

Moldagem Social da Tecnologia

José Monserrat Neto

COPPE/ UFRJ – Programa de Engenharia de Sistemas e Computação
Ilha do Fundão - Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 21945-000

This paper shows that the study of technological impacts should be seen as an inherent part of the whole social process of technological development under the presumption that technological impacts are only a stage of the social and technical processes of developing and using new technologies. A broad approach called ‘Social Shaping of Technology’ is examined. It traces and unveils many social factors which, together with technical factors, contribute to define the form and content of technological changes and seeks to answer what is shaping the technological changes that are having these ‘effects’.

Technology, Social Shaping

I - Introdução

Antes de expor os contornos da abordagem geral “Moldagem Social da Tecnologia” (MOLD), creio necessário indicar algumas das principais referências do tema: a coletânea de artigos reunidos no livro intitulado ‘Social Shaping of Technology’ (MacKenzie & Wajcman, 1985), um clássico da literatura nesta área; o artigo com o mesmo título (Edge, 1995); e o artigo de revisão “Social Shaping Review: Research, Concepts and Findings in the UK” (Williams & Edge, 1992).

Um ponto de partida para apresentar esta abordagem é observar as limitações dos enfoques tradicionais de análise das mudanças tecnológicas. Por aí, pode-se avaliar o quanto estes enfoques são estreitos e insuficientes, pois eles implicam em determinismo tecnológico, assumem um modelo linear e simplista do processo de inovação, consagram a tendência de tratar a tecnologia como dada – “caixa preta” – e expressam preocupação excessiva, senão exclusiva, com os chamados “impactos tecnológicos” de trajetórias técnicas que já estariam previamente determinadas.

Tradicionalmente, a pesquisa social sobre a tecnologia sempre tendeu a focar os “efeitos da tecnologia sobre a sociedade”, seus “impactos”, suas “implicações”, etc. Se, por um lado, a importância da análise desses impactos é indubitável, por outro, as hipóteses sobre as quais repousa a visão tradicional podem e devem ser objeto de crítica. Pois, deixando de formular uma questão básica (e, portanto, de respondê-la) – “o que molda a mudança tecnológica que está tendo impactos?” (Edge, 1995, p15) –, o enfoque tradicional nos dá um retrato incompleto sobre a mudança tecnológica que busca esclarecer.

A visão tradicional reflete a “crença largamente difundida, e frequentemente referida como ‘determinismo tecnológico’, de que a mudança técnica é a causa primária da mudança social e de que inovações técnicas ‘não-são-causadas’ e surgiriam como resultado de lógica intrínseca, desencarnada e impessoal, longe de quaisquer influências sociais.” (op. cit., p14). Fatores humanos e sociais apenas mediatizam o processo “natural” da evolução tecnológica e podem, quando muito, controlar a velocidade com que os processos de inovação ocorrem, cuja essência é vista como inevitável. A ênfase das pesquisas realizadas sob este prisma, bem como de políticas tecnológicas a partir daí concebidas, concentra-se nas tentativas de

prever as consequências da evolução tecnológica, de modo a se poder aproveitar suas oportunidades e, ao mesmo tempo, reduzir seus eventuais e inevitáveis efeitos negativos.

Exemplo marcante deste tipo de visão são as análises futurísticas sobre os impactos do ‘microchip’ sobre a sociedade – tais como as de Adam Schaff (1985) e Large, citado por MacKenzie & Wajcman (op.cit., p5), entre outras. Em tais análises, a revolução da microeletrônica está causando a emergência de nova forma de sociedade. Seremos forçados a mudar nossas idéias sobre o trabalho e o lazer à medida que o ‘chip’ for eliminando milhões de empregos. A relação assumida é direta: ‘chip’ causa desemprego. Admitem-se alternativas. Podemos escolher entre uma sociedade onde todos trabalham, mas com carga horária reduzida, ou uma sociedade com pequena elite trabalhando em tempo integral e grande massa de desempregados permanentes. Entretanto, as opções são limitadas, e limitadas pela nova tecnologia – o ‘chip’.

