

Capítulo II

Análise dos Enfoques da Moldagem Social da Tecnologia

II.1 - Introdução

Uma das questões mais difíceis de serem trabalhadas pelos pesquisadores que utilizam fatores sociais em suas análises sobre os processos de mudança tecnológica é a maneira mais adequada de lidar com os fatores sociais e técnicos. Se, por um lado, a noção intuitiva destes fatores é empiricamente evidente e eles sejam fáceis de serem documentados e examinados, por outro lado, não é evidente, de modo algum, a maneira mais apropriada de abordá-los, defini-los e classificá-los, segundo certa ordem de importância e dentro de um quadro analítico coerente. Pode-se dizer que essa também é uma área de estudos que depende de fatores sociais. Sua natureza complexa, multiforme e em estado de mutação permanente transforma com frequência as pesquisas sobre mudanças tecnológicas num debate em torno de como a sociedade funciona. Não é por acaso que MacKenzie e Wajcman advertem que “responder à questão dos efeitos de uma tecnologia particular sobre a sociedade [e vice-versa] requer que se tenha uma boa teoria de como a sociedade funciona. A simplicidade da questão é enganadora. Respondê-la de maneira apropriada demanda frequentemente um entendimento das dinâmicas *globais* de uma sociedade, e isto é uma das questões mais difíceis de serem respondidas” (MacKenzie & Wajcman, 1985, p6). Nesta mesma linha de preocupação, Williams e Edge questionam: “... após simplesmente constatar que as tecnologias são ‘socialmente moldadas’ muitas questões permanecem em aberto: qual a natureza das forças-chave que moldam a tecnologia? onde e através de que processos elas operam? e

quais são os níveis e quadros de referência adequados para sua análise? ” (Williams & Edge, 1992, p2)

Com essas questões em mente, pretendo abordar neste capítulo alguns dilemas teóricos que perpassam os enfoques que seguem a orientação geral da Moldagem Social da Tecnologia e examinar suas diferenças principais em termos de estratégia analítica, bem como algumas de suas inadequações. O termo ‘abordagem’ é entendido aqui como um instrumento ou método de análise – uma espécie de “óculos” – que permite “enxergar”, de um modo ou de outro, os diversos aspectos da realidade técnica e social¹.

Em termos da sequência da discussão, analiso inicialmente algumas controvérsias desse campo de estudos, utilizando como base o artigo de revisão de Williams e Edge (op.cit.), já mencionado no Capítulo I. O propósito dessa discussão é esclarecer a relevância de se hierarquizar os fatores sociais e técnicos, pois tal ordenação está quase sempre acoplada com a perspectiva social particular que o analista apresenta e, por consequência, seus enfoques irão espelhar esse ordenamento e visão específica da sociedade (Carr, 1961).

Prossigo a discussão desenvolvendo uma sugestão de Edge de como dividir e classificar as abordagens da Moldagem Social da Tecnologia. As duas perspectivas sugeridas por Edge, a ‘externalista’ e a ‘internalista’ (Edge, 1995), serão então tema de análise crítica, sendo que a última delas será examinada mais profundamente devido à repercussão destacada que alcançou desde a década passada.

II.2 - Alguns dilemas teóricos da Moldagem Social da Tecnologia

Como busquei deixar claro no capítulo inicial, os vários tipos de abordagens utilizam diferentes pontos de partida para as suas análises, e estes em geral estão associados às suas origens acadêmicas – economia, sociologia, história, entre outras. Isso traz, claro está, repercussões sobre o tipo de método de análise empregado e gera certas divergências entre as várias tendências do campo maior da Moldagem Social da

¹ Devo essa excelente metáfora ao professor José Manoel, quando tentava precisar o que entendia por ‘abordagem’ ou ‘enfoque’.

Tecnologia. Algumas são de pouca monta, mas outras têm provocado polêmicas acirradas (Williams & Edge, 1992). Estes autores resumem essas divergências em três pontos-chave: a) a questão de como lidar com ‘o técnico’; b) o problema de como ‘se conhece’ a tecnologia; c) e a questão da escolha do foco de análise entre os níveis ‘micro’, ‘meso’ ou ‘macro’. Há, também, um quarto ponto que me parece de extrema relevância. É a questão de como ordenar os fatores sociais e técnicos, que, em parte, engloba as três primeiras controvérsias, como desejo mostrar adiante.

O primeiro ponto-chave se relaciona com a maneira de lidar com os fatores técnicos, isto é, com ‘o técnico’. A controvérsia gira em torno, mais precisamente, do grau de realismo (ou relativismo) que se deve atribuir aos fatores técnicos (vistos sob a forma de ‘conhecimento’), ou seja, até que ponto as características técnicas dos artefatos devem ser visualizadas como dadas (ou objetivas) nas análises do desenvolvimento tecnológico.

Uma vez que na Moldagem Social da Tecnologia se considera que as características técnicas da tecnologia são socialmente construídas, a natureza do ‘técnico’ seria, por essa ótica, sempre dependente de um conjunto dinâmico de crenças sociais sobre as propriedades do mundo natural e técnico. Tal argumento conduz o debate para a discussão do caráter relativo e provisório do conhecimento científico e, por consequência, dos fatores técnicos, que nunca podem ser apreendidos integralmente, pois sempre haverá divergências sobre aspectos da natureza do conhecimento técnico, dada sua gênese social, sempre provisória e em transformação constante. O resultado desse tipo de visão, se o levarmos ao limite, é um mundo extremamente subjetivista, onde não há lugar para fatores objetivos.

Em contraposição a essa visão relativista, duas tendências principais se manifestaram. Uma delas é melhor representada pelos teóricos da escola francesa, Callon e Latour, “que estenderam sua análise das redes sociais dos atores da inovação, para incluir atores não-humanos. Eles introduziram a categoria de actantes, que interagem e condicionam o desenvolvimento de redes; estas incluem atores humanos [...], bem como atores não-humanos, tais como micróbios, mariscos, elétrons, circuitos

integrados e suas propriedades físicas.” (Williams & Edge, op.cit., p27). Estes autores esperam, com a inclusão dos ‘actantes’, re-equilibrar as análises sobre a geração tecnológica, na medida em que os fatores técnicos – vistos como atores não-humanos – não se tornam totalmente dependentes dos fatores sociais. Ou seja, os fenômenos naturais apresentam relativa autonomia em relação aos sociais².

A outra tendência também busca afirmar a relativa autonomia do mundo natural e técnico, mas por uma via pragmática. Do ponto de vista dos estudos de política tecnológica, um método de análise útil, na prática, deve assumir uma visão mais realista das relações entre a tecnologia e a sociedade e admitir que as propriedades do mundo natural e as características técnicas dos artefatos possam ser vistas de forma mais objetiva (op.cit., p27). A idéia básica é a de que, se por um lado as características dos artefatos tecnológicos não são responsáveis por mudanças sociais de modo determinístico – pois podem ser definidas, construídas e empregadas de diversas maneiras, em vários contextos sociais e com variados resultados –, por outro lado, certas tecnologias podem de fato estruturar e alterar as bases sobre as quais os agentes humanos interagem. Lembro, por exemplo, a ponte de ‘Long Island’ em Nova York, construída para discriminar pobres e negros (ver Capítulo I). Outro exemplo simples e claro é o das relações de trabalho numa empresa que tenha adotado um sistema de informatização centralizador, que concentra as informações-chave da companhia e as torna acessíveis somente à diretoria. Tais artefatos ou tecnologias não determinam a reação dos agentes sociais, mas sem dúvida moldam as condições sobre as quais estes interagem, permitindo a certos agentes maior ou menor poder de ação. Esta é a visão intuitiva que tem prevalecido na maioria dos estudos empíricos realizados na área. Seus pesquisadores “empregam uma concepção pragmática da tecnologia, em que lidam tanto com a natureza socialmente negociada das suas características, quanto com suas propriedades materiais ‘dadas’ – uma posição que poderíamos chamar de ‘realismo modificado’.”(op.cit., p28)

Essa polêmica sobre o grau de realismo/ relativismo dos fatores técnicos nos conduz a uma segunda controvérsia: a de ‘como conhecemos as tecnologias’. Woolgar,

² Numa variante menos polêmica e mais simples, Law (1988) chama esta autonomia relativa dos fenômenos naturais de ‘obduracy’ (teimosia), já Molina (1990), de ‘moldabilidade’.

segundo Edge e Williams, aplica a metodologia relativista da sociologia do conhecimento científico às próprias pesquisas realizadas na área científica. Isso o leva a concluir que pode haver uma multiplicidade de possíveis análises de qualquer evento, aí incluído o processo de geração tecnológica. Como Edge e Williams assinalam, o resultado disso é uma perspectiva profundamente relativista. O problema é que tal visão termina negando a relevância das pesquisas da área e sua utilização prática, por exemplo, em políticas tecnológicas. “De um lado, tal relativismo radical enfraquece o conteúdo das pesquisas no sentido da sua utilização; de outro, paradoxalmente, encoraja também um tal ceticismo em relação às estruturas existentes de poder e interesses, que pode desestimular os pesquisadores de analisar e de se responsabilizar pelas maneiras com que o conhecimento pode ser usado pelos diferentes grupos sociais.” (op.cit., p29).

O terceiro ponto de discórdia entre os enfoques da área, o do nível de análise mais adequado (micro ou macro), tem apresentado alguns sinais de convergência em anos recentes. As abordagens macro-teóricas (enfoques neo-marxistas, por exemplo) já não se limitam a relacionar as tecnologias com as estruturas econômicas, relações sociais e interesses políticos mais amplos, e buscam ir além, tentando examinar os processos locais em que essas influências maiores incidem. Por seu turno, os enfoques micro-teóricos (abordagens construtivistas, por exemplo), que iniciam suas análises no nível das interações entre indivíduos e grupos, procuram alcançar um nível de análise mais alto para explicar também as estruturas sociais mais duradouras da sociedade. Porém, como Edge e Williams salientam, “estes dois grupos oferecem então explicações conflitantes no nível ‘meso’ da atividade social” (op.cit., p26). Isso aponta, creio, para algo mais do que uma mera divergência do ponto de partida mais adequado para a análise, como se verá no Capítulo III.

O quarto ponto, finalmente, é o da ordenação dos fatores sociais e técnicos. Creio que esta questão é a mais ampla delas, pois generaliza a problemática das diversas formas possíveis de hierarquizar os fatores sociais e técnicos de acordo com diferentes critérios de importância relativa ou influência decisiva. Por exemplo, a discussão sobre o grau de realismo do fator ‘técnico’ é (pode ser vista como) um debate sobre a ordenação do social e do técnico: qual é o preponderante? , quem determina quem? , etc.

Já a controvérsia sobre o nível de análise (micro/ meso/ macro) espelha, ao menos em parte, a importância relativa que o analista empresta, de um lado, ao papel da ‘ação’ dos agentes individuais, e de outro, ao papel das ‘estruturas’ existentes de poder e interesses.

David Edge resumiu exemplarmente esse emaranhado de controvérsias quando sugeriu uma forma simples de classificação dos dois tipos principais de estratégias analíticas existentes na Moldagem Social da Tecnologia: as abordagens ‘externalistas’ e as ‘internalistas’ (Edge, 1995, p16). De um lado, temos as abordagens ‘externalistas’, que partem do contexto social e técnico ‘externo’ mais amplo para depois examinar os processos locais de geração tecnológica. De outro, as abordagens ‘internalistas’, que focalizam o processo ‘interno’ de moldagem da tecnologia, ou seja, examinam os lugares e atividades mais diretamente relacionados com o desenvolvimento da tecnologia, e a partir deles procuram então examinar o contexto externo. Estou convencido de que essa classificação define o divisor de águas entre: a) as abordagens que enfatizam os processos locais micro, em geral com forte conotação relativista e reflexiva dentro de uma visão mais ‘subjetivista’ e criativa da história; e b) os enfoques que enfatizam os processos sociais mais amplos, em geral de acordo com algum modelo das estruturas sociais mais ‘objetivas’ e determinista da história. Obviamente, existem abordagens que fogem desse esquema de divisão e buscam combinar as duas perspectivas. A validade do exame crítico dessas perspectivas está em que ele servirá, estou convencido, para se identificarem também certas limitações dos enfoques que combinam as duas perspectivas.

