

Microeletrônica e automação: implicações para o trabalho e a organização da produção no Brasil

JOSÉ RICARDO TAUILE *

O artigo trata das principais implicações que o aumento da base técnica microeletrônica acarreta para o (processo e o mercado de) trabalho no Brasil. São abordadas questões como: a mudança da organização da produção, a alteração no perfil de qualificações necessárias para operar a nova base técnica, o impacto direto sobre o volume de emprego, etc. Considera-se principalmente o caso das máquinas-ferramenta com controle numérico (MFCN) como um importante indicador de mudança da base técnica, com fundamento em pesquisa empírica relacionada entre os anos de 1980 e 1982.

1 — Introdução

Este texto é parte de um trabalho mais amplo que trata da mudança da base técnica no Brasil pelo uso de equipamentos automatizados (micro) eletronicamente e suas implicações para o desenvolvimento econômico [cf. Tauile (1984)].

Aqui serão abordadas as principais transformações ocorridas no âmbito do processo de trabalho como consequência da difusão de máquinas-ferramenta com controle numérico (MFCN). Ficará evidente para o leitor que estas transformações realçam “os três aspectos básicos da organização do processo de trabalho capitalista: a) divisão entre trabalho intelectual e manual (entre concepção e execução); b) controle hierárquico; e c) fragmentação/desqualificação do trabalho” [cf. Brighton Labour Process Group (1977, p. 16, trad. livre)].

* Do IEI/UFRJ.

A introdução de MFCN representa um passo fundamental para nova mudança da base técnica, implicando, conseqüentemente, uma mudança de concepção do sistema produtivo, sua organização, estrutura e qualificações necessárias para operá-lo. Uma das principais características desta nova tecnologia é que seu uso rompe uma das barreiras mais resistentes à automação estabelecidas pelos limites da base técnica eletromecânica, qual seja, a operação de máquinas-ferramenta universais (MFU). As características de flexibilidade e versatilidade do uso de MFU na produção de unidades individuais (por vezes complexas peças por encomenda), lotes e pequenas séries exigem dos seus operadores (os oficiais mecânicos) um adestramento longo, que se aperfeiçoa continuamente em consonância com suas práticas profissionais, mesmo muito após haverem concluído seus treinamentos formais. Por isto mesmo, eles ocupam um lugar estratégico na produção manufatureira, sendo muito valorizados no mercado de trabalho, e freqüentemente encontram-se entre os mais militantes do movimento político/sindical.

Côncios e orgulhosos de sua formação profissional, capazes de planejar e ditar o ritmo de suas próprias atividades, estes trabalhadores são menos submetidos, por exemplo, aos princípios de racionalização e controle da produção propostos pelo taylorismo. Depois de receberem a planta da peça a executar, estudam-na e analisam-na cuidadosamente, planejando então seu trabalho. Decidem eles mesmos sobre quase tudo: desde como fixar a peça na máquina até as ferramentas a utilizar, em que ordem e como as utilizar (velocidade de corte, ângulo de incidência da ferramenta sobre a peça, etc.). Detêm, assim, os conhecimentos e informações necessários à execução daquela peça e, conseqüentemente, controlam seu processo de trabalho, ainda que sujeitos às normas e exigências gerais do processo de produção em que estão inseridos.

A introdução das MFCN nestes processos tem o efeito equivalente ao impacto de uma explosão do processo de trabalho. Mais uma vez, aquilo que era fruto de conhecimentos e habilidades concentradas nas atividades de uma só pessoa passa a ser executado num processo coletivo de trabalho, onde: a) parte do conhecimento e das informações necessárias à produção em questão incorpora-se às MFCN e

às fitas perfuradas, ou outros *midias* que materializem o programa; b) as atividades de planejamento e programação de funcionamento (operação) do equipamento passam a ser exercidas por processistas, programadores, digitadores, etc.; e c) conseqüentemente, a importância do operador de MFCN, medida pela sua capacidade de interferir no curso do processo e determinar o ritmo de sua atividade, certamente decai bastante.