Em contraste, a MOLD procura ‘abrir as caixas pretas’ e desvendar as origens da tecnologia. A abordagem chama a atenção para a flexibilidade do processo de inovação e para o grau em que ‘escolhas’ e ‘feed-backs’ são endêmicos ao processo. A relação entre tecnologia e sociedade assume a forma de processo iterativo e recursivo, onde causas e efeitos estão inter-relacionados de modo complexo (Edge, 1995, p15). A questão do efeito do ‘chip’ sobre o emprego não pode ser formulada de modo simplista. Não se trata de mero cálculo sobre o número de empregos que poderiam ser automatizados pelas novas tecnologias de informação. Para relacionar o ‘chip’ com o problema do emprego, o pesquisador precisa conhecer os diferentes graus de adoção e difusão do ‘chip’ em distintos locais, a natureza das indústrias que produzem e utilizam a tecnologia de computadores, os efeitos globais e indiretos na criação e eliminação de empregos, o papel dos sindicatos, de políticas governamentais e de movimentos sociais, as interações entre todas estas dinâmicas em determinado país e suas relações com o que ocorre em outros países, o crescimento ou declínio econômico do país, bem como os padrões de mudança na economia mundial (MacKenzie & Wajcman, 1985, p6). É este o processo que a MOLD busca elucidar.

II - Tecnologia: seus significados e efeitos

Embora o termo ‘tecnologia’ expresse uma idéia familiar no dia a dia, sua definição precisa não se revela tão evidente. Sua fronteira com a ciência nem sempre é clara, e sua definição tem mudado com o tempo. Hoje em dia esse termo apresenta pelo menos três significados importantes (MacKenzie e Wajcman, op.cit., p3):

1. no nível mais básico, tecnologia se refere aos *objetos físicos*, como carros, televisões, construções civis, computadores, satélites, etc;
2. mas todos estes objetos só são o que são porque fazem parte de um conjunto de *atividades humanas*, no trabalho e fora dele. Tecnologia se refere, então, às atividades de produção e utilização destes objetos.
3. mas estas atividades sociais que as pessoas realizam diariamente só são possíveis porque elas têm *conhecimento* sobre a produção e utilização daqueles objetos. “Objetos tecnológicos não têm sentido sem o ‘know-how’ sobre como usá-los, consertá-los, projetá-los e produzi-los” (op.cit., p3).

Em qualquer um destes sentidos, a tecnologia foi vista no passado como fator independente que teria efeitos inevitáveis sobre a sociedade. Contra este tipo de visão, a MOLD busca esclarecer o que dá origem à tecnologia que está tendo impacto. A tecnologia, em si, não provoca impactos pré-determinados. Ela apenas abre possibilidades para a sociedade, que pode ou não adotar esta ou aquela tecnologia.

Um caso atual são as tentativas de substituir a fita cassete e o CD a raio laser por tecnologias mais avançadas (The Economist, setembro 1996, Nº 7985, p100). Alternativas não faltaram. Em 1987, cinco anos após o bem sucedido lançamento da tecnologia do CD pela Sony e Philips, as mesmas empresas lançaram o DAT (fita digital de áudio). Este era

superior. Tinha qualidade digital e permitia gravações de música pelo próprio usuário. Mas foi um fracasso comercial. A causa teria sido o boicote das companhias gravadoras que temiam um aumento de cópias piratas. Tal problema, no entanto, sempre existiu com as fitas comuns, e o CD, quando lançado, também fora inicialmente boicotado pelas mesmas gravadoras. Em 1992, a Philips introduziu o DCC (fita digital compacta) com maior capacidade de estocagem, e com a vantagem de que os novos aparelhos permitiam o uso de fitas normais. A Sony, por sua vez, lançou o ‘mini disco’ que permitia ao usuário realizar suas próprias gravações. Foram mais dois fracassos comerciais. Entre as razões, estão a necessidade do usuário comprar aparelhos específicos, o receio das gravadoras e a reação dos consumidores não vendo nas alternativas oferecidas vantagem suficiente para o esforço de trocar o “velho e cômodo” CD por novo tipo de tecnologia. Em 1996, foi lançado o DVD (disco digital versátil) com características muito superiores às do CD convencional. O articulista da revista se pergunta então: será que o CD encontrou finalmente um rival a altura que irá substituí-lo dentro em breve? Talvez sim, pois, de fato, o DVD apresenta vantagens técnicas bem superiores, permitindo comportar nada menos que 25 vezes mais músicas do que o CD convencional. Mas, talvez não, pois quem sabe, afinal, se é isso o que os consumidores realmente querem? Portanto, é necessário analisar as condições mais amplas que influenciam a adoção de certa tecnologia e, assim, seus impactos sobre a sociedade. MacKenzie e Wajcman comentam que “torna-se difícil admitir que a tecnologia deva ser distinguida com atenção especial, quando, na verdade, ela deveria ser tratada como uma condição entre outras” (op.cit., p6).