Finalmente, é preciso lembrar que todas essas controvérsias e debates espelham, com frequência, as diversas polêmicas teóricas que ocorrem nas ciências sociais, como por exemplo, os debates sobre o ‘empiricismo’ e as relações entre ‘estrutura e ação’ (Williams & Edge, 1992, p27). No próximo capítulo, abordarei mais detalhadamente algumas dessas questões sociológicas, em particular a distinção entre eventos ‘micro’ e ‘macro’. Antes disso, porém, é preciso examinar mais concretamente como tais dilemas, apresentados sucintamente acima, aparecem nas análises da Moldagem Social da Tecnologia. Tenciono seguir aqui a recomendação de Williams e Edge em relação às polêmicas de cunho teórico: “o desenvolvimento intelectual não virá por meio de

considerações abstratas, mas por meio do diálogo entre as atividades orientadas teórica e empiricamente” (op.cit., p29). É com esse propósito que pretendo desenvolver, mais adiante, a classificação sugerida por Edge e mostrar, lançando mão de alguns estudos de casos existentes na literatura, algumas das limitações de ambas as perspectivas.

II.3 - A questão da ordenação dos fatores sociais e técnicos

Essa rápida menção de alguns dos dilemas teóricos da área nos remete à questão da importância de se selecionar e hierarquizar os fatores sociais. Sem isso, muitos argumentam, a análise pode se tornar mera descrição de fatores sociais e técnicos. Esta parece ser a preocupação de Russell quando adverte que “... o exame de tecnologias precisa desesperadamente de uma melhor estrutura analítica para evitar o empirismo e pluralismo implícitos que têm caracterizado muitos estudos de caso” (Russell, 1988, p340).

A questão relevante, do ponto de vista metodológico, é esclarecer a importância de se conhecer os fatores principais, como se concatenam com os demais, como se influenciam entre si, de modo a explicar o funcionamento da sociedade e, conseqüentemente, o processo de moldagem da tecnologia. Em termos simples: porque os analistas procuram saber quais são os fatores mais importantes? Antes de tentar responder, é oportuno examinar uma segunda questão, derivada da primeira, que é a da possibilidade de se conhecerem, ou mesmo de existirem fatores primordiais. Não seria, por acaso, mais prudente o analista considerar que o desenvolvimento social em geral, e o tecnológico em particular, possam apresentar uma série de fatores causais, sem haver necessariamente um grupo deles que seja mais importante que os outros? Uma análise relativista seguiria muito provavelmente esta orientação. Tendo o cuidado de não cair no extremo oposto, assumo aqui a postura pragmática de que é possível se conhecer, ao menos parcialmente, as causas principais de determinado desenvolvimento tecnológico. Creio que os vários exemplos apresentados no Capítulo I deixam poucas dúvidas quanto a isso. Para tentar responder à primeira questão – a da importância de se conhecer os fatores principais –, recorro ao historiador Carr em sua clássica discussão sobre ‘o que é história’ (Carr, 1961).

Carr discute o modo como os historiadores agem quando se confrontam com a necessidade de estabelecer a causa dos eventos. O primeiro passo é fazer o levantamento de uma série de causas para um dado evento. O autor utiliza como exemplo ilustrativo a revolução russa de 1917. Em suas palavras, “se ele [historiador] fosse convidado a considerar as causas da revolução bolchevique, poderia apontar as sucessivas derrotas militares da Rússia, o colapso da economia russa sob pressão da guerra, a efetiva propaganda política dos bolcheviques, o fracasso do Governo Czarista em resolver os problemas agrários, a concentração de um proletariado empobrecido e explorado nas fábricas de Petrogrado [...] em resumo, um conjunto de causas econômicas, políticas, ideológicas e pessoais, bem como de causas de curto e longo alcance.” (op.cit., p89). O historiador lida, portanto, não com *uma* causa, mas com uma *multiplicidade* de causas. No caso do tema particular deste trabalho, o desenvolvimento tecnológico, o analista lidaria com uma multiplicidade de fatores sociais e técnicos.

O segundo passo consiste na tentativa de ordenar a lista de causas. “O verdadeiro historiador, quando confrontado com essa lista de causas [...] sentiria uma compulsão profissional em reduzi-la, ordenando ou estabelecendo alguma hierarquia de causas que fixaria as relações entre elas, decidindo talvez qual a causa, ou a categoria de causas, que poderia ser considerada – em ‘última instância’ ou na ‘análise final’ (expressões favoritas dos historiadores) – como a causa principal, a causa de todas as causas.” (op.cit., p90). Carr afirma que os historiadores são conhecidos pelo ‘tipo de causa’ que eles invocam para explicar os eventos, e que todo argumento histórico envolve sempre a questão da prioridade das causas. Ele argumenta ainda que a atividade de ‘fazer história’ abrange dois movimentos em sentidos contrários: a pesquisa por novas causas, esmiuçando as já existentes e descobrindo com isso outras; e a simplificação e ordenação da multiplicidade de causas, subordinando-as umas às outras.

Se a ordenação das causas é de fato realizada na prática pela maioria dos historiadores, por que eles criam e utilizam certo tipo de ordenação? Essa questão pode ser colocada de outra forma: qual seria a causa, ou as causas, da ordenação particular que os analistas constroem e empregam em seus exames dos eventos históricos? Carr

responde, numa longa digressão (op.cit., cap2), que a própria atividade de análise da história, ou de dado desenvolvimento tecnológico, está inserida na sociedade em ela é realizada. Isso significa, em termos mais simples, que “só podemos visualizar o passado, e alcançar um entendimento dele, através dos olhos do presente” (op.cit., p24). Assim, o tipo de abordagem ou método de análise a que o historiador recorre ao examinar determinado evento denuncia *sua visão de mundo*, isto é, revela o tipo de prioridade dada pelo analista aos problemas de *sua sociedade* e de *sua época*. Foi por isso que afirmei, na introdução do capítulo, que a questão da maneira mais adequada de abordar os fatores sociais e técnicos também dependia de fatores sociais.

A abordagem geral Moldagem Social da Tecnologia revela, por exemplo, a preocupação crescente dos analistas com o fato de que a inovação tecnológica tem sido conduzida ao longo dos anos de forma centralizada e elitista, sem a devida participação da sociedade, que é a principal beneficiada (ou prejudicada) pelos frutos do desenvolvimento tecnológico. Ela se preocupa, particularmente, com a possibilidade e a necessidade de um papel mais ativo da sociedade nos processos de moldagem da tecnologia, de modo a evitar reações tardias e meramente reativas. A abordagem revela, entre outras preocupações, a visão de que as decisões sobre as mudanças tecnológicas podem e precisam ser democratizadas. Outro exemplo claro são os enfoques oriundos da sociologia das organizações industriais, em que as preocupações se voltam para os interesses e conflitos gerados pelas relações de trabalho nas empresas, ou no sistema capitalista de modo geral. Muitos desses enfoques revelam preocupação com as condições dos trabalhadores, entre elas, suas qualificações e a própria manutenção dos empregos; ver, por exemplo, Segre (1995). Esta autora identifica dois tipos opostos de visão sobre a tecnologia que desnudam o tipo de preocupação fundamental do analista: a visão ‘tecnocêntrica’, que, grosso modo, enxerga o trabalho humano como ‘custo’ e, assim, enfatiza a substituição do homem pela tecnologia, e a ‘antropocêntrica’, que, pelo contrário, buscar considerar a tecnologia como potencializadora da capacidade de trabalho humano (Segre, 1992). Neste sentido, enfoques orientados por perspectivas econômicas tendem a ser, muitas vezes, tecnocêntricos e expressam uma preocupação primordial com as tendências gerais do mercado, ou com o modo de identificar e aproveitar novas oportunidades de negócios em dado setor.

Portanto, a ordenação específica dos fatores sociais e técnicos tem a ver com a espécie particular de fatores sociais e técnicos – e das preocupações em torno dela – que tais abordagens colocam em primeiro plano. Utilizando essa premissa, examinarei a seguir os dois tipos principais de enfoques da área: ‘externalistas’ e ‘internalistas’. O argumento fundamental, que será desenvolvido até o final do capítulo, é o de que as duas perspectivas espelham, em larga medida, a diferença de ênfase que elas põem, de um lado, nas atividades econômicas e políticas – em particular, seus condicionamentos estruturais – e, de outro, nas atividades científicas/ técnicas – em particular, seus aspectos criativos.

II.4 - Limitações da perspectiva externalista

Os enfoques que adotam uma perspectiva externalista não apresentam, obviamente, um perfil uniforme quanto a suas idéias e conceitos analíticos. O que compartilham é a forma de abordar a inovação tecnológica. Como Edge ressalta, essa perspectiva realiza a análise “do contexto para dentro dele”, ou seja, “o ponto de partida não é um campo tecnológico específico, mas o contexto social particular dentro do qual a mudança técnica ocorre” (Edge, 1995). Como foi sugerido no capítulo precedente, três correntes de estudos se ancoram em suas respectivas origens intelectuais, caracterizando, em grande medida, a perspectiva ‘externalista’: a) sociologia das organizações industriais; b) estudos críticos de política tecnológica; e c) economia da mudança tecnológica.

Estudos empíricos realizados com métodos de análise oriundos dessas áreas ressaltam, de modo geral, o papel dos condicionantes estruturais, sejam eles técnicos, econômicos, políticos ou sociais. É a partir desses fatores que o processo local de negociação e criação de tecnologias é examinado. Duas debilidades emergem em análises feitas dentro dessa perspectiva: uma é a da integração dos fatores sociais e técnicos, e a outra é a da forma de lidar com a concepção do conhecimento científico e das características técnicas dos artefatos (op.cit., p15).

No exame de determinada tecnologia a análise dos fatores tende, por vezes, a considerar cada um deles como isolado dos demais. Por exemplo, pesquisadores preocupados com os efeitos de mudanças organizacionais sobre um dado processo de inovação técnica tendem a ignorar a importância das estruturas do mercado e das pressões por competitividade, e vice-versa. E, quando mais de um fator social é analisado ao mesmo tempo, muitas vezes isso tende a ser feito “na forma de um contraste simplista (‘impulso da tecnologia’ versus ‘demanda do mercado’, por exemplo)” (op.cit., p15).

Além disso, como os processos sociais são, em muitos casos, examinados sem a devida clareza, isso pode conduzir a análise para algum tipo implícito de determinismo social ou técnico. Em consequência, “mesmo autores consagrados nesta área terminam com frequência por utilizar metáforas pouco precisas tais como ‘trajetórias tecnológicas’ ou ‘imperativos tecnológicos’.” (op.cit., p16). Ou seja, certos fatores sociais e técnicos, examinados de maneira isolada, correm o risco de passarem a ser vistos como estruturas autônomas – a causa primordial nos termos de Carr – que determinam, em última instância, o processo de mudança social e tecnológica. Um exemplo claro desse tipo de limitação é a abordagem neo-marxista empregada por Braverman (1974), que, em resumo, considera a mudança tecnológica como conduzida pelos conflitos das relações de trabalho, nos quais a desqualificação dos trabalhadores passa a ser vista como ‘interesse objetivo’ dos capitalistas. Esse enfoque torna-se flagrantemente inadequado para casos em que, por exemplo, certas empresas procuram adotar tecnologias com maior participação dos trabalhadores, o que pode resultar em mudanças técnicas que aumentam a sua qualificação em vez de diminuí-la.

A conclusão disso é que, para qualquer caso histórico, nenhum conjunto de fatores sociais e técnicos pode ser examinado de modo isolado ou como fator independente – que molda os demais em última instância. Essas influências, mesmo que sejam as principais num caso particular, precisam ser visualizadas de forma integrada com os demais fatores sociais e técnicos, até para se poder tentar explicar porque aquele hipotético conjunto de fatores foi o principal em dado caso, em determinado momento.

A segunda limitação diz respeito à maneira pela qual novos conhecimentos técnicos são trazidos à luz no processo de moldagem social dos artefatos. Tais pesquisas tendem, com frequência, a não responder à questão de como o contexto social e as características técnicas do artefato interagem e se configuram mutuamente. Isso significa, em termos simples, que elas se mostram insuficientes no exame do processo ‘local’ de concepção das soluções científicas e técnicas, que, embora moldadas pelos fatores ‘externos’, não se reduzem à lógica ou dinâmica dos processos sociais ‘externos’, como o econômico e o político. Essa debilidade se tornará mais clara quando nos detivermos na perspectiva ‘internalista’.

Para esclarecer a maneira particular de focalizar e analisar da perspectiva ‘externalista’ e das argumentações críticas feitas acima, apresento abaixo três diferentes análises sobre as transformações técnicas ocorridas na indústria americana no início do século (Powell, 1987). Esse autor, na realidade, descreve e comenta o trabalho de três outros autores, Noble (1984), Shaiken (1986) e Hounshell (1984). Este último analisa a emergência dos métodos de produção de massa, enquanto os dois primeiros discutem o processo de automação.

