

## Considerações acerca do Complexo Científico -Tecnológico nas Sociedades Industriais

Brena Paula Magno Fernandez<sup>^</sup>

[...] quando o ascetismo foi levado para fora das celas monásticas e introduzido na vida quotidiana e começou a dominar a moralidade laica, desempenhou seu papel na construção da tremenda harmonia da moderna ordem econômica. Esta ordem hoje está ligada às condições técnica e econômica da produção pelas máquinas, que determina a vida de todos os indivíduos nascidos sob esse regime com força irresistível, e não apenas os envolvidos diretamente com a aquisição econômica.  
(Max Weber)

Foi nas modernas sociedades industriais que o *crescimento econômico*, associado à idéia de *progresso*, tornam-se as bases para qualquer projeto social futuro. A ciência e a tecnologia, num processo ascendente que se inicia no sec. XVII, com a revolução científica, atravessa o Iluminismo (sec. XVIII), e culmina na revolução industrial (sec XIX), são identificadas, com nitidez da mesma

---

<sup>^</sup>Do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina.

forma crescente, como os fatores críticos no processo de realização desse ideário de crescimento e desenvolvimento econômicos de longo prazo.

Como o historiador da ciência William Leiss (1972) já assinalara, a afinidade entre o *ethos* do capitalismo e o espírito da ciência moderna é impressionante. Tanto a ciência moderna quanto o capitalismo deixam-se reger por *imperativos abstratos* (a subordinação às regras do método e às leis da oferta e demanda, respectivamente). Em ambos os casos uma *finalidade universalista* é almejada, o que conduz à supressão de circunstâncias particulares de suas práticas. Por fim, ambos, ao conduzirem-se por uma lógica interna autônoma, promovem a *anulação dos interesses humanos imediatos*, abdicados em prol da satisfação humana em um nível qualitativo mais elevado e de longo prazo.

Dadas essas semelhanças em suas características estruturais, Leiss nos adverte que a combinação entre ambos resultou extrema e particularmente fértil para os dois lados: enquanto a ciência moderna aliada à tecnologia pôde promover um grau de controle sobre os processos naturais impensável nos sistemas de filosofia natural que a precederam, uma economia orientada para o mercado conseguiu, alicerçada pelo desenvolvimento científico-tecnológico, um nível de abundância material também incomparável a qualquer outro sistema econômico anterior.

Assim, a sociedade capitalista é modelada pelas modificações científicas e tecnológicas. Ciência e tecnologia, por sua vez, são modeladas pelas práticas, valores e objetivos de um sistema econômico fundamentado na máxima e mais eficiente produção de mercadorias. Essa relação poderosa, todavia delicada, de reforços, estímulos e influências recíprocas entre a prática científica e o modo de produção econômica, em paralelo ao qual essa prática nasce e se consolida, é o eixo da discussão que esse texto pretende desenvolver.

## **2.1 Max Weber e o Processo de Racionalização do Mundo Ocidental**

O primeiro grande pensador que se ocupou com a questão da *racionalidade* típica do capitalismo, e com suas estreitas relações com os grandes sistemas científico-tecnológicos das sociedades modernas foi Max Weber.

Racionalismo e racionalização não foram particularidades do pensamento ocidental, tampouco do capitalismo<sup>1</sup>. Todavia, foi só no ocidente e na modernidade que o capitalismo se desenvolveu, e que o processo de racionalização conheceu seu ápice na história da humanidade, assinala Weber.

Em que pese o fato de haver existido embriões de capitalismo em diversas sociedades pré-modernas, tanto no antigo oriente, quanto no antigo ocidente (Babilônia, China, Roma), em parte alguma esses elementos chegaram a se aproximar do tipo de “racionalização” que caracteriza o desenvolvimento do capitalismo moderno. Era mister para Weber compreender, portanto, o *ethos* particular dos primeiros capitalistas europeus, a fim de alcançar, naquele comportamento, precisamente aquilo que faltara às outras civilizações.

Em *A Ética Protestante e o Espírito do Capitalismo*, talvez sua obra mais célebre, Weber defende uma hipótese central: havia algo no estilo de vida daqueles que professavam o protestantismo que engendrou o espírito do capitalismo.

Weber assegura que o ascetismo intramundano praticado pelos protestantes calvinistas (pietistas, metodistas e batistas) – com seu elevado grau de *racionalização* – colocou em marcha o espírito do capitalismo, produzindo empresários e trabalhadores ideais para a consolidação de uma nova ordem social. Esta teria integrado, como nenhuma outra, um número excepcional de pessoas sintonizadas entre si, para canalizar esforços produtivos (na economia), conforme uma orientação (política) preestabelecida. (WEBER, 1905, 20).

O tipo de conduta ética racionalizante professada pelos diversos segmentos do protestantismo teria regulamentado não apenas o âmbito espiritual, mas a vida do indivíduo como um todo e isso teve, segundo Weber, um papel decisivo no desenvolvimento do capitalismo. O permanente e necessário auto-domínio, através de uma vontade metódica, teria exercido um efeito racionalizador que extrapola os limites individuais e se dissemina para a gestão dos negócios. Desta forma, os puritanos teriam se tornado particularmente aptos para a organização da atividade empreendedora.