Por outro lado, o fato de a tecnologia em si não provocar impactos pré-determinados não significa que ela não possa causar, em certas situações, efeitos planejados de antemão. Não é verdade que a tecnologia seja neutra e que tudo depende do modo de utilizá-la. Ela pode embutir em seu projeto determinada configuração que transforma suas características técnicas em instrumentos inerentemente políticos e, com isso, abrir certas opções estratégicas para alguns grupos sociais e/ou eliminá-las para outros. Bom exemplo, neste sentido, são as usinas nucleares que produzem eletricidade. Suas opções técnicas sempre giraram em torno de desígnios militares com vistas à obtenção de produtos intermediários, como plutônio e urânio enriquecido, para a produção de armas nucleares.

Outro caso é o da ponte de ‘Long Island’, construída em Nova York (Winner, 1985, p28-38). Sua altura máxima, nos vãos de sustentação construídos sobre a pista, de apenas 2,70 metros, é muito baixa e impede a passagem de ônibus e caminhões. Só passam carros de passeio. Por mais estranho que pareça, não se trata de erro de projeto ou limitação da tecnologia existente na época. Robert Moses, o engenheiro responsável pela solução “técnica”, tinha como objetivo deliberado impedir que pessoas negras e pobres que viajavam de ônibus chegassem aos locais de recreação dos brancos ricos ou de classe média que tinham, evidentemente, carros de passeio. Um ‘efeito social’ premeditado – a discriminação de negros e pobres – foi fator determinante nesta obra de engenharia civil.

III - Fatores que influenciam a moldagem da tecnologia

Vejam, a seguir, as influências técnicas e sociais, que, de um modo ou de outro, contribuem para moldar as inovações tecnológicas.

III.a - Ciência

O avanço científico é dos fatores que logo vem à mente de quem se detém a refletir sobre o que contribui para a geração tecnológica. Intuitivamente, podemos pensar até que a tecnologia é simplesmente a aplicação da ciência. No entanto, durante muito tempo a ciência esteve divorciada dos inventos técnicos. O moinho, o arado, a máquina de fiar e a máquina a vapor representaram inventos cruciais para a humanidade. Nenhum deles, porém, representou aplicação da ciência pré-existente. Foi neste século que as atividades científicas e tecnológicas se aproximaram mais entre si. Hoje, elas têm forte influência recíproca. Há

especializações disciplinares, como a simulação molecular de compostos orgânicos ou a decodificação do código genético, entre outras, que não existiriam sem as ferramentas computacionais. O fazer tecnológico, por sua vez, utiliza a ciência como fonte de recursos para ajudá-lo a resolver problemas e alcançar os objetivos propostos. Assim, o avanço científico é elemento de vital importância na geração tecnológica.

