ordenado de observações e experimentos.

É nesta mesma época que - não por acaso - inicia-se a preocupação do cientista "teórico" (i.e. que domina a teoria da matemática e geometria) com o aumento da precisão de instrumentos de observação e medição. À medida em que a verificação experimen

tal assume um papel prioritário nas ciências físicas, este novo cientista solicita a colaboração de artesãos de alto nível para a confecção de seu instrumental, e em alguns casos (como o do próprio Galileo, ou no de Christian Huyghens), participa decisivamente do desenvolvimento deste instrumental (Singer, 1959:228 /253).

Entretanto, na universidade da época, continua persistindo a visão classicista do conhecimento científico, e o currículo superior manteria o estudo das origens da ciência dentro do mesmo espectro de idéias - Aristóteles e Platão, Plínio e Galeno, no original - transformado, a partir do século XIX, quando se organiza a formação de profissionais dentro da universidade:

Essa transformação ocorreu sobretudo em razão de que, em primeiro lugar, o estudo extenso das línguas mortas não mais se justifica à medida em que cresce a informação contemporânea a ser dominada pelo profissional em formação; em segundo lugar, o ofício do cientista contemporâneo é considerado cada vez mais distante da filosofia que, até o século XIX, abrange inteiramente as ciências naturais.

O abandono do estudo histórico na formação do cientista, em parte, também é consequência da consolidação do método experimental como um programa ordenado e auto-suficiente de investigação da natureza, cujo predomínio se consolidou nos últimos 150 anos. Daí, a veemente colocação de Claude Bernard em 1865:

"(...) A ciência atual está, portanto, necessariamente acima daquela do passado, e não há nenhuma razão para se buscar um acréscimo da ciência moderna nos conhecimentos dos Antigos. Suas teorias, necessariamente falsas, uma vez que não incluem os fatos descobertos mais tarde, não poderiam ter quaisquer proveito real para as ciências atuais. Qualquer ciência experimental pode progredir apenas avançando e desenvolvendo sua obra no futuro. Seria absurdo acreditar que o progresso deve ser buscado no estudo dos livros que o passado legou! (...) É sem dúvida necessário que (...) o cientista conheça e leve em consideração o que fizeram seus

antecessores. Mas ele deve ter plena consciência que nisto há apenas pontos de apoio para em seguida avançar mais longe, e que todas as verdades científicas novas não se encontram no estudo do passado, e sim nos novos estudos feitos sobre a natureza, ou seja, nos laboratórios".

A afirmação do método experimental no século XIX envolve por necessidade, a rejeição enérgica da atitude "escolástica" ainda vigente na Universidade, para substituí-la pelo enfrentamento experimental direto da natureza. Neste sentido, o conhecimento histórico, à medida em que se contrapunha à investigação experimental, é tido como repressor do pensamento científico original:

"(...)A erudição mal compreendida foi e ainda é um dos maiores obstáculos ao avanço das ciências experimentais (...)" (Bernard, 1966:199).

Daí, a forte depreciação da função do conhecimento histórico para o exercício da ciência:

"(...) A literatura científica útil é, portanto, principalmente a literatura científica dos trabalhos modernos, para que se esteja ao par do progresso científico, e também não deve ser levada muito longe, pois ela resseca o espírito e sufoca a invenção e originalidade científicas. Qual a utilidade a ser retirada da exumação de teorias carcomidas, ou de observações feitas na ausência de meios de investigação adequados? Sem dúvida, isto pode ser interessante para conhecer os erros pelos quais passa o espírito humano em sua evolução, mas é tempo perdido para a ciência propriamente dita" (Bernard, 1966:204).

Bernard também explicita esta atitude quanto ao programa de formação de cientista:

"Penso que é muito importante dirigir desde cedo o espírito dos alunos para a ciência ativa experimental, fazendo-os compreender que ela se desenvolve nos laboratórios, ao invés de deixá-los crer que ela reside nos livros e na interpretação dos escritos dos antigos. Sabemos pela histó-

ria a esterilidade deste caminho escolástico, e as ciências apenas tomaram seu impulso depois que se substituiu a autoridade dos livros a autoridade dos fatos precisados na natureza com o auxílio de meios de experimentação mais e mais aperfeiçoados (...)" (Bernard, 1966:204).