II.4.a - A emergência e a difusão da produção de massa

Hounshell oferece uma reinterpretação das raízes históricas da produção de massa, do século passado até seu ponto culminante na era do fordismo neste século. O autor realiza uma análise detalhada da evolução não-linear e tortuosa dos métodos de produção que resultariam mais tarde na produção de massa. Ele examina o desenvolvimento de máquinas e ferramentas de uso específico, a construção de peças uniformes, que fossem facilmente intercambiáveis, bem como as tecnologias específicas de produção em indústrias-chave, como as de máquinas de costura, máquinas de marcenaria, as de maquinarias utilizadas no campo, além das fábricas de bicicletas e automóveis.

As primeiras máquinas e ferramentas especializadas foram desenvolvidas e utilizadas nos arsenais federais de equipamentos militares dos EUA, no início do século

XIX. “O objetivo da uniformização e padronização foi sendo compreendido apenas gradualmente, a grande custo, e servia para a produção de estoque limitado de armas em resposta a demandas militares. [...] O apoio militar se comprovou crucial porque o custo unitário no sistema americano era significativamente maior que nos sistemas artesanais tradicionais.” (Powell, 1987, p187). Hounshell argumenta que as ferramentas de uso específico e as técnicas associadas, desenvolvidas pelos arsenais militares de Springfield e por fábricas privadas de armas nos anos 30 e 40 do século XIX, já eram aplicáveis para outros setores produtivos. Ele descreve como “os mecânicos que tinham aprendido as técnicas dos arsenais militares se tornaram os agentes fundamentais na difusão da nova tecnologia para outras indústrias.” (op.cit., p187). É interessante notar que as novas técnicas ficaram conhecidas como as ‘técnicas dos arsenais’ (techniques of the armories), em referência a sua origem militar.

A indústria de máquinas de costuras foi a primeira a adotar as novas técnicas. Não por acaso os gerentes e mecânicos da primeira fábrica, de 1857-58, tinham vindo de fábricas de armas. Como Hounshell ressalta, nem todas as fábricas de máquinas de costuras adotaram as técnicas dos arsenais. A bem sucedida Singer, por exemplo, continuava empregando os métodos e máquinas multipropósitos tradicionais – o “enfoque europeu” – até os anos 80 do século passado. O autor explica que seu sucesso se devia às estratégias de ‘marketing’, às técnicas de venda e, por incrível que pareça, aos altos preços praticados pela empresa, e não pela superioridade do sistema artesanal de produção. História semelhante ocorreu com a indústria de maquinarias para uso no campo, como a máquina debulhadora. A fábrica McCormick, por exemplo, começou a empregar as técnicas dos arsenais a partir de 1880, quando McCormick substituiu seu irmão, treinado em técnicas artesanais, por um mecânico treinado nas novas técnicas. No entanto, a introdução dessas técnicas no setor foi lenta.

Foram os fabricantes de bicicletas que aprimoraram as técnicas do ‘sistema americano’ e deram um passo à frente em direção à produção de massa. Esse novo passo consistia na produção de peças metálicas por meio de fôrmas pré-estabelecidas e padronizadas (sheet-metal stamping). Essa técnica permitia que as várias peças das bicicletas pudessem ser produzidas de modo padronizado em largas quantidades. O

curioso dessa invenção é que ela foi criada por uma fábrica que não utilizava as técnicas dos arsenais. No entanto, mesmo com a nova técnica, a montagem das bicicletas continuava sendo feita uma a uma, artesanalmente.

Hounshell chega então à indústria de automóveis. Ele analisa como a ‘Ford Motor Company’ buscou associar as técnicas de produção dos arsenais com as de produção em larga escala de peças por meio de fôrmas padronizadas. Como Powell salienta, Hounshell descreve minuciosamente o processo de difusão das novas técnicas, “mostrando a influência direta das máquinas de produção de grãos de Mineapolis, das cervejarias de Detroit e das enlatadoras de comida de Chicago no desenvolvimento da linha móvel de montagem.” (op.cit., p188). A Ford conseguiu combinar a uniformização e padronização dos componentes e peças, sua intercambiabilidade, a produção de peças com as fôrmas padronizadas, a utilização de um extenso número de ferramentas e máquinas de uso específico, sistemas de transmissão para transporte de peças e linhas móveis de montagem. Com tudo isso, a Ford conseguiu obter ganhos consideráveis em produtividade e em economia de custos. A mudança na fábrica ‘Highland Park’ da Ford foi tal que todos os elementos técnicos eram postos em movimento e cada homem ficava imobilizado no seu canto com sua tarefa específica (op.cit., p188).

Em consequência, a produção da Ford aumentou de 300 mil carros, em 1914, para mais de 2 milhões em 1923. Numa época em que a maioria dos preços estava em alta, o preço do ‘Modelo T’ da Ford caiu quase 60% nesse período. Por causa desse sucesso os princípios da produção de massa se difundiram rapidamente para outras indústrias. No entanto, a revolução da Ford teve curta duração. O ‘marketing’ e a produção de massa *flexível* em poucos anos triunfou sobre a produção *rígida*³. Na empresa rival, a General Motors, Alfred Sloan reconhecia então que “a fabricação de carros teria maior sucesso se seguisse as “leis” da moda de Paris” (op.cit., p189). Não obstante, as técnicas da produção de massa se difundiram enormemente desde então, associando-se alguns anos depois com as técnicas tayloristas de ‘administração científica’ do trabalho.

³ Lembro ao leitor que a produção *flexível* a que Powel se refere pouco tem a ver com a produção flexível no sentido que é utilizada atualmente, muita ampla e relacionada com a técnicas de produção japonesa, o toyotismo por exemplo.

O modelo de difusão de Hounshell se apóia basicamente na análise das condições técnicas de existência da produção de massa, tais como o uso de ferramentas especializadas, uniformização de peças, etc, e do processo paulatino de sua difusão na indústria. Como Powell assinala, “Hounshell negligencia quase que inteiramente a discussão sobre a força de trabalho; como consequência, ele não é capaz de identificar que o entusiasmo de McCormick pelas novas máquinas nos anos 80 do século passado se originava, em parte, do seu desejo de derrotar as ações dos sindicatos trabalhistas do setor.” (op.cit., p189). Além disso, ele não observa que a estratégia de Ford tinha como objetivo a incorporação da enorme quantidade de mão-de-obra desqualificada existente nos EUA no início deste século, bem como um maior controle sobre essa mão-de-obra e sobre a produção com a separação das atividades de planejamento e controle das de operação e produção.

II.4.b - O processo de automação e o interesse dos poderosos

É exatamente com a preocupação acima que Noble analisa as técnicas de automação. Ele se mostra bem mais preocupado com os processos de trabalho e sua visão enfatiza as forças políticas e sociais que moldam a tecnologia. “Para Noble, a tecnologia é ao mesmo tempo ‘o veículo e a máscara da dominação’. Quem decide quais as novas tecnologias que serão adotadas ‘não são agentes autônomos de algum progresso desencarnado e despersonificado’, mas membros da sociedade movidos por motivações que refletem valores profissionais, interesses econômicos e ideologias políticas.” (op.cit., p189). Em contraposição a Hounshell, Noble argumenta que se uma tecnologia particular se desenvolve numa certa direção, isso se deve menos a sua superioridade técnica ou econômica do que ao poder daqueles que a escolheram. O importante para Noble “é saber os interesses de *quem* são mais bem servidos por uma dada tecnologia” (op.cit., 189).

O caso histórico clássico que Noble analisa em detalhes é o das máquinas-ferramentas controladas automaticamente (numeric control), já descrito de modo sucinto no Capítulo I. De acordo com o autor, o ‘controle numérico’ foi escolhido em lugar da

opção ‘repetição gravada’ porque a primeira opção transferia parte do controle sobre a produção dos trabalhadores do chão de fábrica (operação e produção) para os engenheiros e gerentes (planejamento e controle). Ele examina as duas alternativas à luz do contexto sócio-político da guerra fria. A opção ‘controle numérico’ (NC) era cara inicialmente, e somente apresentava vantagens na fabricação de peças de alta precisão da indústria aeroespacial, em que questões de custos não eram prioritárias. A alternativa ‘repetição gravada’, por sua vez, era mais simples, barata e adequada para as necessidades de pequenas e médias empresas. Noble argumenta que o NC foi desenvolvido não porque fosse tecnicamente superior mas porque promovia os interesses de grupos poderosos, entre eles, a Força Aérea americana – USAF –, a comunidade de engenheiros e cientistas do Instituto de Tecnologia de Massachussets – MIT –, e as empresas privadas do setor aeroespacial; junto a isso, havia os interesses gerenciais de aumentar o controle sobre a produção. Assim, formou-se uma aliança entre todos esses agentes que, com o apoio financeiro crucial da USAF, assegurou o desenvolvimento da tecnologia NC.

É importante observar que Noble assume, seguindo Braverman (1974), que a escolha das novas tecnologias por gerentes e diretores de empresas tem como objetivo principal transformar a organização do trabalho de modo a desqualificar os trabalhadores. Como Powell ressalta criticamente, “esta visão não consegue captar a riqueza de realidades do local de trabalho” (op.cit., p191). Não resta dúvida de que interesses de classes têm papel crucial na escolha de uma tecnologia em detrimento de outras, mas a tese de Noble e Braverman termina por ser simplista. Friedman, por exemplo, citado por Powell, assinala que o controle sobre a produção pode ser alcançado por vias alternativas. Em particular, este autor sugere que uma estratégia de ‘autonomia responsável’, em certas situações nas quais os trabalhadores tenham mais voz e sejam dissimuladamente cooptados, representa uma forma de controle altamente eficaz (op.cit., p190).

Voltando ao caso da tecnologia NC, a USAF e o MIT se associaram aos gerentes de empresas não porque fossem aliados naturais dos capitalistas na luta de classe contra os trabalhadores, mas porque a opção NC representava um meio de promover os seus

próprios interesses específicos. No caso do MIT, por exemplo, segundo Powell seus cientistas “viam na tecnologia NC um meio de promover suas carreiras através do apoio financeiro da Força Aérea à construção de um ambicioso e caro centro de computação” (op.cit., p190). Assim, de acordo com Powell, a maior fragilidade da análise de Noble “está em assumir que o problema de extrair mais trabalho dos trabalhadores possa ser resolvido pela mecanização e automação. Não é correta a tese de que o controle pelos capitalistas sobre o planejamento do trabalho em si mesmo os torne capazes de controlar melhor os trabalhadores.” (op.cit., p191).

Neste sentido, como Sabel sugere, “independentemente do tamanho, empresas produzindo produtos especializados tendem a empregar máquinas NC [controle numérico] com operadores com alta qualificação que conhecem programação; novamente independente do tamanho, outras empresas que produzem em larga escala produtos padronizados são constantemente tentadas a utilizar máquinas NC com operadores de baixa qualificação.” (Sabel, 1982, citado por Powell, op.cit., p193). Este autor mostra que a forma como a tecnologia é empregada depende de vários outros fatores, como a evolução do mercado de produtos, a disponibilidade de empregados com qualificação e as pressões macro-econômicas.

II.4.c - O processo de automação e a negociação nas fábricas

Finalmente, Powell analisa o trabalho de Shaiken. Em contraposição a Noble, Shaiken argumenta que a adoção e implementação de tecnologias, juntamente com o processo de reorganização do trabalho, ocorrem por meio de negociações que são moldadas por estratégias e políticas organizacionais, pela cultura do local de trabalho e pelas forças do mercado. Nesse sentido, a definição dos requisitos de qualificação surge como resultado de barganhas dentro das empresas e depende do balanço de forças entre gerência e trabalhadores, bem como da distribuição de conhecimento.

Shaiken compartilha com Noble a visão de que “os gerentes promovem a automação com o objetivo de reduzir a quantidade de trabalho direto e de aumentar seu controle sobre o trabalho. Esta meta de estender a autoridade gerencial é fortalecida por

uma ideologia dos engenheiros que enfatiza a importância da previsibilidade e a separação quase total entre as pessoas que projetam máquinas e aquelas que as utilizam.” (op.cit., p193). Ao contrário de Noble, porém, Shaiken não associa tais metas a uma grande teoria da inovação tecnológica. Ele tenta mostrar que “há uma miríade de situações possíveis em que os trabalhadores podem resistir às mudanças e boicotar o processo de trabalho” (op.cit., p194). Neste sentido, “a barganha e a resistência estão no cerne da mudança tecnológica” (op.cit., p193).

Entre outros, Shaiken apresenta um exemplo em que se torna claro que as negociações em torno das novas tecnologias envolvem não apenas os trabalhadores de chão de fábrica mas também a própria gerência. Ele descreve a tentativa de introdução de uma nova tecnologia, “o sistema de planejamento total de operações (TOPS), num grande complexo da ‘Ford Motor Co. Rouge’. A instalação do TOPS resultou num grande fracasso porque, ao procurar tornar as operações mais eficientes por meio da coleta de informações sobre a produção em cada estágio, o sistema TOPS alterava o poder relativo dos gerentes de divisão e de produção, e dos líderes dos trabalhadores. A combinação de falhas técnicas, da resistência dos trabalhadores, e, mais importante, do descontentamento entre os gerentes de produção cuja autoridade estava sendo minada, resultou no boicote ao novo sistema e no seu posterior abandono (op.cit., p194).