Todos os segmentos do protestantismo, sem exceção, defendiam a idéia que a Providência Divina reservara uma *vocação* para cada homem, ou seja, um mandamento de Deus ao indivíduo para que este trabalhasse para Sua glória. Assim, o ascetismo protestante teria criado e sancionado, sempre de acordo com Weber, a idéia de “trabalho como vocação” como o único meio de se obter a

---

<sup>1</sup>A esse respeito, ver, por exemplo, Schluchter (1998, 64 ss.).

certeza da graça divina, interpretando também a atividade empresarial como uma vocação. Haveria, portanto, uma ligação entre as idéias religiosas fundamentais do protestantismo ascético e suas máximas sobre a conduta econômica cotidiana.

A utilidade de uma vocação aos olhos de Deus seria medida primeiramente em termos morais, depois em termos de bens gerados para a comunidade, e em termos práticos, pelo critério da lucratividade. A ética protestante teria conseguido, desta forma, estabelecer uma conexão coerente entre três elementos: trabalho na vocação, busca de riquezas e a benção de Deus.

Para imprimir ao trabalho o caráter especial de manifestação da glória de Deus, entretanto, era imprescindível empregar o lucro obtido tão somente para fins necessários e úteis, revertendo-o novamente ao próprio trabalho, sob a forma de novos investimentos. Assim, os puritanos teriam sido levados ao acúmulo incessante de capital, visto não como um meio para algum fim, mas como um fim em si mesmo -- sua auto-multiplicação.

O espírito do protestantismo ascético teria, portanto, promovido modificações fundamentais na passagem da sociedade pré-capitalista para a sociedade capitalista. Como os protestantes aprovavam e incentivavam o *uso racional e utilitário* da riqueza, que era desejado por Deus para suprir as necessidades do indivíduo e da comunidade, essa crença religiosa teria agido poderosamente em vários sentidos: contra o desfrute das riquezas, na restrição ao consumo (em especial o supérfluo) e na quebra das amarras ao impulso de acumulação. As restrições ao gasto desnecessário e a recusa ao luxo teriam possibilitado o investimento produtivo do capital, pois “quando a limitação do consumo é combinada com a liberação das atividades de busca da riqueza, o resultado prático inevitável é obvio: o acúmulo do capital mediante a compulsão ascética para a poupança.” (WEBER, 1905, 124).

O ascetismo religioso organizara, assim, a crença em torno a um corpo de idéias que involuntariamente resultaram no desenvolvimento de traços de personalidade extremamente úteis ao comportamento capitalista: ele engendrou um estilo de vida que influenciou diretamente o *espírito do capitalismo*, posto que gerou um ambiente mais que propício ao seu desenvolvimento. Surge então uma ética econômica tipicamente burguesa (*ibid.*, 127-8):

Com a consciência de estar na plenitude da graça de Deus e visivelmente por Ele abençoado, o empreendedor burguês, desde que permanecesse dentro dos limites da correção formal, que sua conduta moral estivesse intacta e que não fosse questionável o uso que fazia da riqueza, poderia perseguir seus interesses pecuniários o quanto quisesse, e sentir que estava cumprindo um dever com

isso. Além disso, o poder do ascetismo religioso punha-lhe à disposição trabalhadores sóbrios, conscienciosos e extraordinariamente ativos, que se agarravam ao seu trabalho como a um propósito de vida desejado por Deus.

A racionalização, como Weber a compreende, nascida no ascetismo religioso e extrapolada para o âmbito econômico, desenvolve-se nas sociedades modernas até seus laços tornarem-se cada vez mais apertados. Ela é também fruto da especialização científica e da dominação técnica, peculiares à civilização ocidental, que historicamente se desenvolvem mesmo antes do próprio capitalismo.

Longe de representar um progresso do saber humano no sentido de um melhor conhecimento de suas condições de vida, entretanto, a racionalização crescente a que se refere Weber promove justamente o oposto: um progressivo distanciamento do homem no que concerne aos conhecimentos mínimos de funcionamento da civilização científico-tecnológica.

A racionalização e a intelectualização crescentes acarretariam, ademais, uma consequência decisiva, sobre a qual Weber insiste com veemência: elas teriam promovido o *desencantamento do mundo*. Com os progressos da ciência e da técnica, as idéias ganham coerência sistemática e consistência naturalística. Os elementos mágicos são expulsos dos sistemas de explicação do mundo: o homem deixa de acreditar nos poderes de forças sobrenaturais, nos espíritos e nos demônios, perde o sentido do profético e, sobretudo, o do sagrado.

No desenrolar desse processo, o real torna-se aborrecido e cansativo, provocando um grande vazio existencial. Entregues a um relativismo e a um ceticismo tediosos, os seres humanos tentariam agora preencher suas vidas com uma combinação improvável de cientificismo e, em alguns momentos, retorno à religiosidade.