É evidente que o método experimental, conforme concebido por Claude Bernard e contemporâneos seus em outros campos de estudo, marcou progressivamente a conduta dos cientistas de maneira geral, até o ponto em que se reflete integralmente na estruturação de quase todas as instituições de ensino e pesquisa atuais. Currículos para a formação de cientistas em todas as áreas são amplamente implantados no período entre-guerras, proliferando especialmente após a segunda guerra. O que marca tais currículos é a preocupação em aparelhar o estudante com o conhecimento técnico diretamente relevante à sua área de especialização (não obstante a existência de cursos "básicos" ou gerais). À medida em que se acelera e avoluma a produção científica, a iniciação do novo cientista neste corpo imediato de conhecimento torna-se mais e mais problemática, e absorve quase que inteiramente seu período de estudo. Períodos que, por sinal, tende também a ser comprimido por demanda da extensão de oportunidade a maior número de candidatos a carreiras científicas e técnicas; por crescimento da demanda de formação de cientistas; e por exigências também crescentes de "eficiência" do próprio sistema de formação, devido ao alto custo de sua implantação e manutenção.

É necessário examinar as implicações desta atitude para com a formação de cientistas, quanto à "mentalidade" que ela produz, paralelamente às suas implicações quanto à própria ciência que será produzida. O conhecimento de história da ciência pode, de fato, ser empregado como "erudição mal compreendida" e nesta forma distanciar o cientista do seu ofício. Por outro lado, a alienação completa do cientista de uma visão histórica da ciência incorre em riscos no mínimo tão graves, resultantes da incompreensão da descoberta científica em sua dimensão histórica;

ou, melhor dizendo, da inconsciência de que o desenvolvimento histórico da ciência constitui um problema em si, não tendo, em absoluto, uma trajetória determinada.

A postura científica atual pretende-se isenta de dogmas. Há concordância virtualmente universal entre os cientistas que uma atitude dogmática é contrária e incompatível com a produção de ciência, ou ao menos com a produção de "boa ciência". Este ponto de vista é comum tanto aos defensores de uma visão continuita da ciência, quanto aos que lhe propõem um desenvolvimento descontínuo e revolucionário.

Assim, é razoável supor que a formação do cientista deveria ser também não-dogmática. Conforme exemplificado pelas citações de Claude Bernard, a marginalização da discussão histórica no campo de atividades do cientista experimental seria um compo-nente importante desta atitude, por liberar o cientista dos condicionamentos e restrições de abordagem que a atenção a seus predecessores lhe imporia.

No entanto, o resultado desta marginalização pode ser exatamente o contrário do pretendido. O cientista em formação é iniciado em seu campo de atuação futura mediante sua familiarização com a situação contemporânea deste campo: o conhecimento existente, o horizonte de problemas e o instrumental (mental e técnico) adequado para resolver estes problemas (embora esta caracterização seja obviamente influenciada pelos conceitos de paradigma e de ciência normal em Kuhn, não corresponde rigorosamente a tais conceitos; não exclui, por exemplo, o conceito análogo mas distinto do "quadro referencial teórico definido" de Popper, 1970, p.51). Por mais que seja abstratamente desejado ou afirmado, é difícil conceber, em termos concretos, como é possível esta iniciação sem um caráter dogmatizador, a não ser que outros modos de raciocínio ou consideração crítica, desenvolvidos paralelamente, contrabalancem seu efeito. Um dos argumentos que pretendemos desenvolver envolve exatamente a necessidade des

te treinamento crítico; o outro, é que a familiarização com uma abordagem histórica pode exercer precisamente este papel, e é indispensável por esta razão.

O caráter dogmatizador está embutido em vários aspectos do modo atual de formação de cientistas. À medida em que o neófito é apresentado a um único quadro referencial, este quadro passa a ser literalmente único, ou pelo menos, completamente dominante. Algumas (talvez a maior parte) de suas premissas teóricas fundamentais jamais são explicitadas, uma vez que a operação dentro deste quadro não exige o conhecimento de tais premissas; em outros casos, embora as premissas sejam mencionadas, seu caráter teórico (ou seja, a possibilidade de que se mostrem insatisfatórias e que sejam eventualmente falsificadas e substituídas) é inteiramente alterado para um caráter quase axiomático. Não se pretende que este falseamento seja proposital; seria apenas ingênuo crer que o expositor de uma teoria (seja no laboratório ou na sala de aula) que opera profissionalmente a partir desta teoria, tenha maiores entusiasmos em ressaltar e discutir intensamente os pontos mais frágeis e comprometedores de sua produção científica. Pelo contrário, é previsível que ressalte exatamente sua coerência lógica, a comprovação experimental e o poder explicativo que consolidam o quadro referencial com o qual opera profissionalmente. Além disto, a atitude do ingressante no campo de investigação deve reforçar este procedimento, à medida em que solicita afirmações incisivas que lhe permitam inserir-se com segurança em seu novo campo de conhecimento.