III.b - Tecnologia

A própria tecnologia não seria fator de moldagem de outras tecnologias? Os historiadores de ciência e tecnologia mostram que muitos inventos são, na verdade, pequenas mudanças de tecnologias já existentes (Hughes, 1983). Segundo eles, este fato ajuda a desmascarar a noção mistificada da inspiração súbita e genial dos grandes inventores. Muitos de seus inventos são, na realidade, a soma de inúmeros pequenos esforços em aprimorar artefatos já existentes ou em transferir o uso de técnicas bem sucedidas de uma área de aplicação para outras. A nova tecnologia surge em processo de alteração gradual e através de novas combinações da 'tecnologia existente'. Essa é "importante pré-condição para a nova tecnologia, pois fornece a base de instrumentos e técnicas que podem ser modificados, e representa conjunto rico de recursos intelectuais disponíveis para uso imaginativo em novas situações" (MacKenzie & Wajcman, 1985, p10).

Desta constatação brotam duas idéias: a de 'paradigma tecnológico' e a de 'sistema tecnológico'. A primeira foi criada por analogia com o conceito de 'paradigma científico' de Thomas Kuhn (1962). De acordo com MacKenzie e Wajcman, o paradigma científico do trabalho de Kuhn tem dois significados interrelacionados:

1. paradigma é "problema-solução particular" bem sucedido em certo campo científico, que se torna exemplar modelo, base para futuros desenvolvimentos;
2. paradigma é a constelação geral de crenças, valores e técnicas que são compartilhadas pelos membros de uma comunidade científica (op.cit., p11).

Como também ocorre na ciência, uma realização tecnológica tem papel crucial como modelo, como "paradigma tecnológico", a partir do qual se pode desenvolver novos artefatos. No campo da tecnologia dos mísseis, o míssil alemão V-2 desempenhou papel de modelo, com base no qual americanos e soviéticos desenvolveram seus próprios mísseis. A importância do modelo está no fato de que o conhecimento tecnológico precisa ser concretizado, não sendo possível reduzi-lo a um conjunto de regras verbais. O papel de um protótipo concreto representa recurso vital para seu desenvolvimento posterior.

A segunda idéia nasce da observação de que as novas tecnologias surgem não na forma de elementos isolados, mas sim como partes que integram um sistema de elementos técnicos e sociais, o 'sistema tecnológico' (Hughes, 1983). A necessidade de um elemento integrar-se ao sistema condiciona, decisivamente, a indicação das partes que serão objeto de pesquisas. Assim, o sistema tecnológico define ou "impõe" certos problemas críticos que "precisam" ser solucionados. Daí, é claro, pode surgir uma série de novas tecnologias.

Exemplo clássico é o de Thomas Edison e o sistema de energia elétrica que ele ajudou a criar (Hughes, op.cit.). A lâmpada de alta resistência era elemento vital num 'sistema tecnológico'. Dadas as características históricas da sociedade americana do século passado, para que um novo sistema de iluminação fosse bem sucedido, ele estava compelido a competir com o sistema de iluminação a gás, vigente no período. Havia interesses econômicos e políticos estabelecidos, de governo e empresas, com os quais Edison tinha que lidar para abrir passagem à sua invenção. Tais eram os elementos sociais do seu sistema elétrico. Já entre os vários componentes técnicos (geradores, fios de cobre, lâmpadas, etc), um deles se revelava crítico: os fios de cobre, devido ao uso extenso e ao preço elevado, tornavam o sistema muito caro. Edison utilizou, então, o avanço científico como 'fonte de recursos' para resolver um 'problema crítico' particular. Edison recorreu às leis da eletricidade (Ohm e Joule) e concluiu que a resistência elétrica do filamento das lâmpadas

deveria ser mais elevada que a das lâmpadas então existentes. Isto diminuiria a corrente elétrica necessária para acender as lâmpadas; em consequência, os fios de cobre poderiam ser mais finos e, assim, o custo com o metal se reduziria até o ponto de viabilizar economicamente o projeto.

É importante observar que a resolução de um ‘problema crítico’ só faz sentido se há metas a serem atingidas. E estas estão normalmente ligadas a cálculos econômicos em torno da redução de custos, produtividade, etc. Assim, o raciocínio tecnológico e o econômico estão sempre emparelhados. “Normalmente, as decisões tecnológicas são também decisões econômicas.” (MacKenzie & Wajcman, 1985, p12) Isto nos leva a outro elemento relevante na moldagem da tecnologia: os fatores econômicos. Vale, aqui, frisar que “a pesquisa de Edison sobre o filamento da lâmpada elétrica ocorreu por ter ele identificado esse filamento como elemento central na competição econômica com a indústria de iluminação a gás existente então” (Edge, 1995, p17).