Dentre os pais fundadores da sociologia, Weber amiúde é apontado como aquele que com maior nitidez vislumbrou o lado sombrio da modernidade. Segundo sua concepção, o progresso material do capitalismo só poderia ser obtido às expensas de uma expansão esmagadora da burocracia, que destrói a autonomia e a criatividade individuais. Weber identifica, portanto, também a burocracia, tal como a conhecemos atualmente, com o processo de racionalização crescente a que foi submetida a sociedade ocidental moderna, e este processo, por sua vez, com a mecanização e a rotinização opressivas impostas aos seres humanos.

A vivência cotidiana poderia reter sua espontaneidade somente dentro dos estreitos limites da *gaiola de ferro* da racionalidade burocrática. Assim, nas palavras de Touraine (1992, 38):

Desencantamento, secularização, racionalização, autoridade racional legal, ética da responsabilidade: os conceitos de Max Weber, tornados clássicos, definem perfeitamente esta modernidade à qual se deve acrescentar que é conquistadora, que estabelece a dominação das elites racionalizadoras e modernizadoras sobre o resto do mundo, pela organização do comércio e das fábricas e pela colonização.

A opinião de Weber com relação a todos esses elementos encerra também, como se nota, um elemento de ruptura com a posição da filosofia iluminista, que construiu a história da humanidade como um progresso linear (cognitivo – científico-tecnológico –, e material – econômico) rumo a uma sociedade futura mais justa e próspera.

## **2.2 O Determinismo Tecnológico**

Weber, entretanto, não poderia ter antecipado (assim como Marx tampouco o pôde) o nível a que chegaria a globalização da ordem social, nem que somente a partir dessa perspectiva poder-se-ia conceber o controle tecnológico sobre as sociedades, o homem e a natureza. Analisadas sob esse novo enfoque, as conseqüências anteriormente previstas por ele parecem multiplicar-se e reproduzir-se infinitamente.

O termo "determinismo tecnológico", cunhado pela primeira vez pelo sociólogo norte-americano Thorstein Veblen, exprime uma concepção que vem se expandindo desde a Segunda Guerra Mundial, e que implica, de certa forma, em uma radicalização da tese weberiana.

Os sociólogos vêem o problema através do aumento da complexidade e da velocidade das mudanças que as tecnologias modernas acarretam para as sociedades. Segundo eles, essas novas mudanças tecnológicas ultrapassaram a habilidade das pessoas e das diversas sociedades para a elas adaptarem-se. Para outros, ainda, a tecnologia é vista como uma força dominante, que coloca obstáculos para própria liberdade humana.

As tecnologias modernas são apresentadas como autônomas, ou como forças independentes: seriam auto-controláveis, auto-determináveis e auto-expandíveis. Nesse sentido, são compreendidas

como algo fora do controle humano, mudando de acordo com seu próprio momento e moldando involuntariamente a sociedade.

De acordo com os deterministas tecnológicos, (como Marshall McLuhan (1962), Jacques Ellul (1954), Lynn White Jr. (1962) e Alvin Toffler (1980), dentre outros), as tecnologias são consideradas como a causa principal das mudanças na sociedade e entendidas como a condição fundamental de sustentação do padrão da organização social. Novas tecnologias transformam a sociedade em todos os níveis: institucional, social e individual. Os fatores humanos e sociais passam, logo, a ser vistos como meramente secundários.

Jacques Ellul (1954, 135), por exemplo, declarou que "não pode haver autonomia humana em face da autonomia tecnológica". Ele insiste que as tecnologias carregam consigo seus próprios efeitos, independentemente de como são usadas, já que elas involuntária e automaticamente colocariam em marcha um número de conseqüências, tanto positivas quanto negativas, não importando como e para que fossem utilizadas. O desenvolvimento tecnológico não seria, a partir desse enfoque, bom ou mal, ou ainda neutro. As sociedades e as pessoas tornar-se-iam simplesmente condicionadas por seus sistemas tecnológicos.

Também McLuhan (1962) discorda do comentário de alguns estudiosos, que asseguram serem as tecnologias por si próprias neutras, defendendo que o uso que se faz delas é que seria o ponto nevrálgico para discussão. Ele sustenta que as máquinas alteram fundamentalmente as relações interpessoais, não importando o uso que delas se faça. McLuhan, apesar de considerar o homem como o modelador das tecnologias, assegura-nos que, uma vez existindo, elas escapariam ao controle humano, passando a modelá-lo.

Surge aí um paradoxo: modernas tecnologias que foram criadas pelo homem para o domínio da natureza tornam-se, a partir de um determinado ponto, tão abrangentes que impossibilitam o controle da extensão do seu próprio uso pela humanidade. É o homem perdendo o controle do alcance de suas criações, idealizadas justamente para o controle, ou pelo menos, com possibilidade quase que completa de controle.