Neste ponto, é importante situar-se em relação a uma visão de progresso da ciência. Assim, se se adota o conceito popperiano de que "o progresso científico é revolucionário" (Popper, 1975: 102/104), especificado como "ciência que está básica e constantemente potencialmente à beira de uma revolução. Uma refutação, ao menos, se for suficientemente grande, constitui uma tal revolução". Pearce Williams (1970:49/50) leva a considerar todo com

ponente dogmático na formação de novos cientistas como perigoso e contraproducente. Por outro lado, a alternância de fases "normais" e "revolucionárias", proposta por Kuhn, altera esta avaliação, especialmente removendo-se a conotação pejorativa de ciência normal, não pretendida pelo próprio Kuhn (Kuhn, 1970A:234). Kuhn discute em profundidade a "função do dogma na investigação científica", explicitando que lhe atribui um papel não só útil como necessário ao progresso científico (Kuhn, 1974:53/80).

Se subscrevemos esta concepção de progresso técnico, podemos concluir que o componente dogmático na formação de cientistas, acima indicado, é também parte "normal" e natural deste progresso, não merecendo maiores preocupações. No entanto, esta conclusão é indevida e enganosa. Mesmo subscrevendo a visão kuhniana como mais sólida e próxima dos procedimentos em ciência do que a visão (talvez idealizada e estilizada) de Popper, a filiação de novos cientistas a um dogma recebido no decorrer de sua formação persiste como problema sério. Talvez isto se torne claro se considerarmos que o mesmo cientista, que é formado por este processo, adquire simultaneamente convicções sobre a "objetividade da ciência", inerente por definição ao próprio método científico, supondo-se, portanto, capaz de aplicar critérios racionais à avaliação de fatos e teorias. Dificilmente qualquer cientista reconhece que resistiria a uma nova teoria formulada a partir de resultados experimentais convincentes. Assim, o problema não reside na predisposição consciente do cientista em rejeitar ou aceitar mudanças em seu quadro referencial, e sim em seu despreparo para reconhecer a necessidade de tais mudanças, e sua capacidade de produzi-las ou simplesmente de aceitá-las. Nos termos de Kuhn, uma vez que o cientista é treinado para aplicar um paradigma, torna-se eficiente em avaliar a correção de tal aplicação, mas não em testar o paradigma em si.

O tratamento habitual dado ao antecedente histórico do campo de trabalho, dentro de sua formação, não se contrapõe em ab-

soluto a esta atitude; ao contrário, reforça-a. Em primeiro lugar, o conhecimento histórico de qualquer ciência - e da ciência em geral - é acoplado ao treinamento do cientista de uma forma sumária além de qualquer expectativa de Claude Bernard. São alinhados os proponentes e realizadores de algumas teorias e experimentos que representaram um "avanço" ou "salto" na evolução daquele campo. Este tratamento ignora ou menospreza o papel de outras teorias contemporâneas da "vitoriosa", que em seguida foram suplantadas ou eliminadas por esta. O progresso científico reduz-se, portanto, a uma seqüência linear e unidirecional em que sucedem teorias e experimentos de grande alcance; fica implícito que tais teorias avançam em direção a uma verdade única e objetiva. Além disto, tal representação é irreal ao suprimir o papel essencial das controvérsias, às vezes prolongadas por diversas gerações de pesquisadores, para a incorporação definitiva de novas teorias. A isto associa-se o isolamento do conteúdo "factual" de um experimento ou sua teoria de todo seu contexto histórico (como concepção do mundo ou de ciência, na época), inclusive social e econômico, comprometendo seriamente a possibilidade de apreensão e julgamento adequados do papel efetivo daquele experimento ou teoria.

Portanto, a representação da história de um dado campo científico recebido pelo cientista neófito, contém distorções básicas que falseiam toda a dinâmica do progresso científico como ele se dá; no entanto, esta imagem não é apenas falsa, mas completamente alienada da experiência pessoal deste cientista no processo de demarcação de um objeto de investigação e na utilização do ferramental teórico e material com que, segundo seu treinamento, este objeto deve ser tratado. Assim, a capacidade deste cientista em situar-se no processo histórico do qual ele participa enquanto profissional, é extremamente reduzida.