III.c - Economia

Os fatores econômicos, sem dúvida, são vitais no desenvolvimento de tecnologias. Mas, o inverso também é verdadeiro: a inovação tecnológica pode estimular as atividades econômicas. Marx foi dos primeiros a perceber o papel da mudança técnica como indutora do crescimento econômico (MacKenzie & Wajcman, op.cit., p14). Na realidade, o desenvolvimento da economia e o das novas técnicas estão intimamente relacionados.

No amplo campo da economia há vários estudos, com os mais variados enfoques, que analisam como os diversos fatores econômicos influenciam, ou são influenciados, pelas inovações tecnológicas. Alguns examinam o papel da inovação no crescimento econômico, pois este não é simples resultado do aumento de trabalho e capital empregados, mas também das tecnologias usadas (op.cit., 14). Outros procuram relacionar a influência da demanda sobre o aumento das invenções, que pode ser medido pelo número de patentes registradas a cada ano (Schmookler, citado por MacKenzie & Wajcman, op.cit., p15). Outros buscam focalizar os processos diferenciados de difusão de certas tecnologias, por vezes em vários países, e relacioná-los com os respectivos padrões de crescimento econômico destes, propondo modelos matemáticos para tal (Antonelli, 1991). Powell mostra a enorme desigualdade do processo de adoção e difusão de tecnologias nos vários setores da economia (Powell, 1987). Outros trabalhos analisam as relações entre o comportamento estratégico das empresas e a adoção de dada tecnologia, apresentada como fonte tanto de restrições como de novas oportunidades (Coombs et al., 1987). Não interessa aqui listar todos os fatores econômicos. O importante é ressaltar que os fatores econômicos estão profundamente envolvidos na geração tecnológica.

Um caso interessante, que ilustra bem os fatores econômicos, é o dos super-computadores Cray (Elsen & MacKenzie, 1991). O desenvolvimento da velocidade dos computadores é visto popularmente como exemplo da inevitabilidade do progresso dos computadores. Ao examinar essa história, Elsen e MacKenzie mostram que tão importante quanto o avanço científico e as soluções técnicas arrojadas foi a criação paulatina de novo mercado para estas super-máquinas. Tal mercado permitiu a continuidade dos investimentos em pesquisas da empresa Cray. Portanto, a velocidade dos computadores tem um “limite econômico” que resulta do cálculo entre o risco de investimentos em pesquisas e a possibilidade incerta de criação e alargamento do mercado consumidor.

III.d - Ambiente social e cultural

O argumento principal sobre o cálculo econômico ligado a certa tecnologia é que ele está intimamente ligado ao ambiente social ou, mais precisamente, ao quadro específico de relações sociais circundante. MacKenzie e Wajcman dão um exemplo histórico muito claro: no sistema capitalista, as empresas realizam o cálculo econômico orientadas por regras do mercado onde os preços flutuam segundo complicado jogo de mercado. Já no sistema

econômico centrado no Estado (o soviético, por exemplo), as empresas realizavam tal cálculo segundo outras regras: os preços eram previamente determinados pelo Estado. Isto resultou em que o cálculo das empresas soviéticas sobre os custos de produção desestimulava a adoção de novas tecnologias. Tal sistema estimulava mais a produção de produtos já existentes e o uso de tecnologias tradicionais (op.cit., p17).