Em outras palavras, a nova tecnologia de manufatura com base microeletrônica permite romper diversas barreiras à automação, colocadas pela base técnica que a precede. No mesmo caso, as MFCN têm o efeito específico de viabilizar o emprego de princípios tayloristas de administração científica, em atividades onde o saber operário era até então detido por trabalhadores manuais (oficiais mecânicos) altamente qualificados.¹ O saber intrínseco a estas atividades pode agora ser decomposto nos mínimos detalhes e recomposto da maneira duplamente ótima do ponto de vista capitalista, pois o é na forma de programas que são de sua propriedade e, deste modo, viabiliza novas formas de organização da produção antes obstaculizadas pelo saber operário. O taylorismo é levado assim às dimensões da base técnica da microeletrônica. Mais uma vez, um conjunto de conhecimentos e informações necessários à produção cristaliza-se sob a forma social de capital fixo.²

A conseqüente reorganização da produção é marcada por uma dramática transferência de controle sobre o processo produtivo, que passa do local da fábrica para os escritórios.³ Um novo segmento da força de trabalho, com uma cultura profissional distinta dos

1 Alguns estudos questionam a supostamente excessiva importância da implantação de técnicas tayloristas na indústria moderna, como, por exemplo, Edwards (1979) e, também, para o caso brasileiro, Fleury (1978).

2 "... there will be a decline in the need for skilled machinists for a given level of output. This will be facilitated by the transfer of the skills and knowledge from the mind of the machinist to the 'intelligence' stored in the computer or on the control tape" [cf. Smith (1969, p. 80)].

3 "Numerical control, by its nature, forces planning ... [and] the transfer of as much planning and control from the shop to the office as possible" [cf. Lundgren (1969, p. 48)].

operadores de MFU convencionais, passa agora a planejar e controlar a distância o processo de produção na fábrica, alterando também as formas de manifestações da oposição trabalho/capital vigente na produção social.

Insistimos que estes aspectos assumem uma importância especial no caso das MFCN, pois, dado o processo de convergência tecnológica de que elas são núcleo, comprovado no caso brasileiro pelo uso concentrado no setor de bens de capital e em particular na produção de máquinas-ferramenta, é de se esperar posteriormente sua generalização através da estrutura produtiva do País e das regiões geográficas minimamente industrializadas.⁴ No momento, dois terços dos usuários estão concentrados no Estado de São Paulo, seguindo-se, pela ordem, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná, Bahia e Santa Catarina.

É curioso observar que, apesar de ser natural haver uma forte concentração de usuários no Estado mais industrializado do País, o uso de MFCN pode ser menos concentrado devido à independência alcançada em relação a certas qualificações da força de trabalho, só encontráveis próximo aos grandes centros industriais.⁵

Descreveremos e analisaremos agora alguns impactos sobre a organização da produção observada na experiência brasileira, segundo nossas visitas, entrevistas e as respostas aos questionários que enviamos aos usuários de MFCN.⁶ A seguir abordaremos os principais impactos sobre o mercado de trabalho e depois a questão das novas qualificações requeridas pelo processo coletivo de trabalho, enfocando especialmente as atividades dos operadores e dos programadores.

⁴ "... as a cross industrial technology, [numerical control] is applicable to many if not all of the 29 metalworking industries" [cf. Walker (1966, p. II-311)].

⁵ Um grande e eficiente usuário de MFCN, bastante distante de São Paulo, usou justamente este argumento como um dos principais motivos que o teriam levado a escolher esta nova tecnologia.

⁶ Enviamos questionários a 170 possíveis usuários. 97 foram respondidos, dos quais 20 registraram não serem usuários de MFCN.

2 — Alguns resultados

Antes de mais nada, cabe esclarecer que a maioria das MFCN existentes no Brasil ainda tem gabinete de controle numérico (CN). As máquinas-ferramenta equipadas com CNC (controle numérico computadorizado) só começaram a ser introduzidas no mercado mundial na primeira metade da década de 70 e no mercado brasileiro ao final da mesma década. Hoje em dia, a grande maioria ou mesmo quase todas as MFCN ofertadas no mercado nacional e internacional são equipadas com gabinete CNC.

Esta observação é importante, pois deste modo nossa análise refere-se principalmente — a não ser uma eventual observação explícita em sentido contrário — à experiência observada com equipamentos CN. Mesmo porque, sendo relativamente poucos os CNC e recente sua introdução, seria muito difícil poder observar claramente distinções nas formas de seu impacto sobre a organização da produção, se comparados com os provocados pelo CN. Além do mais, seria, como explicaremos a seguir, bastante improvável que a gerência de produção das empresas usuárias de CNC já quisessem ou mesmo pudessem explorar em suas plenas potencialidades as novas capacidades dos equipamentos.