A mesma valorização do fato isolado reflete-se também na repetição didática de experimentos "importantes". O pré-reconhe

cimento do resultado original condiciona uma expectativa de repetição, em vez de fomentar a percepção e discussão do resultado, frequentemente diferente, que de fato é obtido; o que em nada recupera a vivência de sua primeira realização. E, da mesma forma como a descrição isolada da descoberta, sua repetição prática, sem situá-la em seu contexto, em nada contribui para que o cientista em formação consolide sua compreensão do papel de experimento que repetiu, e da própria dinâmica do progresso científico através de investigação experimental.

BIBLIOGRAFIA

- BARBER, Bernard 1952, La ciencia y el orden social, trad. Vicente Castro, Barcelona, Ariel.
- BEN-DAVID, Joseph 1971, The scientist's role in society, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- BERNARD, Claude 1966, ed. original 1865, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Paris, Garnier-Flamarion.
- BERNAL, John D. 1969, Ciência na história, Porto, Livros Horizonte, 7 volumes.
- CASSIRER, Ernest 1953, El problema del conocimiento en la filosofía y en la ciencia moderna, Mexico, D.F., Fondo de Cultura, Tomo I.
- COHEN, Robert S. 1964, Possibles interpretaciones de la historia de la ciencia, in HOROWITZ, Irving L. (org.): Historia y elementos de la sociología del conocimiento, B.Aires, EUDEBA, vol.1.
- DUBOS, René 1972, O despertar da razão, trad. Pinheiro de Lemos, S.Paulo, Melhoramentos.
- DUFRENE, Mikel 1953, La personalidad de base: un concept sociologique, Paris, PUF.
- ENGELS, Friedrich 1952, Dialectique de la nature, trad. Émile Botigelli, Paris, Editions Sociales.
- GORDON CHILDE, V. 1956, Sociedad y conocimiento, trad. J.B. Frondizi, B.Aires, Nueva Visión.
- GURVITCH, Georges 1958, Traité de sociologie, Paris, PUF, 2 vols.
- KARDINER, Abrahan 1953, The individual and his society, N. Iorque, Columbia University Press.
- KOESTLER, Arthur 1961, Os sonâmbulos, trad. Alberto Denis, IBRASA, S.Paulo.
- Idem 1975, The act of creation, N.Iorque, Laurel.
- KUHN, Thomas S. 1970, The structure of scientific revolutions, Chicago, Chicago University Press.

- KUHN, Thomas S. 1970A, Reflections on my critics, in LAKATOS & MUSGRAVE(eds.), Criticism and growth of knowledge, Cambridge, Cambridge University Press.
- Idem 1974, A função do dogma na investigação científica, in DIAS DE DEUS, Jorge (org.): A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência, R.Janeiro, Zahar.
- Idem 1977, The essential tension, selected studies in scientific tradition and change, Chicago, Chicago University Press.
- LOSEE, John 1979, Introdução histórica à filosofia da ciência, trad. Borisas Cimblaris, B.Horizonte, Itatiaia-EDUSP.
- LINTON, Ralph 1945, The cultural background of personality, N.Yorque, Appleton Century.
- MEAD, George H. 1963, L'esprit, le soi et la société, trad. J.Cazanueve, Paris, PUF.
- MERTON, Robert K. 1963, Social theory and social structure, Glencoe, Free Press.
- PARSONS, Talcott 1963, The social system, Glencoe, Free Press.
- Idem 1966, Essays in sociological theory, Glencoe, Free Press.
- PEARCE-WILLIAMS, L. 1970, Normal science, scientific revolutions, in LAKATOS & MUSGRAVE, op.cit.
- POPPER, Karl R. 1970, Normal science and its dangers, in LAKATOS & MUSGRAVE, op.cit.
- Idem 1976, A racionalidade das revoluções científicas, in HARRE, R.(org.), Problemas da revolução científica, trad. L.Hegemberge e O.S.da Mota, Belo Horizonte, Itatiaia-EDUSP.
- SANTOS, Irineu R.dos 1979; Os fundamentos sociais da ciência, São Paulo, Polis.
- SINGER, C. 1959, A short history of scientific ideas, Oxford, Oxford University Press.
- SOLLA PRICE, Derek de 1965, A ciência desde a Babilônia, trad. L.Hegemberge e O.S.da Mota, B.Horizonte, Itatiaia-EDUSP.