Tanto a perspectiva adotada pelo determinismo tecnológico, quanto aquela visão defendida pela "tecnociência" moderna, teriam as mesmas raízes que o capitalismo e a racionalização do mundo. São explicações de forte conteúdo weberiano, às quais se acrescenta uma concepção autoritária e hierárquica das sociedades modernas. Segundo a "tecnociência" e a perspectiva do

“determinismo tecnológico”, como dito, a tecnologia e a ciência ordenam as pessoas, os objetos, os artefactos e os conceitos em redes cada vez mais abrangentes e centralizadas.

A hipótese do determinismo tecnológico é talvez extremista, porém o seu radicalismo ajuda-nos a deslocar a atenção para um conjunto de fatos e possíveis conexões causais anteriormente negligenciadas. Como um modo sugestivo de olhar para o desenvolvimento social, o determinismo certamente tem o seu valor.

Os críticos desta definição de autonomia tecnológica argumentam, todavia, que, dada a interdependência entre os âmbitos da ciência, da tecnologia e da economia, a tecnologia necessita ser entendida a partir de um sistema de interligações e interpenetrações mais complexo. Esses autores buscam compreender, portanto, como os mecanismos tecnológicos estão ligados, por um lado, aos conteúdos da ciência e, por outro e simultaneamente, a determinadas ordens sociais, políticas e econômicas. É a partir dessa abordagem que, abaixo, tratamos essas questões.

### **2.3 A Cientificação da Indústria e a Industrialização da Ciência**

Como assinalamos no início do texto, a revolução industrial testemunhou uma nova forma de crescimento, a partir de então extremamente dependente de inovações científico-tecnológicas. A competição capitalista na Europa encorajou o desenvolvimento de tecnologias que deveriam gerar um incremento na produtividade do trabalho. Esses desenvolvimentos, entretanto, só puderam se verificar, na intensidade e na velocidade em que ocorreram, porque as circunstâncias econômicas, sociais e institucionais afiguraram-se extremamente favoráveis.

Mudanças e inovações científicas e tecnológicas não poderiam engendrar seus efeitos em contextos políticos e culturais que não estivessem preparados para absorvê-los e incorporá-los, i.e., contextos que não estivessem em condições de colocar em movimento aquelas mudanças e transformações estruturais/institucionais que fossem necessárias para o seu pronto estabelecimento.

Como propôs Weber, o mesmo *processo de racionalização* que norteou o desenvolvimento das sociedades modernas teria possibilitado, num primeiro momento, a disseminação e consolidação da ciência e de toda uma cosmovisão científica, e depois, sob a influência do ascetismo protestante, impulsionado um ethos empreendedor essencialmente capitalista. Como foi nos países onde a ciência atingira seu máximo desenvolvimento que se iniciou o processo de industrialização, não deveria restar dúvidas acerca dos profundos impactos que a estrutura de

organização de um empreendimento veio a causar sobre o outro, e vice-versa. É sobre a natureza de tais impactos e imbricações mútuas que nos concentramos nesta parte da discussão.

### 2.3.1 A Cientificação da Indústria

Uma análise profunda das relações entre ciência e tecnologia, por um lado, e as culturas, por outro, é-nos oferecida pelo filósofo belga Jean Ladrière, em sua obra *Os Desafios da Racionalidade – o Desafio da Ciência e da Tecnologia às Culturas*, de 1977. Em seus primeiros capítulos, Ladrière dedica-se a mostrar como a ciência e a tecnologia de base científica somente passam a constituir-se enquanto tais quando incorporam uma perspectiva objetivante que logra desvincular-se do histórico e do particular. Assim, ambas em certa medida rompem com âmbito da cultura, no qual foram originadas (LADRIÈRE, 1977, 14):

Se, num certo sentido, a ciência, enquanto sistema particular de representação, e a tecnologia, enquanto sistema particular de ação, não passam de subcomponentes da cultura, em outro, desvinculam-se dela para constituir sistemas amplamente autônomos, em interação com a cultura, embora opondo-se a ela como o universal ao particular, o abstrato ao concreto, o construído ao dado, o anônimo ao vivido, o sistêmico ao existencial.

A ciência, analisada sob seu aspecto de método particular de aquisição do saber, deixa-se impulsionar por dois objetivos, um cognitivo e outro pragmático. Esses objetivos correspondem, respectivamente, a duas linhas de pensamento que coexistiram no século XVII: a primeira, que remonta à tradição platônico-pitagórica, enfatizava a busca de um entendimento matemático do mundo (Galileo), enquanto que a segunda insistia na necessidade de realização de experimentos e na aplicabilidade prática (Bacon).

A ciência moderna encontra-se, desta forma, associada a uma dupla força motriz: a *busca do conhecimento pelo conhecimento*, segundo a qual a apreensão justa de um saber cada vez mais abrangente constitui a finalidade última da atividade científica, e a *busca do conhecimento pelo poder* que este último pode trazer sobre as coisas, bem como sobre os próprios homens.