Em resumo, de acordo com Powell, cada um dos autores enfatiza, à sua maneira, a determinação social da tecnologia. “Hounshell mostra como os padrões de mobilidade e dos processos de difusão moldaram a adoção das novas tecnologias. Noble analisa os grupos poderosos que estão por trás de uma mudança tecnológica particular. Shaiken examina mais de perto as características das novas tecnologias e sua implementação, sugerindo que as tecnologias de automação podem incorporar formas específicas de poder e autoridade.” (op.cit., p197). O que diferencia os três autores é a maneira de focalizar o material empírico e as preocupações primárias que revelam: enquanto Hounshell oferece um modelo de difusão sobre o progresso gradativo de desenvolvimento dos métodos de produção industrial que resultaram na produção de massa, Noble se esforça na argumentação de que a escolha da tecnologia reflete os

interesses das classes econômicas poderosas, e Shaiken vê a definição da tecnologia como um processo envolvendo negociação e barganhas entre trabalhadores e gerência.

Cada uma das três análises apresenta uma faceta importante, que deve ser levada em conta no exame da evolução da produção de massa e da automação. No entanto, como observa Powell, a diferença do foco de análise de Noble e Shaiken “sugere que a pesquisa futura deva ser realizada em três níveis: a micropolítica do local de trabalho, o contexto social e político mais amplo em que a mudança tecnológica ocorre e os fatores organizacionais e econômicos que moldam a estruturação do trabalho” (Powell, 1987, citado por Edge, op.cit., p17). Em outras palavras, como Edge chama a atenção, há necessidade de maior integração de todos esses fatores ‘externos’. Embora, em certos casos, alguns deles possam sobressair entre os demais, ainda assim eles devem ser levados em consideração de forma integrada.

Um ponto em comum das três análises é que as características da tecnologia são em geral vistas como dadas. Para sermos justos, Shaiken consegue escapar um pouco dessa visão porque concebe que a tecnologia – bem como a própria organização do trabalho – é transformada durante o processo de sua implementação. No entanto, o que Shaiken analisa é o processo de ‘adaptação’ da tecnologia, que já chega à empresa de forma pré-configurada. Não estou minimizando a importância da análise desse processo. Porém, o estágio de implementação é apenas um dos estágios da cadeia não-linear de criação de uma dada tecnologia. Apenas ressalto aqui que nenhum dos autores examina mais sistematicamente o trabalho e o esforço dos cientistas e engenheiros em aprimorar e implementar as novas tecnologias.

II.5 - Limitações da perspectiva internalista

Algumas das deficiências na utilização de fatores sociais já tinham sido identificadas por certos pesquisadores oriundos do campo da ‘Sociologia do Conhecimento Científico’. Eles propuseram então uma abordagem alternativa, que procura lidar com os fatores sociais e técnicos de maneira mais integrada, e que ficou

mais conhecida como a ‘nova sociologia da tecnologia’ (Bijker, Hughes & Pinch, 1987), sucintamente apresentada no Capítulo I.

II.5.a - Nova sociologia da tecnologia

Esta linha de estudos apresenta três correntes principais, na visão de seus autores (Bijker, Hughes & Pinch, 1987, p10):

- A) abordagem do ‘Construtivismo Social’;
- B) abordagem de ‘Sistema’;
- C) abordagem de ‘Rede’.

A primeira dessas abordagens – ‘Construção Social da Tecnologia’ (SCOT) – é inspirada mais diretamente nas idéias desenvolvidas pela sociologia do conhecimento científico. Como foi mencionado no Capítulo I, seus conceitos-chave são ‘flexibilidade interpretativa’, ‘fechamento’ (closure) e ‘grupos sociais relevantes’. Ao contrário da terceira abordagem, o ambiente social é preservado e contribui para moldar as características técnicas dos artefatos. Esta ênfase na moldagem social permite evitar o determinismo tecnológico. Grupos sociais relevantes que constituem o ambiente social desempenham papel crítico na definição e resolução de problemas que surgem no desenvolvimento de um artefato. Há flexibilidade interpretativa no modo de definir os problemas e projetar os objetos, não existindo uma única ou melhor maneira de fazê-lo. Assim, esta abordagem busca descrever a geração do artefato tecnológico focalizando os sentidos a ele atribuídos pelos grupos sociais relevantes, ou seja, analisa a controvérsia e o processo de ‘fechamento’ sobre a definição da ‘verdade’ ou ‘falsidade’ de uma teoria científica, bem como o sucesso ou fracasso de uma tecnologia na resolução de certos problemas. Daí que, na ciência, o processo de ‘fechamento’ ocorre quando um consenso emerge e assim uma ‘verdade’ ganha, ou é aceita, entre várias interpretações científicas em disputa; e, no setor tecnológico, quando um consenso emerge em torno de certa maneira de projetar e resolver um problema de geração do artefato, entre outras maneiras em disputa (op.cit., p12).

A segunda abordagem, denominada de ‘Sistema’, se origina em larga medida do trabalho de Thomas Hughes sobre a história da tecnologia e trata esta última em termos da metáfora de ‘sistemas’ (op.cit., p4). Ela ressalta a forte interligação entre elementos diversos, tais como artefatos físicos, instituições, seu ambiente e, assim, oferece uma visão integrada dos aspectos técnicos, econômicos, sociais e políticos. Em outras palavras, “... as tecnologias não surgem na forma de peças separadas e isoladas, mas como partes de um todo, como partes de um sistema” (MacKenzie & Wajcman, 1985, p12). Os conceitos-chave dessa abordagem são ‘saliências reversas’ (reverse salient) ou ‘problema crítico’, definidos como aquelas partes de um sistema onde se realiza, em certos estágios, um esforço maior de inovação. Por exemplo, a pesquisa de Edison sobre o filamento das lâmpadas. Os agentes relevantes são chamados de ‘constructores de sistema’ ou ‘profissionais heterogêneos’, termos estes que apontam para o papel-chave dos cientistas, engenheiros, gerentes, intelectuais, etc (Hughes, 1988). A ênfase da abordagem SCOT sobre a ‘resolução de problemas’ no desenvolvimento de artefatos é análoga à ressaltada por Hughes sobre os esforços de pesquisas em torno dos ‘pontos críticos’ do sistema tecnológico. Assim, na abordagem de sistema os analistas examinam o artefato tecnológico focalizando o trabalho incansável dos profissionais heterogêneos em suas buscas para resolver os diversos problemas críticos e desenvolver o sistema tecnológico que deu vida e está sustentando o artefato em estudo. A abordagem enfatiza expressamente a metáfora do ‘tecido sem costuras’ (seamless web) – uma espécie de unidade indivisível do sistema, formada pelos seus diversos elementos, sociais e técnicos (Bijker, Hughes & Pinch, 1987, p9).

A terceira abordagem, denominada de ‘Rede’, busca eliminar a distinção entre atores humanos e fenômenos naturais, como já foi assinalado antes. Ambos são tratados como elementos em ‘rede-de-atores’ ou ‘ator-rede’ (actor-network) (Callon, 1986, 1987; Latour, 1987). Seus proponentes defendem que os elementos sociais e técnicos – atores humanos e não-humanos – devem ser tratados e explicados simetricamente, sem se conferir privilégio analítico a nenhum dos elementos ou lados. Em consequência, o ambiente social ‘externo’ é forçado a desaparecer e, com ele, dicotomias tais como ‘fora/ dentro’, ‘externo/ interno’, ‘organização/ indivíduo’, ‘sociedade/ tecnologia’, ‘social/ técnico’, ‘humano/ não-humano’, e seus membros passam então a fazer parte de

‘redes’. Tal como Callon explica, estas inúmeras entidades interligadas constituem o meio – a rede – através da qual os ‘atores’ interagem entre si, o que pode resultar na emergência de um ‘mundo coerente de atores’, que moldam e sustentam o desenvolvimento de artefatos tecnológicos. Porém, como nos lembra Callon, a rede não se constitui pela mera junção de elementos pré-existentes. Os “atores”, sejam eles consumidores, células combustíveis, empresas fabricantes ou elétrons, devem ter os atributos definidos, ou ‘traduzidos’, para cada um deles, de modo que possam desempenhar os papéis a eles atribuídos no cenário concebido pelo ‘projetista’ do mundo de atores, ou da rede (Callon, 1986). Assim, a abordagem examina a geração tecnológica focalizando os esforços e estratégias engendradas pelos projetistas ao buscarem traduzir, firmar e estabilizar na rede os diversos elementos heterogêneos. Vale lembrar ainda que, como nenhuma entidade está fora das redes, os próprios projetistas são também elementos integrantes delas.

É importante perceber que as três correntes mencionadas consideram, com diferentes ênfases, que os fatores sociais e técnicos estão integrados, formando uma espécie de unidade, chamada de ‘sistema’ ou ‘rede’. No entanto, se as duas primeiras abordagens preservam a distinção entre os agentes da inovação e o ambiente externo, este sim formando o tal ‘tecido sem costuras’ de elementos técnicos e sociais, na abordagem de rede, ao contrário, o ‘todo’ inclui os agentes humanos independentemente de seus papéis e, também, de quaisquer outras entidades. Todos eles estão interligados, interagindo permanentemente entre si, formando redes.

A par disso, as três abordagens salientam a necessidade de se superarem as ‘distinções artificiais’ dos fatores ou elementos que formam a realidade, que é vista então de forma integrada; e, ainda, procuram uma nova linguagem e novos conceitos para expressar este novo entendimento sobre a mudança tecnológica e a própria sociedade (Bijker, Hughes & Pinch, 1987, p10).

Vejamos então como surgem as idéias de ‘sistema’ ou ‘rede’ neste ‘novo entendimento’ do processo de inovação, e como as três abordagens formaram um campo de estudos particular, com identidade própria marcante, vista por vezes em forte

contraposição às demais abordagens da Moldagem Social da Tecnologia, e identificadas por Edge, conforme já foi mencionado, como abordagens ‘internalistas’. A visão de Hughes sobre a história da ciência e da tecnologia me parece bem apropriada para esclarecer a origem desta maneira de abordar o processo de geração tecnológica.

II.5.b - Três estágios da história da ciência e da tecnologia

Hughes considera que há três modos básicos de interpretar a história do desenvolvimento da ciência e da tecnologia: o modo ‘internalista’, o ‘externalista’, e o ‘interativo’ (Hughes, 1988, p9-14). Esclareço, desde já, que tais modos ou estágios são diferentes da distinção de Edge (Edge, 1995), mencionada acima, acerca das duas grandes estratégias analíticas da moldagem social da tecnologia.

No primeiro modo, a história da ciência e da tecnologia é apresentada como uma sequência lógica de descobrimentos de fatos e de invenções de artefatos. A ciência é vista como um desenvolvimento progressivo e a tecnologia parece seguir uma lógica inerente. Assim, “os cientistas descobrem, os tecnólogos seguem a lógica destas descobertas e as transformam em novas técnicas e em novos artefatos...” (MacKenzie & Wajcman, 1985, p4). Como já foi dito no Capítulo I, os historiadores tendiam a focalizar apenas os efeitos da tecnologia sobre a sociedade. Subjacente a este modo de “fazer história” está, é evidente, a crença de que são as tecnologias que causam as mudanças na sociedade, a esta só restando o caminho de se adaptar ao avanço inexorável da ciência e da tecnologia.

O segundo modo, o ‘externalista’ segundo Hughes, é adotado pelos historiadores que começam a considerar como preponderante o papel do contexto social e histórico dentro do qual a ciência e a tecnologia são desenvolvidos. Eles tentam responder à seguinte questão: “qual o papel que a sociedade desempenha na moldagem da tecnologia?” (MacKenzie & Wajcman, op.cit., p8). Em resumo, há todo um esforço de examinar e detalhar os fatores sociais que apresentam algum tipo de influência sobre a tecnologia, tal como foi visto no Capítulo I. Entretanto, como Hughes observa, os historiadores começaram a considerar que a própria ciência fazia parte do contexto. Se,

no início, a tecnologia foi por vezes considerada como ciência aplicada, isto é, a ciência seria o fator contextual de maior relevância que explicaria a gênese da tecnologia, esta, a seguir, também foi considerada como fazendo parte do contexto. Ou seja, a tecnologia existente também contribui para moldar as novas tecnologias.