Entre inúmeras relações sociais que influenciam o modo como o cálculo econômico é realizado, uma delas merece destaque: as relações de trabalho nas empresas. O exemplo clássico nesta área é o das máquinas-ferramentas com tecnologia de ‘controle numérico’ (Noble, 1979). Sua criação ocorreu nos EUA, na década de 50. A técnica de produção destas máquinas-ferramentas era até então manual. A ‘inteligência’ do processo de fabricação estava nas mãos de operários altamente qualificados. Por esta época, fora inventada uma tecnologia alternativa chamada ‘repetição gravada’ (recorded playback), com a qual o controle sobre o processo de fabricação permanecia com os trabalhadores. Tal tecnologia se baseava na repetição automatizada do trabalho de um operário qualificado e permitia, obviamente, uma economia de custos já que o trabalho realizado uma vez poderia ser repetido inúmeras vezes. A alternativa, porém, nunca chegou a ser desenvolvida. Seria tal tecnologia inferior à outra? Mesmo admitindo que assim fosse, outras causas influíram na decisão final. A rejeição da alternativa tinha como pano de fundo as estratégias de administração científica do fordismo e taylorismo. Mais que isso, no entanto, a rejeição estava inserida no contexto de conflitos entre capitalistas e trabalhadores em período de aguda crise econômica do pós-guerra, tempo caracterizado também pela guerra fria e pela campanha anti-comunista promovida pelo movimento marcartista. É evidente que empresários e gerentes, aliados aos engenheiros, estavam interessados em reduzir a força política dos trabalhadores. Um dos meios foi o de tentar reduzir a qualificação destes trabalhadores, projetando máquinas ferramentas cujo controle do processo de fabricação passava para as mãos de engenheiros e gerentes. Portanto, conflitos em torno das relações de trabalho tiveram papel decisivo na “opção técnica” pelo desenvolvimento de determinada tecnologia (controle numérico) em detrimento de outra (repetição gravada).

O cálculo econômico nem sempre é possível, pelo menos de modo preciso. Isto porque ele envolve a avaliação de custos no futuro, não no presente, para um mercado do futuro, não do presente, em suma, para uma ‘provável’ situação futura. Ao lado disso, o processo de inovação desde a invenção até sua difusão pode levar vários anos. Por exemplo, o período médio de maturação da tecnologia digital dos sistemas de telefonia é da ordem de 10 anos. O processo de inovação se torna imprevisível; seus custos podem se alterar; situações inesperadas podem mudar parcial ou totalmente um projeto. “A situação do inovador não é nem mesmo a de risco quantificável, mas fundamentalmente de incerteza irreduzível.” (Schon, citado por MacKenzie & Wajcman, 1985, p18).

O caso do caça aéreo britânico (Callon & Law, 1992) é bastante revelador neste sentido. Tramas políticas dentro de um governo conservador, no Reino Unido, no final da década de 50, aliadas às dificuldades técnicas inerentes ao projeto de um caça aéreo com características arrojadas, conduziu a uma situação tal que a vitória eleitoral do Partido Trabalhista, em 1964, gerou seu cancelamento e a importação de caças americanos.

Mesmo quando os projetos são bem financiados, podem ocorrer inúmeros percalços que podem alterar radicalmente seus rumos. É comum que grandes projetos terminem por custar muito mais do que o previsto inicialmente (no exemplo acima, o orçamento para o caça já tinha duplicado no início de 1964).

É importante observar que o Estado é mais flexível em considerações sobre custos que as empresas no mercado. O Estado pode obter benefícios que não são ‘econômicos’, mas que podem ser considerados cruciais. A empresa alemã Farben desenvolveu na Alemanha um processo químico de produção de petróleo sintético. O interesse do Estado

alemão era controlar matérias primas estratégicas, especialmente depois que o nazismo assumiu o poder. Quando o petróleo sintético começou a ser produzido, em 1931, custava em torno de 50 pfennigs por litro, enquanto no mercado mundial seu preço era de 5 pfennig por litro (op.cit., p19). Mas apesar disso o Estado alemão garantiu o apoio à Farben. Claramente, considerações de preço não eram as mais importantes.

Muitos projetos patrocinados pelo Estado são militares. Seu interesse em novas tecnologias tem sido crucial para superar barreiras que seriam, de outro modo, consideradas insuperáveis do ponto de vista do cálculo econômico convencional. As máquinas-ferramentas com tecnologia de controle numérico contaram com o apoio financeiro decisivo da aeronáutica americana. De maneira ainda mais crítica, Braum e MacDonald (citado por MacKenzie & Wajcman, op.cit., p20) ressaltam o papel fundamental do apoio militar ao desenvolvimento da tecnologia dos semicondutores, principalmente nos seus primórdios, quando, por critérios comerciais e técnicos, os dispositivos semicondutores eram de fato inferiores à tecnologia de válvulas então existente.