O CNC é um gabinete de controle numérico que incorpora um ou mais microprocessadores, adicionando ao equipamento capacidade de memória, e permite que a programação (ou edição de programas já existentes) seja feita diretamente no painel de comando da máquina (do CN). O surgimento deste desenvolvimento tecnológico parece criar “uma contradição, já que a usinagem com CNC cria a possibilidade de mais controle por parte do operador da máquina” [cf. Shaiken (1980, p. 21, trad. livre)]. É verdade que o equipamento ganha muito em flexibilidade e eficiência, na medida em que, por exemplo, possibilita ao operador corrigir eventuais erros ou aperfeiçoar programas, sem retorná-los aos escritórios para que modificações sejam executadas pelo departamento de produção.

Isto, entretanto, não ocorrerá necessariamente, já que é fundamentalmente uma decisão gerencial. No caso brasileiro, verificamos que, em estruturas de produção administradas mais rigidamente, o operador da máquina é formalmente proibido de proceder direta-

mente a qualquer alteração no programa, devendo encaminhar as respectivas sugestões ao departamento encarregado da programação. Em alguns casos, por exemplo, quando as MFCN funcionam como máquinas de produção, o próprio acesso ao teclado do CNC é vedado ao operador (o painel de comando é trancado a chave), atuando este exclusivamente como alimentador do equipamento.

Uma “proposta de procedimentos para implantação e operação de um sistema de CN”, utilizada em diversos cursos de assistência técnica e formação de pessoal em empresas brasileiras que implantaram tais sistemas, no que concerne à atribuição de responsabilidade e autoridade do programador e do operador, destaca que: “O programador de CN é o responsável principal pelo programa de CN em seus aspectos de eficácia de resultados, qualidade da peça produzida e eficiência da operação... [o programador de CN] é o único autorizado a gerar ou modificar os dados e informações... referentes aos programas de sua autoria ou sob sua responsabilidade... O operador da máquina de CN é o responsável pela operação da máquina de CN colocada sob sua responsabilidade em estrita observância aos dados e informações contidas na pasta de operação” [cf. Belisle e Liske (1977, p. 9)].

Como se vê, confirmando nossa prévia exposição, dentro da reorganização proposta para o processo coletivo de trabalho ficam claramente ressaltadas as limitações impostas às novas funções do operador e a concentração de poder de decisão que se acentua sobre as atividades de programação. As maiores dificuldades para concretizar a produção estão agora circunscritas às atividades de programação que incluem o *try out* da primeira peça do lote. Detentores de novo saber técnico, os programadores rompem a antiga estrutura de poder operário baseada num tipo de conhecimento prático.⁷

7 “The strategic heart of the metal trades unions has been the machinists who set up and operate various of machine tools. Until this generation our collective skills and memories contained all the actual knowledge that American Industry needed to function.

“The importance of the NC tape is that the tape now holds the knowledge necessary to actually make the machine produce a part. Feeds, speeds, and sequence of events are all on the tape — things that used to be in the minds of the machinists” [cf. Einspak (1982, p. 225)].

Note-se que reter a capacidade de programação junto ao local da produção parece já ter sido identificado como ponto essencial de negociação sindical em países onde o grau de difusão é bem mais elevado que no Brasil [cf. International Metalworkers Federation (1982, pp. 82-3)].

Alguns gabinetes de CNC podem funcionar sem o *tape* ou outro *midia* que contenha a programação, pois esta é feita diretamente a partir dos botões de comando, e alguns modelos já incorporam *softwares*, que tornam a programação praticamente automática. Todavia, a utilização plena das novas potencialidades destes equipamentos depende, particularmente, das condições específicas de sua utilização e, de uma maneira geral, da estrutura da indústria e da organização social da produção em que está inserida.

Assim é que a produção de MFCN no Japão tem acentuado o desenvolvimento de modelos mais simples, menores, baratos e tão fáceis de operar que podem ser usadas até em unidades de produção domiciliares [cf. Watanabe (1983)]. Aliás, neste país a maioria dos usuários é constituída por pequenas empresas, sendo a principal indústria usuária a automobilística, que apresenta índices de subcontratação bastante elevados [cf. Watanabe (1983, pp. 20-2)].⁸

É bem provável que, quando se manifestar no mercado brasileiro esta tendência para equipamentos com maior capacidade e flexibilidade, e menor tamanho e preço, o processo de difusão venha a se acelerar bastante, modificando inclusive o perfil das empresas usuárias. São várias as razões para isto, mas em particular gostaríamos de destacar as possibilidades de aproveitamento das habilidades e qualificações de um segmento da força de trabalho no Brasil, cuja capacidade de trabalho, de criação e de improvisação diante dos