Hughes critica esse modo ‘externalista’ de examinar a ciência e a tecnologia porque, segundo ele, os analistas levam a ciência e tecnologia para o contexto sem explicar como isto ocorre, ou seja, eles não explicam como o contexto social ‘exterior’ e as características ‘internas’ da tecnologia estão interrelacionados, deixando a questão em aberto. Esta crítica assemelha-se com a que foi feita por Edge (op.cit., p15) a respeito da segunda debilidade dos enfoques externalistas: falta-lhes uma concepção aprofundada de como os novos conhecimentos técnicos são trazidos à luz e evoluem com o tempo’, isto é, como se relacionam com os fatores contextuais ‘externos’. Em outras palavras, a questão se resume no seguinte: como precisamente ocorre o processo em que as características técnicas da tecnologia e dos conhecimentos técnicos passam a refletir as demandas e restrições do contexto social e técnico? Veremos já que a resposta de Hughes está em adotar o modo ‘interativo’ de análise.

Retomando a argumentação de Hughes, no modo internalista, ciência e tecnologia são geradas por uma certa lógica interna a elas. No segundo modo, elas são moldadas por uma lógica externa, ou seja, o contexto social com todas as suas categorias (econômicas, políticas, etc) moldam o conteúdo, ou as características, da ciência e da tecnologia. Hughes considera que ambos os modos representam visões deterministas da história. Para evitar este rumo, ele propõe o modo ‘interativo’, que pode ser resumido em duas idéias centrais: a) o ‘interno’ e o ‘externo’ interagem entre si formando um ‘sistema’ ou ‘rede’; e b) os agentes que constróem tal sistema ou rede são os ‘profissionais heterogêneos’ ou os ‘construtores de sistemas tecnológicos’. De acordo com Hughes, os dois modos anteriores são ‘deterministas’ porque seguem lógicas ou dinâmicas na realidade alheias às atividades heterogêneas de inovação desenvolvidas pelos ‘profissionais heterogêneos’, quais sejam, os cientistas, engenheiros e administradores que lidam mais diretamente com o desenvolvimento da tecnologia. É

importante observar que este modo ‘interativo’ de Hughes corresponde à perspectiva ‘internalista’ de Edge. Veremos já o por que disso.

A idéia subjacente a este modelo ‘interativo’ de se abordar a história da ciência e da tecnologia torna-se ainda mais clara quando Hughes explica como se libertou das limitações dos modos anteriores. Ele percebeu que os construtores de sistemas não levam em consideração as categorias formais do conhecimento e suas respectivas fronteiras. Conceitos, elementos, categorias ou fatores, comumente separados e rotulados como ‘econômicos’, ‘técnicos’, ‘políticos’, etc, constituem na realidade um ‘tecido sem costuras’ (seamless web) na mente dos construtores de sistemas, pois em suas práticas diárias tais agentes não operam com a distinção entre os elementos técnicos, econômicos, políticos, etc. Tais elementos são levados em consideração simultaneamente, como um todo, sem qualquer distinção arbitrária em termos de sua maior ou menor importância, já que todos eles são vistos como igualmente relevantes na construção e sustentação do sistema tecnológico. Hughes afirma ainda que os historiadores levam tão a sério tais divisões analíticas porque não lidam com problemas de resolução prática.

O principal exemplo oferecido por Hughes é sua vasta pesquisa sobre o sistema de energia elétrica, já mencionado no Capítulo I, que foi desenvolvido por Edison no final do século passado (Hughes, 1983). Em suas palavras: “Os construtores de sistemas tecnológicos ... interconectam elementos tão diversos quanto artefatos físicos, minas, firmas fabricantes, companhias de utilidade, laboratórios de P&D e bancos de investimento. Estes componentes formam um sistema porque estão sob controle central e interagem funcionalmente de modo a cumprir a meta do sistema ou contribuir para o seu produto” (Hughes, 1988, p14).

Algumas observações podem ser feitas já aqui sobre estas três correntes da ‘Nova Sociologia da Tecnologia’. Primeiramente, os argumentos utilizados são fortemente influenciados por idéias pós-modernas. De acordo com elas, ciência e tecnologia são vistas como atividades correlatas que interagem uma com a outra. Argumenta-se que o ‘político’ e o ‘econômico’ podem ser considerados como diferentes

culturas, ligadas e entrelaçadas, do mesmo modo que a própria ciência e tecnologia. Portanto, todas estas disciplinas, categorias ou fatores são tomados como diferentes tipos de cultura, entrelaçados e interagindo uns com os outros, não fazendo diferença se são considerados como parte da lógica ‘interna’ da ciência, ou da dinâmica ‘externa’ do contexto. Hughes chega a sugerir que tais categorias analíticas deveriam ter seu uso restringido, caso dificultem a compreensão das múltiplas ‘interconexões’ presentes no ‘todo’. Aliás, estes últimos termos se tornam os conceitos-chave, e ‘sistema’ ou ‘rede’ é a metáfora utilizada para expressar tal concepção holística das entidades interconectadas.

Em segundo lugar, o modo ‘interativo’ de examinar a tecnologia busca de fato integrar os fatores sociais ‘externos’, bem como responder de maneira mais precisa como eles estão relacionados com as características ‘internas’ do conhecimento técnico e da tecnologia. Assim, os agentes locais – cientistas e engenheiros, ou profissionais heterogêneos –, que tendiam a aparecer nas abordagens externalistas predominantemente como mediadores passivos de demandas sociais e restrições técnicas, tornam-se nestas abordagens os agentes principais. São eles que lidam, nas suas atividades ‘tecnológicas’ diárias, tanto com os fatores ‘internos’ – as características científicas e técnicas do artefato em desenvolvimento –, quanto com os fatores ‘externos’ – o contexto social e técnico circundante. Para tais agentes, todos os fatores se apresentam como se fossem peças ou elementos que podem ser transformados, ou “traduzidos”, e interligados para formar um sistema ou rede e, assim, gerar o artefato tecnológico. O ponto de vista da análise é, portanto, o de quem está no centro do desenvolvimento de certa tecnologia. Creio que é por causa disso que Edge sugere classificar o modo ‘interativo’ de Hughes como perspectiva ‘internalista’.

Em terceiro lugar, por causa da ênfase no papel dos cientistas e engenheiros, as abordagens ‘internalistas’ tendem a menosprezar fatores sociais externos que não estejam diretamente relacionados, no nível local, com a moldagem da tecnologia, sem perceber que tais fatores podem influenciar as condições externas mais amplas dentro das quais as atividades locais são desenvolvidas. Essa é uma observação que pretendo desenvolver até o final do capítulo, esperando demonstrar a necessidade de um meio

termo entre a perspectiva ‘externalista’ e a ‘internalista’, que supere suas limitações sem, no entanto, desprezar suas várias contribuições.

Para tornar mais claras as idéias das abordagens ‘internalistas’ e das observações feitas acima, examinaremos mais detidamente outro estudo de caso, o do carro elétrico francês (Callon, 1986, 1987). Este autor, usando uma abordagem de rede particular, descreve a emergência e o fracasso do projeto francês de um carro elétrico durante a década de 70. O caso ilustra bem o modo ‘interativo’ de Hughes, na medida em que a abordagem de Callon é radical e contrasta nitidamente com as abordagens ‘externalistas’ de Edge, servindo como base para uma crítica posterior às abordagens ‘internalistas’ menos radicais.

II.5.c - O caso do carro elétrico francês

A história começa em 1973, quando a empresa estatal ‘Companhia Elétrica Francesa’ (EDF) apresentou publicamente o projeto do carro elétrico francês (VEL). Callon analisa este projeto, que descrevia as características técnicas do novo carro e o universo social em que funcionaria. Ele demonstra que o plano da EDF projetava um cenário de toda a sociedade, seus consumidores urbanos num período pós-industrial que estavam engajados em novos movimentos sociais alternativos. Isto é, o projeto da EDF englobava uma série de fatores sociais e técnicos.

A par disso, o plano da EDF definia de modo preciso os papéis de várias organizações, tais como os fabricantes que seriam responsáveis pela construção do VEL, e diversos elementos técnicos que seriam necessários para a montagem do carro elétrico. Por exemplo, a Renault construiria o chassi e a carroceria do carro; a ‘Companhia Elétrica Geral’ (CGE) construiria o motor, aperfeiçoaria os acumuladores de chumbo e desenvolveria a segunda geração de baterias. Por outro lado, Ministérios adotariam regras e leis favoráveis ao VEL e subsidiariam estados e municípios interessados na tração elétrica. Companhias que controlavam sistemas de transporte cooperariam com cientistas e centros de pesquisas. Portanto, a EDF “ligava as funções destes papéis ao construir um mundo onde cada um tem o seu devido lugar” (Callon,

1986, p22). Indo além, tal plano definia papéis também para os dispositivos técnicos, ou as ‘entidades não-humanas’. Três deles eram essenciais: os acumuladores de zinco/ ar, os acumuladores de chumbo e as células combustíveis, com uma série de elementos associados, como catalisadores, elétrons, etc. Todas estas entidades eram definidas no plano da EDF de modo a funcionarem adequadamente e interagirem de forma harmoniosa.

Callon analisa então os esforços da EDF, o ‘porta-voz’ da rede do VEL, que lutava para traduzir, estabelecer e firmar interesses, identidades, papéis, práticas, descrições, investimentos, objetivos, comportamentos, etc, em cada uma das entidades heterogêneas, fossem elas atores humanos ou não-humanos. Esta tarefa complexa era realizada por meio: a) da transformação ou ‘tradução’ (de interesses, papéis, etc); b) do estabelecimento de organizações, equipamentos, planos, etc, como ‘pontos obrigatórios de passagem’ para o desenvolvimento do VEL; c) e da estabilização das entidades na rede, efetuada através do ‘fluxo’ (displacement) de textos científicos, documentos legais, dinheiro, pessoas, qualificações e produtos materiais que se associam com outras entidades, permitindo sua interação à distância.

Assim, a explicação sobre o desenvolvimento do projeto do VEL centraliza sua atenção sobre os *mecanismos* que tornavam mais fortes ou mais fracas as ‘traduções’ e ‘ligações’ entre as entidades heterogêneas na rede que desenvolvia o projeto. Entre estes mecanismos estão: o estabelecimento de ‘pontos obrigatórios de passagem’, ‘fluxos’ de intermediários e ‘durabilidade’. Em artigo posterior, Callon analisa uma série de outros mecanismos, tais como ‘alinhamento’, ‘coordenação’, ‘robustez’ de intermediários, ‘convergência’, ‘treinamento’ e ‘irreversibilização’ (Callon, 1992). A argumentação explicativa de Callon para o processo se concentra basicamente na seguinte idéia: quanto mais fortes fossem as ligações das entidades na rede, mais bem sucedido seria o projeto do VEL, e vice versa. Portanto, de acordo com a abordagem ator-rede de Callon, o projeto do carro elétrico francês teria fracassado porque as ‘traduções’ e as ‘ligações’ entre os vários elementos heterogêneos da rede, firmadas pela EDF por meio de diversos mecanismos, não se fortaleceram o suficiente para se tornarem irreversíveis e, assim, viabilizarem o projeto.

Como já foi dito, a maior contribuição deste tipo de abordagem é a de ter focalizado o papel central desempenhado pelos agentes locais da área científica/tecnológica – no caso, cientistas, engenheiros e administradores das empresas envolvidas e do Governo francês. A metáfora da ‘rede’ ou ‘ator-rede’ se mostra bastante apropriada, porque o conjunto de relações entre os diversos elementos técnicos e sociais é construído de modo gradual e toma forma semelhante a de uma rede física, onde cada um dos elementos se conecta com vários outros. Não há dúvida de que a ênfase da abordagem recai sobre o papel dos agentes locais da área científica/tecnológica. São estes que “fazem e acontecem”, construindo a rede de relações entre fatores técnicos e sociais, buscando fortalecê-la e torná-la irreversível, de modo a assegurar o sucesso do projeto tecnológico.