Não seria correto, porém, afirmar que a moldagem pelo Estado está dissociada da moldagem econômica do mercado. O que deve ser observado é que os agentes a que o Estado responde são mais diversificados que os do mercado. Adler, por exemplo, mostra o papel da ideologia nacionalista em iniciativas tomadas pelo Estado em países do terceiro mundo, como Argentina e Brasil, na procura de sua autonomia tecnológica (Adler, 1987).

Outra área influenciada pelo ambiente social é a da ‘tecnologia doméstica’. A criação de produtos como panela de pressão, máquina de lavar, etc, foi profundamente marcada pelo tipo de cultura familiar a que tais inventos atendem. Os cálculos econômicos são importantes, tanto pelo lado dos fabricantes quanto dos consumidores. Porém, de igual importância “foi a prevalência social da família unitária – cuidada por uma única pessoa, geralmente pela mulher e esposa, dona de casa, que essencialmente não recebe ajuda nas tarefas domésticas –, e com a associação desta situação com as metas de privacidade e autonomia, que estruturaram a forma criada para a tecnologia doméstica.” (op.cit., p21).

A tecnologia doméstica nos conduz a identificar mais um fator que merece destaque: a divisão de gênero. Ela afeta os processos de inovação de modo muito evidente em pelo menos um aspecto: a diferença de salários para um mesmo trabalho (op.cit., p22). Cowan mostra que o papel reservado às mulheres na sociedade ainda é subalterno, pois o valor do trabalho masculino é maior que o feminino para o mesmo tipo de trabalho. Os empregadores buscam formas de inovação tecnológica que lhes possibilite substituir trabalhadores homens sindicalizados por mulheres, mais baratas e não-sindicalizadas; ou ainda, que lhes permite diminuir o ritmo de adoção de tecnologias em áreas onde há muitas trabalhadoras, porque, por vezes, a mão de obra barata das mulheres é vantajosa em relação a certas tecnologias (Cowan, 1985, p181).

Mais importante ainda é ressaltar que a própria definição de tecnologia já traz embutida a cultura machista e de exclusão das mulheres das atividades ditas “masculinas”. Cockburn mostra que certas atividades profissionais executadas por mulheres, como costura e tecelagem, requerem experiência, destreza manual, planejamento e cálculos. Porém, tais atividades não são consideradas como ‘tecnologias’. Assim, como afirma Cockburn, a tecnologia “é tanto propriedade social quanto processo de formação dos homens” (Cockburn, citado por MacKenzie & Wajcman, op.cit., p22).

Em suma, todos esses fatores são importantes porque delimitam o espaço e o tempo onde as pesquisas ocorrem, bem como influenciam a direção dos esforços de pesquisas.

IV - Modelo interativo da moldagem social da tecnologia

O modelo tradicional não “enxerga” devidamente nem o papel dos fatores sociais nos vários estágios de inovação, nem as diversas interações entre todos estes fatores e estágios. Ele representa um modelo linear onde a tecnologia emerge como se fluísse por

trajetória sequencial. Cada estágio (ciência básica, invenção, aplicação, adoção, difusão, impactos, etc) é visto isolado dos demais. Em geral, “é no estágio da ‘invenção’ que a tecnologia tende a ser considerada como ‘fixa’ ou como ‘caixa-preta’. O mercado então opera um processo de ‘seleção natural’ sobre estes oferecimentos arbitrários, ‘escolhendo’ aqueles que mais se ajustam às suas demandas. Estes artefatos, já estabelecidos, são então difundidos e provocam impactos sobre a sociedade, organização do trabalho, sistemas de produção, qualificações, e assim por diante.” (Williams & Edge, 1992, p16).