Importante é enfatizar que, para Ladrière, esses dupla ascendência da ciência continuou inegavelmente a marcar também seu devir, nos séculos subseqüentes, porém com pesos distintos. Se tanto a ciência quanto a tecnologia tendem a formar sistemas cada vez mais autocontrolados,

autônomos, e independentes da esfera cultural (como percebemos da citação acima), por outro lado, por permanecerem inexoravelmente ligados à ela, seus efeitos, resultados e métodos retroagem, desestabilizando e reorganizando o destino das culturas.

Nesse momento interessa-nos resgatar algumas reflexões muito interessantes que dizem respeito especificamente às semelhanças estruturais entre a lógica do empreendimento científico e a lógica do empreendimento industrial capitalista.

Um aspecto particularmente notável nas modernas economias industriais é que elas parecem requerer uma expansão perpétua. Por uma parte, isso pode ser explicado como reflexo da lógica interna ao próprio capitalismo. Por outra, essa tendência pode também ser entendida como um reflexo do método científico, que, extrapolando seus limites originários, passaria a exercer influência sobre a lógica da produção industrial. Discutiremos os dois ângulos da questão.

De fato, as economias industriais reivindicam uma expansão continuada, tanto no âmbito produtivo, quanto no âmbito de seus mercados consumidores, e isso em grande medida em função do papel da *competição* na dinâmica do capitalismo.

O empresário capitalista, como condição mesma de sua sobrevivência no mercado, é movido por incrementos em sua lucratividade, e uma das maneiras de se aumentar os lucros auferidos é vendendo produtos a preços inferiores àqueles praticados pela concorrência direta.

Historicamente, existem duas formas clássicas de se reduzir os custos de produção (e consequentemente, o preço final dos produtos): a primeira delas é pagando menores salários, e a segunda, introduzindo inovações tecnológicas no maquinário de forma a produzir quantidades maiores de bens, com um número menor de trabalhadores. Como existe um limite (social e político, inclusive) à queda dos salários, a partir do momento em que os trabalhadores conseguiram se organizar em sindicatos, a forma de redução de custos que tomou maior impulso foi a segunda, e é essa que nos preocupa particularmente nesse momento.

O empreendedor bem sucedido será, deste modo, aquele que conseguir incorporar alguma inovação tecnológica, de forma a tornar sua produção mais rápida e econômica, o que o possibilitará chegar ao mercado com a vantagem de um produto mais barato.

Quando o processo de introdução de alguma inovação tecnológica se dissemina para todo o agregado produtivo, resulta que uma quantidade maior de todos os bens poderá ser produzida utilizando uma quantidade menor de trabalho, se comparada aos níveis anteriores à introdução da inovação. Em termos técnicos, diz-se que houve um incremento na *produtividade do trabalho*.

Se consideramos que os salários representam a forma dominante de renda, e que incrementos na produtividade do trabalho tendem a gerar desemprego crescente, tem-se então que um número menor de consumidores daquele mercado estará em condições de adquirir aquilo que foi produzido.

Existe, desta forma, uma *necessidade sistemática de expansão dos mercados consumidores* que consiga absorver a expansão da produção acarretada pelo aumento da produtividade do trabalho, de modo a compensar o desemprego crescente, também desencadeado no processo. Essa necessidade de expansão é normalmente satisfeita por três vias: a incorporação de novos mercados consumidores, o aumento do consumo *per capita* e o incremento dos gastos governamentais.

É, portanto, também uma das funções vitais das empresas capitalistas suscitar necessidades ou “pseudo-necessidades” possíveis, ainda não formuladas, necessidades suscetíveis de responder a demandas difusas, virtuais, que podem vir a se tornar explícitas, de forma a aumentar o consumo *per capita*.

Esse ciclo industrial, no qual inovações tecnológicas geram incrementos na produtividade do trabalho, aumento de produção, desemprego e necessidade de expansão dos mercados consumidores fecha-se e torna a reiniciar-se: é o chamado “desenvolvimento econômico” e costuma ser altamente valorizado nas sociedades modernas.

Assim, a primeira semelhança (ou influência) entre a lógica estrutural científica e a lógica capitalista pode ser assim formulada: da mesma forma como a ciência básica constitui um empreendimento cuja finalidade própria é, por natureza, expansionista -- fornecer conhecimentos cada vez mais extensos, precisos e confiáveis, sem se perguntar sobre a utilidade desses conhecimentos --, a industrialização, a partir de determinado ponto, escapa do âmbito da produção voltada a atender demandas concretas, palpáveis, em mercados existentes, para criar suas próprias possibilidades de expansão.

Essa expansão, agora, opera em um nível de abstração inimaginável em épocas pré-modernas, pré-científicas e pré-capitalistas. Essa é a *finalidade universalista* a que se referia Leiss (1972, xix): a busca, no caso da ciência, do aumento do conhecimento pelo conhecimento e, no caso do capitalismo, do acúmulo do capital pelo capital.