A principal fraqueza da abordagem é de não levar em conta de maneira mais adequada o outro lado da história – o papel dos fatores ‘externos’ mais amplos que formavam o contexto social e técnico do projeto do VEL. Estes fatores não eram consequências do projeto, já existiam antes e obedeciam a dinâmicas próprias. Entre eles estão, com certeza, o sistema econômico capitalista, a crise do petróleo de 1973, que afetou o mercado mundial, e as reações subsequentes dos países afetados. Além disso, houve a crise do ‘fordismo’ do final da década de 60 que atravessou toda a década de 70 e desencadeou um processo bastante complexo de flexibilização das relações de trabalho e modernização da produção industrial, na qual a indústria de automóveis tinha grande peso. Callon sequer menciona a influência essencial destes fatores contextuais sobre o projeto do VEL. A bem da verdade, ele leva em conta alguns fatores contextuais, restringindo-se porém àqueles que são diretamente acoplados aos eventos do projeto do VEL. Por exemplo, as idéias do motor a combustão como o fruto final de uma civilização industrial, como responsáveis pela poluição do ar, pelo barulho que inferniza as cidades, e como símbolo da sociedade de consumo e desperdício, que Callon descreve minuciosamente, fizeram parte do clima político do início da década de 70. O analista poderia muito bem levantar a suspeita de que o projeto do VEL tivesse sido influenciado por aquele clima cultural e de que a crise do petróleo de 1973 tivesse propiciado o momento oportuno para seu lançamento. Estranhamente, porém, a análise

de Callon faz o contrário, deduzindo o clima cultural daqueles anos a partir do projeto da EDF, como se este fosse o principal responsável pelos movimentos políticos alternativos. O plano do carro teria criado aquele clima e os tecnólogos teriam construído uma sociedade alternativa, com o projeto. (citação aqui) Ora, tal interpretação é insustentável. Na melhor das hipóteses, o projeto do VEL e os seus promotores poderiam ter sido ativos participantes na conturbada França dos anos subsequentes a 68, e o grau de sua participação poderia ser comprovado empiricamente.

O que explica esta tentativa de visualizar o movimento político cultural da França de 68 em conjunto com o projeto do VEL é o argumento de que os dois eventos tinham dinâmicas diretamente acopladas. A hipótese assumida neste argumento é de que ‘a sociedade e a tecnologia evoluem *simultaneamente*’ (Callon, 1986, p??), minha ênfase). Como ele também assume que é no nível local que se moldam os fatores técnicos e sociais, então estes últimos teriam sido moldados pelos cientistas e engenheiros da EDF, pois foram eles que projetaram um dos meios técnicos para a efetivação de uma sociedade alternativa – o carro elétrico. Creio que já é possível perceber que há algo de equivocado nesta concepção de evolução simultânea dos fatores sociais e técnicos. Vejamos, passo a passo, como surge e se desenvolve o argumento em questão.

II.5.d - Limitações da abordagem de rede

A principal limitação da abordagem de Callon se encontra, como se pode perceber no caso acima, no papel superdimensionado que ela termina por emprestar aos agentes ‘heterogêneos’. A principal consequência disso é que os processos sociais que influenciam o contexto mais amplo, mas não estejam diretamente ligados ao processo específico de geração tecnológica, terminam por ser, ou ignorados – as crises do petróleo e do fordismo, por exemplo –, ou acoplados de forma reducionista à dinâmica particular da construção tecnológica – o clima político cultural da França pós 68, por exemplo.

Esta limitação do enfoque de Callon está ligada à forma como ele concebe a evolução *simultânea* da sociedade e da tecnologia, entendida de forma equivocada como ‘acoplamento direto’ entre processos sociais que ocorrem em paralelo. Em outras palavras, existem na sociedade atividades e processos sociais mais relacionados com o desenvolvimento de tecnologias e outros que não se envolvem diretamente com elas. Claro está que ambos os tipos de processos sociais podem se influenciar mutuamente, porém tal moldagem recíproca não significa que os diferentes processos estejam acoplados a uma única dinâmica social. Uma hipótese essencial, assumida pela maioria dos sociólogos, é a de que existe na sociedade uma divisão de trabalho das atividades humanas, com espaços e tempos diferentes, onde ocorrem dinâmicas sociais distintas, com distintos atores relevantes e distintas regras de jogo. A abordagem de Callon tende a menosprezar esta hipótese e considerar diferentes atividades sociais como estando interconectadas holisticamente, no espaço e no tempo.

A tese assumida por Callon – de que a sociedade e a tecnologia evoluem simultaneamente – significa, como Hughes observa, que os fatores sociais e técnicos interagem entre si, isto é, o contexto social e o conteúdo técnico evoluem e se transformam num processo simultâneo. Também significa que tais fatores e as atividades heterogêneas dos cientistas e engenheiros se moldam mutuamente. Neste sentido, estes agentes de fato contribuem, ao moldarem tecnologias, para a construção e reconstrução da sociedade. A perspectiva ‘internalista’, de um modo geral, demonstra acertadamente que fatores sociais diversos não somente moldam o projeto e o artefato tecnológico, mas também sofrem alterações, ou seja, aqueles fatores sociais são, por vezes, efetivamente moldados pelas atividades dos cientistas e engenheiros. Não por acaso tem esse título o livro “Moldando Tecnologias/ Construindo a Sociedade” (Shaping Technology/ Building Society) (Bijker & Law, 1992), que apresenta vários artigos nesta linha de análise ‘internalista’.

Ocorre, no entanto, que há um desequilíbrio nesta moldagem recíproca, pois Callon põe ênfase maior na ação dos agentes heterogêneos sobre os fatores sociais e técnicos. A dinâmica inversa tende a ser subestimada. Assim, ele negligencia a inserção dos agentes da inovação no contexto social e histórico maior. Em outras palavras,

existem na sociedade vários outros processos sociais, não diretamente acoplados com o processo de inovação mas que, apesar disso, contribuem decisivamente para moldar o contexto maior onde ocorre o desenvolvimento tecnológico, por exemplo, repetindo mais uma vez, o sistema capitalista, as crises do petróleo e do fordismo, e o clima político/ cultural da França. Estes fatores contribuíram para estabelecer o contexto maior dentro do qual o projeto do carro elétrico francês foi desenvolvido, mas ao mesmo tempo tinham relativa autonomia em relação ao processo mesmo de desenvolvimento do carro elétrico. Ora, estes processos sociais, o contexto ‘externo’ ao projeto, precisam fazer parte das explicações sobre o projeto e o desenvolvimento do artefato, não apenas como elementos que podem ser relativamente transformados pelos cientistas e engenheiros mas, também, como fatores moldadores, cruciais, das atividades destes agentes heterogêneos.

A lição que podemos extrair desta análise particular de Callon, é de que devemos considerar de maneira mais apropriada os fatores técnicos e processos sociais mais amplos que constituem o contexto externo do projeto, e examinar como eles contribuem para moldar o trabalho de inovação dos cientistas e engenheiros no nível local. Isto não significa, porém, voltar à concepção anterior em que os agentes locais apareciam como mediadores passivos de demandas sociais e restrições técnicas.

Uma hipótese promissora, proposta por Callon e Law, que permite desacoplar processos sociais interrelacionados, mas distintos, e admitir suas autonomias relativas, é a inclusão da distinção entre rede global e local (Callon & Law, 1989, 1992). Na primeira rede, a global, se encontram os agentes relevantes, não ligados diretamente ao processo de criação do artefato, mas que emprestam apoio, econômico ou político por exemplo, decisivo ao projeto tecnológico e, com isso, abrem um ‘espaço de negociação’ para a possível formação de uma rede local, que é então constituída pelos agentes da inovação. É interessante observar que, com esta simples modificação, a abordagem de rede torna-se capaz de visualizar os fatores e processos sociais mais amplos e examinar o papel de seus agentes. Vejamos como isto ocorre retomando o caso do caça aéreo britânico (Law, 1988, p44-69; Callon & Law, 1992, p21-52), descrito de forma resumida no primeiro capítulo.

II.5.e - O caso do caça aéreo britânico

O projeto do caça aéreo britânico nasceu formalmente na Agência de Requerimentos Operacionais da Força Aérea Britânica (Royal Air Force, doravante RAF) no fim dos anos 50, tendo sido cancelado em 1965 pelo novo Governo trabalhista pouco tempo após ele assumir o poder. Nas palavras de Callon e Law, “é a história de um grande projeto tecnológico militar que fracassou” (Callon & Law, 1992, p22).

Callon e Law descrevem como o projeto do caça aéreo, cujo nome era TSR.2 (caça tático e de reconhecimento), foi concebido no curso de um conjunto de negociações com ‘atores vizinhos’. Seus promotores procuraram, inicialmente, dar ao projeto uma forma que lhe permitisse a sobrevivência. O processo de negociação se instaurou quando a Agência de Requerimentos Operacionais editou um documento, o ‘requerimento operacional geral nº 399’ (GOR 399), e o Ministério da Indústria (Supply) iniciou uma política de racionalização da indústria aérea. A par disso, o Ministério da Defesa havia publicado um documento oficial (Defense White Paper), onde se pronunciava em favor de uma política de dissuasão nuclear e declarava a necessidade de mísseis balísticos de retaliação, eliminando, assim, a hipótese de apoio à construção de aviões bombardeiros.

Ao Ministério do Tesouro (ou da Fazenda) interessava que o produto final fosse barato. Na realidade, o órgão tendia a duvidar da necessidade de qualquer tipo de avião. Assim, o projeto deveria produzir apenas um tipo de avião, e isto significava que o caça deveria ser muito versátil e servir para todos os fins militares, comportando nele todas as características desejadas. Entre elas, estavam uma grande autonomia de vôo, pouso e decolagem vertical, velocidade supersônica e possibilidade de abastecimento de combustível em pleno vôo. Quanto ao Ministério da Marinha, este estava interessado em outro avião tático, o ‘Buccaneer’, e tentava persuadir a RAF a adquirir também o seu avião favorito, o que lhe traria vantagens, pois a Marinha poderia baixar os custos de produção deste outro avião. No entanto, o documento oficial, GOR 399, era bem claro: o projeto descrevia um avião grande, supersônico, caça de precisão e de grande

autonomia. Bastante diferente do Buccaneer. Isto significava que as ações da Marinha precisavam ser neutralizadas para não prejudicar o projeto. Por seu lado, o Ministério da Indústria estava interessado em que o projeto servisse ao seu propósito de racionalizar a indústria britânica de aviões, pois considerava que havia empresas demais no setor.

O projeto do TSR.2 possuía alto grau de ‘flexibilidade interpretativa’. Assim: para a Defesa e RAF o avião não representava um bombardeiro, mas um caça tático e de reconhecimento; para o Tesouro era um equipamento militar apenas razoavelmente barato; para a Marinha um competidor (bem sucedido) do seu Buccaneer; e para o Ministério da Indústria representava um instrumento de política industrial. Além disso, de acordo com a análise, o projeto e os atores vizinhos eram vistos como ‘objetos’ relativamente simples por cada um dos atores institucionais. Esta simplificação recíproca apresenta, de acordo com Callon e Law, algumas consequências:

- 1) o projeto podia ser tratado como uma série de transações (políticas, econômicas, técnicas, etc);
- 2) as transações podiam ser analisadas como uma troca de ‘intermediários’, responsáveis pela estabilização das transações. Entre eles, estavam dinheiro, prestígio político, características técnicas, peças intermediárias produzidas, conhecimento especializado, o equipamento final, etc.
- 3) tais transações poderiam moldar não somente o projeto mas os próprios atores, locais ou globais, e seus interesses.

Como Callon e Law observam, “Em 1957, o Ministério da Defesa não “sabia” que precisava de um avião TSR. Sabia somente que não precisava de um avião bombardeiro estratégico para substituir os bombardeiros V, porque os mísseis balísticos iriam cumprir este papel. No processo de interação com a Agência de Requerimentos Operacionais, o ministério foi persuadido ou se tornou consciente de seu interesse pelo avião TSR.” (op.cit., p25). Quanto à indústria de aviões, no início ela estava interessada apenas na assinatura de novos contratos. No curso das negociações e transações em torno do projeto, porém, as empresas do setor, inicialmente rivais, tornaram-se ativamente interessadas em sua própria fusão. Assim, como enfatizam Callon e Law,

“tão profundo foi este processo no caso, que elas [empresas] não foram simplesmente re-moldadas – e sim transformadas em novos atores, de pleno direito” (op.cit., p25).

Por outro lado, os interesses da Marinha não foram moldados pelo projeto do avião. Ela desejava expressamente que ele fosse cancelado. Mas, devido ao apoio de outros atores-chave globais o projeto foi adiante. “Neste caso, jogos de poder e estratégias burocráticas agiram para moldar o Ministério da Marinha. A neutralidade do Ministério do Tesouro foi assegurada em parte por meios semelhantes.” (ibid, p25).

No decorrer da análise, Callon e Law ressaltam a visão do processo como uma moldagem recíproca, na medida em que os atores não são simplesmente moldados pelas redes em que estão localizados, mas também influenciam os atores com quem interagem, já que eles mesmos estão localizados na rede global e são também moldados por ela. Os autores argumentam que esta visão “destrói uma distinção abstrata, comum nas ciências sociais, entre ator (determinado) e estrutura (determinante), ou entre conteúdo e contexto. A vizinhança de fato molda novos atores quando inicia transações com eles, mas ela, por sua vez, também é moldada pelas novas circunstâncias.” (op.cit., p26).