O modelo da MOLD, em contraste, orienta os analistas no sentido de mostrar que os vários estágios de inovação não são nem sequenciais e muito menos são isolados entre si. Eles interagem mutuamente durante todo o processo, com sua forma se parecendo mais com a de uma ‘espiral’. Cada estágio pode envolver diversas atividades que geram novos conhecimentos e estes, por sua vez, podem influenciar todos os outros estágios. Assim, inovações cruciais podem ocorrer tanto na fase de invenção, quanto na de implementação ou de difusão, e tais inovações realimentam todo o processo nos passos posteriores da mudança tecnológica (op.cit., p16). Por exemplo: o estágio de ‘difusão’ do sistema elétrico de Edison, relacionado com seu custo, retro-alimentou o estágio de ‘pesquisa aplicada’ sobre o filamento elétrico da lâmpada, influenciando então decisivamente o estágio de ‘invenção’ da lâmpada adequada ao sistema em desenvolvimento.

Uma representação possível é a adição ao modelo tradicional de retro-alimentações de cada estágio para todos os outros (Edge, 1995, p20). Ainda assim, o modelo é apenas uma representação simplificada do processo interativo. A definição dos estágios é problemática. Muitos deles se encontram misturados, sem distinção absoluta entre eles.

V - Conclusão

O “impacto tecnológico”, como revelam os exemplos históricos, não passa de um dos estágios de todo o processo de desenvolvimento técnico e social. Ele não pode, nem deve, ser analisado fora do processo de geração de novas tecnologias. É parte integrante do processo social e técnico da tecnologia que lhe deu origem. Sua análise adequada inclui, necessariamente, o exame de todos fatores que moldaram a tecnologia impactante.

Bibliografia

- ADLER, Emanuel (1987) - “The Power of Ideology - The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil”, Edited by University of California Press.
- ANTONELLI, Christiano (1991) - “The Diffusion of Advanced Telecommunications in Developing Countries”, Paris - France, Edited by OCDE.
- CALLON, Michel & LAW, John (1992) - “The Life and Death of an Aircraft: A Network Analysis of Technical Change”, Shaping Technologies / Building Society: studies in socio-technical change, Bijker & Law (eds), 1992, Cambridge, Edited by MIT press.
- COOMBS, Rod & SAVIOTTI, Paolo & WALSH, Vivien (1987) - “Economics and Technological Change”, USA, Edited by Rowman & Littlefield.
- COWAN, R.S. (1985) - “The Industrial Revolution in the Home”, The Social Shaping of Technology, Edited by MacKenzie & Wajcman, Open University Press.
- EDGE, David (1995) - “The Social Shaping of Technology”, Information Technology and Society, Heap, Thomas, Einon, Mason & Mackay (eds), London, Ed. by Sage, p14-32.
- HUGHES, Thomas (1983) - “Networks of Power”, Baltimore, J Hopkins University Press.
- KUHN, Thomas S. (1962) - “A Estrutura das Revoluções Científicas”, São Paulo - Brasil, Coleção Debates, Editora Perspectiva.
- MACKENZIE, Donald & WAJCMAN, Judy (1985) - “The Social Shaping of Technology”, Edited by the same, Open University Press.
- NOBLE, David (1979) - “Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools”, in Zimbalist, Case Studies on the Labour Process, Monthly Review Press, p18-50.
- POWELL, Walter W. (1987) - “Review Essay: Explaining Technological Change”, American Journal of Sociology, Vol. 93, No.1, p185-197.
- SCHAFF, Adam (1985) - “A Sociedade Informática”, Brasil, 1990, Editora Brasiliense.
- WILLIAMS, Robin & EDGE, David (1992) - “The Social Shaping of Technology: A Review of UK Research Concepts, Findings, Programmes and Centres”, Edinburgh PICT working paper No.41, Edinburgh University Press.
- WINNER, Longsdon (1985) - “Do Artifacts Have Politics?”, The Social Shaping of Technology, Edited by MacKenzie & Wajcman, Open University Press.
- THE ECONOMIST - “Being Digital is not Enough”, No.7985, september, 1996, p100.