Há que se atentar, portanto, para o fato de que, quanto mais uma empresa aumenta em porte e em poder, mais ela perde em especificidade e ganha, ao contrário, em generalidade, e por conseguinte, em abstração. Assim, (LADRIÈRE, 1977, 85):

[...] à medida que se desenvolve a atividade econômica, ela tende a racionalizar-se, utilizando diretamente (e não somente no nível das tecnologias que emprega) métodos de organização e de gestão inspirados no método científico. Isto significa que, cada vez mais, ela tende a fixar-se previamente objetivos e a criar-se as condições de atingi-los pelos meios os mais racionais, levando-se em conta, de um lado, as previsões que podemos fazer com base nas informações e nos métodos de análise disponíveis, do outro, as coerções de ordem material e de ordem social que a ela se impõem.

Ao formular um projeto com grau de generalidade muito elevado, além disso, “uma empresa coloca um problema tecnológico cuja solução não existe necessariamente, em todo caso, não de modo completo, no momento em que o projeto é formulado” (LADRIÈRE, 1977, 86). Deste modo, nessa demanda que é dirigida à tecnologia, é a própria atividade econômica, e não a atividade científica, que suscita as questões às quais a pesquisa tecnológica é chamada a responder. Essa é a segunda imbricação crucial entre as esferas científico-tecnológica e econômica.

Um terceiro ponto central nessa discussão é que o industrialismo, a um só tempo, expressa-se por intermédio de um processo de produção material e pelo desenvolvimento de uma cultura. Constitui, portanto, uma totalidade social que engloba não apenas o *desenvolvimento externo de métodos de produção* de bens e serviços, como também a necessidade de criação de um *desejo subjetivo* de adquirir cada vez mais (McLAUGHLIN, 1993, 74-6).

Ocorre, portanto, como é sabido, que o processo de industrialização acarreta conseqüências culturais de longo-prazo. As sociedades industriais deram origem a culturas que atribuem elevado valor ao consumo material ou, dito de outro modo, a lógica da industrialização parece necessitar engendrar, lado-a-lado com seu projeto de expansão ilimitada, também um *ethos* consumista.

Se por um lado as sociedades modernas passam a depender crescentemente da produção industrial baseada na aplicação de resultados científicos, tanto no que tange à utilização do método, quanto no que toca a demanda direta que é feita à tecnologia, no sentido inverso, a produção dos resultados científicos, em si mesma, transforma-se em uma enorme, onerosa e poderosa indústria. A interpenetração da ciência e da indústria caracteriza-se, fundamentalmente, além disso, pela dissolução das fronteiras que marcavam distintos estilos de trabalho, com seus respectivos códigos de conduta e ideais.

### 2.3.2 A Industrialização da Ciência

O historiador Jerome Ravetz, em sua importante obra de 1971 -- *Scientific Knowledge and its Social Problems* -- nos adverte que essa nova situação e as implicações por ela acarretadas demandam uma nova compreensão de ciência (crítica), que deverá desenvolver-se em coerência com uma nova filosofia da ciência, uma nova filosofia da natureza, bem como com um re-exame do papel e do lugar do homem nestes novos contextos.

O caráter do conhecimento científico, a sociologia e a ética da ciência, assim como a aplicação da ciência e da tecnologia ao bem-estar humano tornaram-se tão intimamente conectados, que um estudo adequado de qualquer um desses tópicos requer, no mínimo, uma boa dose de informação sobre os outros. Nessa obra, Ravetz pretendeu construir uma estrutura conceitual, de forma que cada um desses problemas pudesse ser discutido em relação aos demais.

Segundo sua abordagem, a “ciência industrializada” do presente pode ser diferenciada da “ciência acadêmica” (das gerações mais antigas, mas que ainda domina o imaginário coletivo) em primeiro lugar, em termos da intensidade de capital agora necessário para o empreendimento científico, e depois, em decorrência da novas relações sociais criadas dentro do mundo da ciência.

As mudanças mais significativas em direção ao processo de industrialização da ciência começaram a ser verificadas com maior clareza, na verdade, no período entre as duas guerras mundiais, em particular com o surgimento dos grandes laboratórios, nos Estados Unidos.

A primeira característica determinante nesse estágio foi o fato da atividade científica ter se tornado crescentemente capital-intensiva, exigindo investimentos gigantescos tanto em termos de capital humano -- altamente especializado --, quanto no que se refere à necessidade de equipamentos e instrumentos de última geração. Esse processo originou o fenômeno que viria a se tornar conhecido como a “Big Science”<sup>2</sup>.

Parcialmente, essas transformações podem ser explicadas como decorrência das expectativas quanto aos resultados das pesquisas, que se tornaram, a partir de então, extremamente mais ambiciosas, não apenas em termos de escala, como também da rapidez de resultados esperada.