No início, os promotores do projeto buscaram fortalecê-lo esmiuçando suas idéias e características, pois precisavam convencer o Tesouro de que um consórcio de empresas seria capaz de produzir o caça proposto, com as características desejadas, dentro do orçamento e prazo estabelecidos. Iniciaram então a formação da equipe de projetistas, cientistas e administradores, a elaboração das características técnicas do avião, bem como a definição das empresas a serem contratadas e dos cronogramas de trabalho. Em outras palavras, “eles começaram a mobilizar atores no que podemos chamar de rede local.” (op.cit., p26).

Após a seleção de duas empresas – ‘Vickers’ e ‘English Electric’ – que haviam apresentado os dois melhores projetos entre nove submetidos ao processo de escolha, os promotores do projeto iniciaram de fato a construção da rede local, em 1959. A partir daí, a análise é parecida com aquela realizada por Callon no caso do carro elétrico: os

cientistas, engenheiros e gerentes buscaram “traduzir”, juntar, firmar e estabilizar elementos técnicos e sociais no projeto, de modo a fortalecer a rede local e, com isso, possibilitar a produção do artefato dentro do orçamento e do prazo estipulados. Mas há aqui uma diferença importante: a rede local tinha que cultivar boas relações com a rede global, de modo a manter o seu precioso apoio. Isto implicava que a rede local deveria produzir resultados, os ‘intermediários’ na linguagem da abordagem, que satisfizessem à rede global.

Os autores analisam então as dificuldades técnicas de transformar os planos das duas empresas escolhidas em um só projeto e, ao mesmo tempo, os problemas para a manutenção de boas relações entre as duas redes. Um deles se relacionava com a gestão do projeto. De acordo com o Ministério da Indústria, ela deveria ficar sob o controle de uma organização central, responsável por todas as negociações e transações. Tal organização deveria se tornar um ‘ponto obrigatório de passagem’ entre a rede local e a global. Esse papel fora inicialmente reservado para a nova empresa – a ‘British Aircraft Corporation’ (BAC) –, surgida da fusão entre as duas empresas britânicas mencionadas acima. Porém, como atores da rede global tinham acesso direto aos da rede local e podiam tomar decisões que afetavam a estrutura da rede local, eles de fato interferiam na condução do projeto. Por exemplo, o Ministério da Indústria podia conceder contratos à revelia do BAC. Assim aconteceu com o contrato para desenvolver as turbinas do avião. Apesar da unanimidade da equipe técnica do projeto, cristalizada na posição oficial do BAC, que recomendava a empresa Rolls Royce para a produção das turbinas, o Ministério da Indústria tinha outra opinião, aparentemente derivada da preocupação em implementar sua política industrial e, assim, resolveu escolher outra empresa, a ‘Bristol Siddeley’. Em termos gerais, o BAC controlava apenas 30% do orçamento concedido para os gastos com o projeto. Outro exemplo: a RAF continuava a tomar decisões sobre detalhes técnicos do avião sem consultar o BAC e sua equipe, ou seja, ela aprimorava as especificações técnicas que desejava para o desempenho ideal do TSR.2. Como consequência, as empresas subcontratadas se dirigiam com frequência diretamente à RAF. As interferências externas levavam, por vezes, a mudanças nas especificações técnicas que já haviam sido fixadas. Não por acaso, portanto, foi tão demorado o processo de definição das especificações técnicas finais do avião.

Tal situação foi gradualmente provocando aumento gradual das desconfianças mútuas entre o BAC e o Ministério da Indústria, pois este achava que aquele estava falhando no seu papel de condutor do projeto. Ao mesmo tempo, o BAC se ressentia pelo fato do ministério não lhe permitir controlar os gastos do projeto. Em consequência, o BAC não conseguia agir como ‘ponto obrigatório de passagem’. Na realidade, as decisões cruciais sobre o avião eram realizadas por meio de um complexo comitê, onde participavam inúmeros representantes de várias organizações, nenhuma delas em posição de controlar todos os aspectos do projeto (op.cit., p31).

A criação da rede local apresentou inúmeros problemas técnicos, mas o principal deles se relacionava com a construção das turbinas do avião. À medida que a estrutura do avião ia sendo definida, foi ficando claro que a turbina deveria ter uma potência maior do que a inicialmente projetada. Com isto, surgiram problemas de superaquecimento das turbinas. Além disso, em dezembro de 62, uma turbina que estava em teste explodiu repentinamente. A causa, logo encontrada, estava no mau funcionamento do eixo do compressor de baixa pressão. Entretanto, os cientistas custaram a encontrar a razão para tal deficiência. A tentativa inicial de solução buscava apenas aumentar a espessura daquele eixo, com o objetivo de reforçar sua resistência. Isto conduziu, inadvertidamente, a nova série de explosões, até que, em meados de 1964, o problema foi enfim diagnosticado corretamente: “Em certas circunstâncias incomuns, o ar entre o eixo e sua vizinhança, sob alta pressão, começava a vibrar numa frequência que era a mesma da frequência de ressonância do eixo de compressão de baixa pressão. Quando isto ocorria, a turbina desintegrava-se rapidamente.” (op.cit., p34).

Em decorrência deste e de outros problemas técnicos, as empresas contratadas começaram a duvidar de que o avião pudesse ser de fato finalizado e produzido, principalmente porque sabiam da oposição ao projeto dentro do próprio governo. Elas procuravam se precaver para a possibilidade do cancelamento do projeto e, por isso, tentavam obter lucros a curto prazo, aumentando ainda mais os custos do projeto, que a esta altura já haviam praticamente duplicado. A reação das empresas prejudicava ainda

mais o andamento do projeto, fazendo aumentar o clima de insatisfação geral. Assim, em 1964, todos os atores da rede global tinham queixas: a RAF e a Defesa, porque não iriam adquirir os aviões antes de 65; o Tesouro não queria mais ouvir falar de aumento dos custos do projeto; e a Marinha via o dinheiro da Defesa ir cada vez mais para o execrado projeto. Em outras palavras, como Callon e Law ressaltam, a rede local “estava simplesmente falhando em fornecer para a rede global os intermediários que lhe haviam sido prometidos quando seus atores tinham dado sinal verde ao projeto” (op.cit., p36).

Estes problemas todos ampliaram os conflitos sobre a condução do projeto, trazendo-os para ‘uma arena mais ampla’. Novos atores entraram em cena na rede global, mais precisamente, no limitado grupo inicial de atores globais: a imprensa, a opinião pública e, mais importante, o Partido Trabalhista. Em outras palavras, os problemas surgidos transformaram o projeto do avião em tema de debate público e, a seguir, o clima político começou a solapar a sustentação do projeto. Para piorar a situação, o Governo britânico fracassou em sua tentativa de convencer a Força Aérea Australiana a adquirir os caças TSR.2. A Austrália optou pelo F111, um caça aéreo americano com características similares às do modelo britânico.

O projeto passou a depender então, crucialmente, do resultado de dois eventos iminentes. Um deles seria uma demonstração pública do avião. Isto ocorreu com sucesso em setembro de 1964, a dezoito dias das eleições gerais, quando o caça aéreo voou sem problemas na presença de grande público. E o outro, seriam as próprias eleições. A vitória dos conservadores provavelmente garantiria o futuro do projeto. Caso o Partido Trabalhista ganhasse, ele iria submetê-lo a uma reavaliação. O Partido Trabalhista foi vitorioso e, pouco mais tarde, o novo Governo decidia cancelar o projeto e adquirir os F111 americanos para a RAF.

Recapitulando, Callon e Law analisam como os promotores do projeto buscaram posicioná-lo na rede global, com o objetivo de obter tempo e recursos necessários para construir e manter a rede local. Eles examinam como a forma e as características do projeto foram influenciadas não apenas pelos esforços de seus cientistas, engenheiros e

gerentes, mas também pelos eventos e estratégias que moldaram a forma da rede global. Assim, eles rastreiam as estratégias e contingências que conduziram à criação de ambas as redes, global e local, seu desenrolar, e as ações dos seus agentes, locais e globais, quando buscavam moldar ambas as redes e controlar as relações entre elas. Descrevem, por fim, o colapso final do projeto, quando as relações entre as redes fugiram do controle. Em resumo, esta abordagem de rede examina a forma e o resultado de um projeto tecnológico focalizando a criação e manutenção de duas redes e a troca de intermediários entre elas.

II.5.f - O tecno-centrismo das abordagens ‘internalistas’

É importante observar que, na última abordagem examinada, busca-se levar em consideração os fatores técnicos e processos sociais mais amplos, que formavam o contexto externo do projeto, e como eles contribuíram para moldar o trabalho dos cientistas e engenheiros no nível local. E isto não implicou uma volta à concepção equivocada de agentes locais como mediadores passivos de demandas sociais e restrições técnicas. Ao contrário, como fica patente no caso acima, eles participaram ativamente de negociações ‘heterogêneas’ com diversos atores, inclusive os globais. Aliás, este é um dos pontos que deve ser ressaltado na versão modificada da abordagem de rede: o foco de atenção recai sobre as ‘negociações’ entre os atores das duas redes. Ou seja, os agentes das redes local e global podem ter interesses diversos e, assim, eles “enxergam” o projeto e negociam em torno dele de acordo com objetivos de sua área particular de atuação. É, sem dúvida, uma contribuição relevante para a teoria, que será aproveitada e desenvolvida mais adiante.

Há, contudo, uma questão importante que a abordagem de rede continua a não “enxergar” devidamente e que, aliás, por ser característica comum às abordagens ‘internalistas’, justifica a análise mais extensa realizada aqui sobre o caso do caça britânico. A questão é a da inserção dos grupos e agentes, locais e globais, nas regras e jogos da estrutura social. Os atores continuam sendo considerados, em geral de forma ambígua, como se não estivessem localizados nas estruturas sociais. Estas aparecem predominantemente como ilustrações históricas, e não como regras estruturadas, de

acordo com a área de atividades humanas – militar ou econômica, por exemplo –, que contribuem para moldar o comportamento dos atores locais e globais. Há que concordar com Russell, em sua crítica às abordagens ‘internalistas’, quando afirma que, “muito além da mera ‘identificação’ e ‘descrição’, os grupos precisam ser localizados e examinados no seu contexto estrutural e histórico” (Russell, 1986, p334). De modo similar, Hess critica: “Atores chegam às suas redes com histórias, e estas histórias estão incorporadas nas estruturas sociais mais duradouras que incluem patriarcalismo, racismo, colonialismo e dominação de classes.” (Hess, 1995, p53).

Mencionemos, por exemplo, a análise das decisões e dos documentos oficiais dos Ministérios da Defesa e do RAF, que não reportam o clima de anticomunismo e a política de guerra fria em que estavam inseridos na época. Tais documentos são apenas um ponto de partida da análise, já dado e pronto. Ora, a política de guerra fria e dissuasão nuclear fazia parte de um jogo maior que moldava o comportamento de inúmeros atores globais, e que se caracterizava por apresentar regras determinadas e uma dinâmica própria. Será que um exame mais detalhado deste contexto seria mesmo irrelevante para a análise do projeto? Outro exemplo: a decisão do Ministério da Indústria em escolher a empresa ‘British Sheddleley’ para produzir as turbinas do avião, opondo-se à decisão do BAC, estava relacionada, como foi sugerido, com sua política de reforma industrial do setor aéreo. Esta, por sua vez, possivelmente se relacionava com a política econômica do governo britânico e com a dinâmica do mercado nacional e internacional. Aquela decisão, portanto, está inserida no contexto destas políticas e de suas regras estruturais, relacionando-se ainda com jogos e estratégias conduzidos por seus atores relevantes. Parece claro que o papel deste contexto deveria ser analisado mais profundamente, pois ele exercia influência decisiva sobre as contingências e estratégias de alguns dos agentes globais que ajudavam a sustentar o projeto. Não se trata de analisar exaustivamente tal contexto, políticas e jogos, o que faria perder-se de vista o processo particular de construção tecnológica, mas ao contrário, de buscar verificar a inserção dos atores naquele contexto, para se entender seus interesses e estratégias com relação ao projeto do avião.

Um terceiro exemplo, exterior ao caso acima, são as ‘metas do sistema’ de Hughes – nascidas do sistema econômico, tal como lucro e eficiência produtiva, por exemplo – por ele consideradas como óbvias e dadas. Ora, estas metas são também uma construção social que evolui historicamente (ver Capítulo I), surgem de um processo particular de produção econômica – o sistema capitalista –, e reproduzem lógicas, jogos e comportamentos de agentes deste campo econômico. Tais fatores contribuem para formar o contexto ‘externo’ do projeto, por vezes decisivo para o seu futuro. Assim, não se pode subestimar, na análise das inovações tecnológicas, a forma como os agentes locais e globais estão posicionados no contexto econômico, vis-a-vis de sua estrutura e dinâmica particular.

Como já foi visto em relação à análise do carro elétrico feita por Callon, a tendência a subestimar a influência do contexto se origina da ênfase excessiva no papel dos agentes locais e agora – no caso do caça britânico – também dos atores globais que, embora sejam levados em consideração, também tendem a ser apresentados de forma descontextualizada. Esta tendência apresenta duas consequências principais. A primeira é que, devido à consideração deficiente do papel do contexto, tanto global como local, as regras e dinâmicas de processos sociais que não estão diretamente relacionados com o processo de construção tecnológica tendem a ser reduzidas à dinâmica deste último apenas. E a segunda é que, por causa desta tendência a menosprezar o contexto particular de atividades sociais distintas, a análise e explicação sobre as negociações e transações entre os agentes assumem formas simplistas.

No caso do caça britânico, no nível local, as negociações em torno da formação e funcionamento do comitê que controlava o projeto são mencionadas superficialmente, quando deveriam merecer uma análise bem mais aprofundada, uma vez que sua estrutura hierárquica e deliberativa era crucial para a definição e andamento do projeto. O fato da nova empresa aérea, o BAC, ter sido escolhida para controlar o projeto mas, ao mesmo tempo, ela somente controlar 30% dos gastos com o projeto revela, por si só, a existência de um conflito de poder, que não pode ser explicado sem uma consideração maior das estruturas políticas e econômicas em que os agentes globais, envolvidos com o projeto, estavam inseridos. Neste sentido, afirmar que o BAC falhou em se tornar um

‘ponto obrigatório de passagem’ descreve apenas superficialmente e termina por não elucidar o processo social que conduziu o projeto a esta falha.

Do mesmo modo, no nível global, as negociações dos promotores do projeto com a RAF, o Tesouro, a Marinha, o Ministério da Indústria, a Defesa em torno dos requisitos técnicos do projeto, seu controle, seus custos, dos interesses não atendidos da Marinha, da contribuição do projeto para a reforma da indústria aérea, atendendo mais, ou menos, aos interesses das companhias fabricantes e subcontratadas, em suma, todas as negociações em torno de aspectos do projeto que se relacionavam com diversos interesses dos agentes globais envolvidos deveriam ser analisadas – também – à luz dos princípios norteadores dos processos sociais que não tinham a ver diretamente com o processo de detalhamento e construção do caça aéreo. Ou seja, para se poder analisar devidamente aquelas negociações e transações, tais processos não podem ser menosprezados ou vistos como elementos ‘dados’, do contexto ‘exterior’, que passam a possuir, misteriosamente, maior ou menor flexibilidade para serem transformados pelos agentes locais da inovação.

Callon e Law parecem esquecer-se de que a ‘flexibilidade interpretativa’, que salientam corretamente, é fruto direto do fato dos atores participantes do projeto estarem envolvidos em outras atividades sociais, onde suas regras, jogos e objetivos costumam ser diferentes. O fato destas atividades não estarem diretamente ligadas ao processo de construção tecnológica não implica que devam ser subestimadas, uma vez que elas contribuem decisivamente para manter ou não a sustentação ao projeto. Assim, a ‘simplificação recíproca’ entre os atores não pode significar menosprezo ou simplificação dos diferentes contextos em que eles estão inseridos. Por exemplo, a reação da Marinha, que não fora moldada pelo projeto, passa a ser explicada então em termos de ‘jogos de poder e estratégias burocráticas que “agiram” para moldar seu comportamento’. Não há razão que justifique tal simplismo analítico.

Uma consequência desse simplismo reducionista é que a análise se torna incapaz de explicar certos fenômenos sociais, como o fato de que o projeto é manipulado dentro da lógica de outros processos sociais, sendo visto como recurso tático, por exemplo, ou

instrumento estratégico de políticas diversas. Nestes casos, Callon e Law são obrigados a apelar para explicações triviais e, por vezes, para as contingências imprevisíveis do contexto, quando na realidade pelo menos algumas delas poderiam ser melhor esclarecidas se a abordagem fosse capaz de “enxergar” processos sociais outros que não o de construção de redes tecnológicas. Ainda como consequência deste simplismo, mesmo procurando examinar as negociações dos atores globais e locais, a abordagem acaba não permitindo uma elucidação mais clara destas negociações pois, para tanto, ela precisaria focalizar também o processo social de “construir” objetivos militares, políticos e econômicos, etc, que não pode ser reduzido ao mesmo processo de ‘construir tecnologias’ – manipulando, juntando e estabilizando elementos técnicos e sociais numa rede que cria e sustenta a tecnologia.

A proposta de distinguir atores locais e globais com o objetivo de desacoplar processos sociais interrelacionados, mas distintos, é realizada de forma incompleta. Em outras palavras, a abordagem de rede modificada, apesar de realmente levar em conta os atores globais e suas estratégias, continua negligenciando sua inserção nas regras e jogos de processos sociais não diretamente ligados ao processo de construção tecnológica. E isto, infelizmente, não ocorre por acaso, faz parte da metodologia da abordagem, que visualiza os processos sociais da sociedade como se eles obedecessem à mesma dinâmica das atividades de construção tecnológica. Nos outros processos sociais, a metáfora ou metodologia de rede tende a empobrecer a análise. Por exemplo, a análise da ampliação dos conflitos em torno da condução do projeto do avião e do seu debate numa arena mais ampla, já próximo do seu fim, não se torna mais rica com a mera referência aos novos atores que entram em cena – a imprensa e o Partido Trabalhista –, e aos seus interesses declarados em relação ao projeto.

Parece claro, portanto, que esta é uma limitação real da abordagem de rede, na medida em que sua ênfase central continua sendo a construção da tecnologia, e que não considera devidamente os demais processos e jogos (no caso, da sociedade britânica), que se revelaram decisivos para o andamento do projeto. Como consequência desta limitação, a abordagem tende a se tornar ‘tecno-cêntrica’, pois situa o foco de análise excessivamente sobre a tecnologia, como se ela estivesse no centro de todas as

atividades sociais, quando na realidade o processo de construção de tecnologias é apenas uma das inúmeras atividades que produzem e reproduzem, diariamente, a sociedade.

II.5.g - Algumas conclusões sobre a perspectiva ‘internalista’

Uma importante contribuição das abordagens nascidas da Sociologia do Conhecimento Científico foi a de buscar integrar os fatores sociais e técnicos, e trazer o foco de análise para as atividades ‘heterogêneas’ de cientistas e engenheiros no processo de moldagem de tecnologias. São estes atores que mediatizam, não como coadjuvantes passivos, mas como participantes ativos, que manipulam, transformam e inserem os fatores sociais e técnicos em dado projeto e, assim, moldam as características técnicas do artefato em desenvolvimento, bem como as demandas e objetivos dos agentes da rede global mais diretamente envolvidos em dado projeto.

Neste sentido, é importante a consideração de que os cientistas e engenheiros negociam ativamente com atores de outras áreas da sociedade as características técnicas de um dado artefato. Isto significa que eles possuem certa autonomia e poder de barganha, pois detêm o conhecimento científico e técnico. Porém, não se pode esquecer que há outros agentes na sociedade, que podem ser fortes e entrar em conflitos entre si por motivos outros que não a tecnologia em questão, e que utilizam seu poder para barganhar seu precioso apoio financeiro e político com os cientistas, com frequência em consonância com sua posição naqueles conflitos. Por causa disso, é sumamente importante analisarmos estes outros processos e conflitos sociais.

Ao chamarem a atenção, corretamente, para o papel-chave desempenhado por cientistas, engenheiros e gerentes no campo científico/ tecnológico, isto é, ao reconhecerem e descreverem de forma detalhada seu trabalho heterogêneo, os enfoques ‘internalistas’ acabam tendendo inadvertidamente a superdimensionar o papel desses agentes. Assim, esses agentes não somente manipulariam elementos técnicos e sociais, inserindo-os nas tecnologias, como também construiriam e reconstruiriam a sociedade,

na medida em que lhes é atribuída, com frequência, a liderança principal no processo de moldagem da tecnologia e, por conseguinte, da própria sociedade.

Esta ênfase nas atividades dos profissionais heterogêneos se deve, como já foi mencionado, à forma desequilibrada como é concebida a moldagem recíproca entre os agentes e os fatores técnicos e sociais. A influência dos fatores contextuais, das regras da estrutura social é subestimada em favor do papel ativo dos agentes sociais como moldadores dos primeiros, especialmente os atores relacionados com o campo científico/ tecnológico, não importando para a análise se o ator é local ou global. A consequência disto é o reducionismo dos processos sociais particulares de outras atividades da sociedade, e resulta na desconsideração de dinâmicas sociais específicas de outras esferas da sociedade, como as esferas econômica e política. A análise de suas dinâmicas (quando estas são objeto de análise) é realizada sob o ponto de vista da ‘construção de tecnologias’, utilizando-se sem cerimônias ferramentas analíticas utilizadas no exame do campo científico/ tecnológico. Em resumo, o funcionamento de outras áreas da sociedade tende a ser acoplado de forma reducionista ao processo de geração de ciência e tecnologia.

Outra argumentação passível de crítica se relaciona com a visão do processo tecnológico como uma moldagem recíproca entre atores e suas redes, que é essencialmente correta. Porém, tal visão destrói apenas na *retórica* a distinção entre agente e seu contexto, ou entre as características da tecnologia e o contexto de sua moldagem. O fato de haver uma moldagem recíproca entre agentes locais e globais, o contexto técnico e social, e as características da tecnologia resultante, não significa na realidade que a distinção entre ‘interno’ e ‘externo’ perca sua importância analítica. Tanto isso é verdade que tal distinção reaparece na própria abordagem de Callon e Law, quando eles distinguem os atores ‘locais’ dos ‘globais’, bem como suas respectivas redes. Esta questão é relevante e será retomada no Capítulo III.

II.6 - O meio termo entre as duas perspectivas

Procurei identificar e mostrar neste capítulo, com a discussão das duas perspectivas de análise, que a lógica do processo social das atividades humanas no campo científico/ tecnológico não é a mesma de outros processos sociais desenvolvidos em outras áreas da sociedade. As regras institucionais destes vários processos, seus atores principais, suas estratégias e objetivos, não são os mesmos. Além disso, cada campo de atividade humana pode apresentar relativa autonomia em relação aos demais, e o grau desta autonomia pode ser determinado empiricamente (podendo haver casos de superposição). Ou, dito de outra maneira, cada processo social particular é relativamente dependente dos outros, e as causas do seu desenvolvimento dependem, em diferentes graus, tanto de sua dinâmica própria como da de outras esferas sociais. Se, por um lado, as atividades tecnológicas não devem ser reduzidas à lógica das atividades econômicas ou políticas – ao preço de alcançarmos uma descrição detalhada do contexto político e econômico e seus atores, porém sem a devida consideração do papel-chave de cientistas e engenheiros na moldagem da tecnologia –, por outro lado, as outras atividades humanas não devem ser reduzidas à lógica da atividade científica/ tecnológica. Neste caso, o risco é o empobrecimento da análise de processos sociais que já são extensamente estudados e explicados em outras áreas das ciências sociais.

Neste sentido, as atividades tecnológicas dos profissionais heterogêneos precisam ser, de alguma forma, melhor articuladas com as regras da estrutura social, tanto da área científica/ tecnológica quanto dos campos político e econômico, entre outros. Isso poderá permitir, defendo, uma visualização mais clara da influência da estrutura social, bem como do papel ativo de diversos agentes (entre os quais figuram os cientistas e engenheiros) nos processos de geração tecnológica. Ou seja, ainda é necessário encontrar uma maneira mais apropriada de considerar o papel das estruturas e agentes sociais ‘externos’ e sua contribuição na moldagem do trabalho ‘interno’ de inovação dos cientistas e engenheiros.

Toda essa discussão nos conduz, portanto, a conclusão de que é necessário uma combinação das duas perspectivas, bem como uma concepção analítica que seja capaz de lidar com a relativa autonomia das atividades humanas específicas, como as econômicas, políticas e científicas, entre outras. Gostaria de fazer recordar, porém, que

uma vez que se admite a relativa autonomia das diferentes atividades sociais, a problemática da ordenação e da importância relativa dos fatores sociais e técnicos retorna novamente com toda a força. Se podem existir várias atividades sociais relevantes para uma dada inovação tecnológica e uma delas pode vir a ser, dependendo do caso, a preponderante, como então fornecer uma explicação coerente para todas as possibilidades, em termos analíticos, que possa ir além da mera descrição histórica? Uma primeira resposta, intuitiva, poderia ser a de que os agentes de uma dessas áreas teriam, em um dado caso, maior visão futura ou poder de atuação que os de outras áreas. Creio que em parte a resposta se encontra nessa direção. Porém, estaria faltando explicar essa capacidade maior de visão e ação de certos agentes da inovação. Esse é o tema que tentarei abordar no próximo capítulo.