---

<sup>2</sup> Salomon (1994, 41) ilustra esse processo de consolidação da *Big Science* de forma incisiva, apresentado números: todo o orçamento federal dos Estados Unidos para Pesquisa e Desenvolvimento não passava de US\$ 1 bilhão, em 1939. Já em 1945, apenas o projeto Manhattan, responsável pela produção das três primeiras bombas atômicas, consumiu US\$ 2 bilhões, ao longo de três anos. O projeto Apollo, que enviou o homem à lua, custou algo em torno de US\$ 5

Acrescente-se a isso a constatação de que as ligações entre ciência básica e tecnologia tornaram-se, nesse período, tão estreitas e imediatas, que os avanços de ambos os lados passaram a depender de uma progressiva interdependência.

Com o advento da *Big Science*, um duplo movimento é engendrado: as tecnologias evoluem em direção a uma complexificação e sofisticação sem precedentes na história, o que torna a atividade tecnológica contemporânea crescentemente dependente dos descobrimentos teóricos da ciência, bem como de sua metodologia.

Esse fenômeno ainda não se verificava necessariamente, por exemplo, quando do advento da revolução industrial, quando as teorias científicas muitas vezes seguiam as realizações técnicas: a máquina a vapor, desenvolvida por James Watt, é de 1769, ao passo que as leis da termodinâmica, que a explicam, só foram estabelecidas por Maxwell quase um século depois (SCHWARTZMAN, 1980). Exemplos mais recentes mostram um caminho em sentido inverso, como no caso da energia atômica e suas aplicações bélicas.

Por outra parte, também a prática e a inovação científicas passam a demandar e a depender de inovações e aperfeiçoamentos tecnológicos constantes, como condição mesma de sua possibilidade de refutar ou corroborar teorias e, em última análise, como condição de sua possibilidade de gerar inovações. Para que se realizem progressos teóricos, portanto, passa a ser necessário que haja uma articulação profunda entre o estado das teorias e o estado das tecnologias de experimentação e de observação.

O segundo grande marco no processo de “industrialização da ciência” (RAVETZ, 1971; SALOMON, 1994), foi que os sistemas de avaliação, controle e gerenciamento das atividades, típicos da indústria, passam a ser paulatinamente incorporados às atividades científicas, incluindo aqui as universidades. O pesquisador acadêmico “imparcial” e “desinteressado” é transformado em uma espécie de “empreendedor científico”, permanentemente preocupado em alcançar metas de reconhecimento acadêmico, segundo o critério da “máxima produtividade”.

A partir desse cenário weberiano, entende-se que a atuação profissional do cientista, nesses tempos de “capitalismo acadêmico”, dirige a escolha de temas de pesquisa de forma a obedecer a uma lógica norteada não pela busca da verdade, mas pela maximização de oportunidades para a acumulação de credibilidade acadêmica.

---

bilhões por ano, ao longo de dez anos. Por fim, os gastos americanos com P&D em 1989 somaram US\$ 135.150 milhões, dos quais 50% foram financiados por fontes públicas.

Tal qual o capitalista puritano de Weber, que não se interessava pelo uso da riqueza, em si, mas sim pela sua maximização, o cientista hodierno tampouco interessar-se-ia pelo conteúdo do que faz, mudando de tema e de objeto de investigação sempre que outros investimentos intelectuais e profissionais se lhe afigurassem mais rentáveis.

A acumulação de conhecimentos que resulta do trabalho do cientista não seria, dessa perspectiva, mais do que um subproduto de um objetivo mais fundamental: a acumulação de instrumentos sem valor de uso imediato, mas que servem para aumentar cada vez mais o poder do investidor. Deste modo, o capital científico, sob a forma de prestígio e credibilidade acadêmicos, igualar-se-ia ao capital monetário, ou ainda, o "espírito do capitalismo" estaria, nesse momento, igualando-se, ou mesmo sobrepondo-se ao "espírito científico".

Essas transformações não ocorreram sem acarretar grandes estragos: elas colocaram em cheque valores tradicionalmente tidos como inerentes à atividade científica e expuseram o pesquisador a conflitos de interesses, uma vez que a pesquisa agora necessariamente estaria vinculada a comprometer-se com interesses políticos, ideológicos e comerciais que os distanciaria cada vez mais da tão almejada "neutralidade da ciência".

Essa concepção eminentemente prática da atividade científica (que faz um contraponto à idéia de ciência enquanto uma rede de enunciados), salienta as relações de poder – econômico e político – que, segundo defendem, necessária e inerentemente circulam no interior desse labor.

Ciência e contexto social são entendidos aqui como artefatos convencionais, i.e., poderiam ter sido desenvolvidos e construídos de maneira diferente daquela que efetivamente foram. Trata-se nesse caso, portanto, de destacar a interação e co-determinação dialética entre contexto histórico-econômico-social e ciência, enfraquecendo, portanto, o caráter cientificista e determinista de entendimento do mundo, tão cara à visão ortodoxa da filosofia da ciência.

Pelo menos dois pontos da filosofia da ciência globalista questionam o tipo de conhecimento que pode ser obtido, dado esse contexto. O primeiro deles é a dissolução da distinção entre linguagem teórica e linguagem observacional, decorrente da concepção de que toda e qualquer observação já estaria, de partida, impregnada por uma *particular maneira de enxergar o mundo*, ou por uma teoria (Hanson).

O segundo ponto é a *subdeterminação* das teorias pelos dados empíricos (Kuhn). O mesmo conjunto de observações pode ser explicado por duas ou mais teorias diferentes. Então, aquilo que determina a escolha entre teorias inclui fatos circunstanciais (sociais, históricos, econômicos),

extrínsecos, portanto, ao conteúdo e aos procedimentos lógicos da ciência. Esses dois pontos abrem caminho para a *negociação do consenso*: a construção dos significados das teorias.

A idéia central, nesse caso, é que fatores externos, como normas culturais, ideologias sociais, concepções filosóficas, políticas, econômicas e culturais são elementos que co-determinam, num primeiro momento, a estrutura conceitual que norteia a maneira como os fenômenos são abordados cientificamente, e depois a escolha que é feita dentre as teorias disponíveis.

## 2.4 Considerações finais

Os críticos da definição de autonomia tecnológica argumentam, como vimos acima, que, dada a interdependência entre os âmbitos da ciência, da tecnologia e da sociedade (com particular destaque para seus aspectos econômicos), a tecnologia é moldada pela sociedade e, portanto, sujeita ao controle humano. A sociedade deveria ser entendida não em função daquelas teorias e tecnologias que é capaz de criar, mas sobretudo por aquelas que ela escolhe desenvolver e usar, em detrimento de outras (SALOMON, 1992).

Enfatizamos também que, provavelmente em decorrência da eficácia das aplicações da ciência, bem como do sucesso do próprio método científico, estabeleceu-se uma ligação muito próxima entre ciência e os sistemas econômicos, que é própria das sociedades industriais avançadas. Os rumos tomados pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia nas modernas sociedades capitalistas, de acordo com esse enfoque, seria uma questão para além da cega e incessante aplicação da lógica objetiva: não estaríamos tratando de um sistema linear, automático e determinístico, mas antes de sistemas de interações mútuas, que foram construídos e seguem sua marcha embasados em um consenso social acerca de *objetivos e valores*.

Esse movimento recusa as imagens tradicionais que se tem sobre a tecnologia como mera derivação da ciência aplicada (ou como um conjunto de instrumentos), decorrentes dos ideários intelectualistas, que fundamentam o entendimento de que a ciência básica representa uma compreensão objetiva e neutra dos fenômenos do mundo. As questões aqui tratadas -- de orientação (valorativa) global das sociedades modernas e suas retroações sobre a orientação da própria atividade científica -- remete-nos diretamente a uma das controvérsias mais persistentes dentre os problemas tradicionais da Epistemologia: o problema da inserção *versus* isenção de valores no nível

mais abstrato da atividade científica. Esse trabalho teve como intuito contribuir para a dissolução da nebulosidade teórica que sempre envolveu o trato dessa problemática.

## 2.5 Bibliografia

ELLUL, J. (1954): *The technological society*. Toronto: Random House, 1967.

LADRIÈRE, J. (1977): *Os desafios da racionalidade – o desafio da ciência e da tecnologia às culturas*. Petrópolis: Ed. Vozes, 1979.

LEISS, W. (1972): *The domination of nature*. Montreal: MacGill-Queen's University Press, 1994.

McLAUGHLIN, A. (1993): *Regarding nature – industrialism and deep ecology*. New York: State University of New York Press.

McLUHAN, H.M. (1962): *The Gutenberg galaxy: the making of typographic man*. Toronto: Univ. of Toronto Press.

RAVETZ, J. (1971): *Scientific knowledge and its social problems*. Oxford: Clarendon Press.

SALOMON, J.-J. (1992): *Le destin technologique*. Paris: Balland.

\_\_\_\_\_ et alli (1994): *La quête incertaine: science, technologie, développement*. Paris: Economica.

SCHLUCHTER, W. (1998): *Die Entstehung des modernen Rationalismus – eine Analyse von Max Webers Entwicklungsgeschichte des Okzidents*. Frankfurt: Suhrkamp.

SCHWARTZMAN, S. (1994): “Os dinossauros de Roraima (ou a sociologia da ciência e da técnica de Bruno Latour)”, *Novos Estudos – CEBRAP*, 39, julho de 1994, pp. 172-179.

\_\_\_\_\_ (1980): *Ciência, universidade e ideologia: a política do conhecimento*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.

TOFFLER, A (1980): *The third wave*. New York: William Morrow, 1989.

TOURAINÉ, A. (1992): *Crítica da modernidade*. Petrópolis: Editora Vozes, 1999.

WEBER, M. (1905): *A ética protestante e o espírito do capitalismo*. São Paulo: Editora Martin Claret, 2001.

WHITE Jr., L. (1962): *Medieval technology and social change*. Oxford: Clarendon Press.