⁸ Watanabe chega a levantar a hipótese de que este tipo de desenvolvimento (por máquinas menores, mais simples, etc.) teria sido orientado pela demanda da indústria automobilística, enquanto que nos Estados Unidos (onde dois terços das unidades eram usadas em plantas com mais de 100 empregados) o papel de líder tecnológico era desempenhado pela indústria aeroespacial. "É evidente que a maquinaria para a indústria automobilística tende a ser menor e precisa ser mais barata do que a usada na indústria aeroespacial" [cf. Watanabe (1983, p. 20, trad. livre)].

eventuais obstáculos criados por uma base industrial constituída não endogenamente é realmente comparável às melhores do mundo.⁹ Neste sentido, declarou-nos o diretor de uma empresa fabricante de MFCN: “Ideal para o Brasil seria poder usar a habilidade do operador”. E prosseguiu: “É preciso fazer um controle numérico para gregos e baianos”.¹⁰ Esta afirmação é fundamental não só nas tendências do mercado internacional, como também condicionada pela realidade brasileira. É uma alusão à necessidade de se produzir e ofertar localmente equipamentos que, dentro da heterogeneidade estrutural do parque industrial brasileiro, tanto possam servir à atualização das mais complexas e sofisticadas fábricas como também sirvam de estímulo à modernização do pequeno produtor manufatureiro.

O uso da microeletrônica dá à base técnica maior flexibilidade e versatilidade. As MFCN podem ser tão apropriadas para as produções discretas ou de poucas unidades (pequenos lotes, etc.) como também para a produção de séries maiores. E mesmo a produção seriada pode ter uma grande variedade de produtos finais. Porém, para grandes séries (produção em massa) a automação rígida ainda é a mais adequada.

Williams e Williams (1964, p. 30) acham que “. . . [NC devices] are appropriate to smaller organizations primarily because of their flexibility and applications to a wide range of manufacturing processes”, ou seja, para produzir a mesma gama de produtos sem MFCN, seria exigido um investimento de capital em maior quantidade de MFU, espaço físico, pessoas para trabalhar com elas direta ou indiretamente, etc., o que provavelmente se tornaria proibitivo

⁹ Ouvimos observações deste gênero em diversas fábricas subsidiárias de firmas estrangeiras: o trabalhador brasileiro é muito bom e trabalha muito intensamente, se comparado aos trabalhadores da fábrica matriz, apesar de uma certa indisciplina provocada pelas condições de seu meio cultural e social.

¹⁰ Para este empresário, o uso de MFCN tornaria as grandes empresas mais competitivas no mercado internacional, acompanhando seus requisitos de qualidade. Já as pequenas empresas alcançariam uma certa independência da mão-de-obra, fundamental para sua sobrevivência diante das flutuações reflexas da grande indústria.

para o pequeno empresário.¹¹ Até o momento, entretanto, somente 7% das empresas usuárias têm menos de 100 empregados. Este percentual provavelmente crescerá à medida que seu preço baixar, acompanhando a tendência mundial, e que haja uma política governamental de incentivo e renovação do estoque de capital fixo das empresas, isto é, do parque industrial.

De qualquer modo, a transição para as MFCN não é feita sem dificuldades, que são principalmente “um reflexo da incompatibilidade entre a antiga e a nova estrutura de tomada de decisões . . . Um problema típico consiste em encorajar o pessoal da fábrica a desistir de sua autonomia na tomada de decisões e submeter-se às decisões do *staff-group*. Adicionalmente à relutância natural a renunciar à autoridade, aqueles que devem submeter-se à nova autoridade freqüentemente não entendem as complexidades do novo sistema” [cf. Williams e Williams (1964, pp. 26-7, trad. livre)].

A introdução de MFCN, para ser bem-sucedida, implica uma percepção do processo produtivo e uma nova mentalidade gerencial e empresarial.¹² Mais do que máquinas, elas são consideradas um conceito de produção. [cf. *Data News* (1983, p. 12)]. Uma parte das funções anteriormente exercidas pelo oficial mecânico operador de MFU é desdobrada e atribuída a diversas pessoas (em maior ou menor grau de divisão de trabalho) que trabalham nos escritórios. Tais pessoas necessitam ter coletivamente um conjunto de conhecimentos teóricos-abstratos (elementos matemáticos de geometria, trigonometria, etc.) e práticos (possibilidades e condições de operação do equipamento), que serão articulados de maneira diferente do

¹¹ “NC has been identified by the machine tool industry, technical societies, and the General Accounting Office as a technology which, if implemented by small and medium sized manufacturing firms, will significantly impact the rate of US productivity improvement” [cf. Hunt (1980, p. 24)].

¹² “The installation of NC Manufacture necessitates a profound reshaping of management task. Is frequently referred to as a management tool, rather than a machine tool” [cf. Bell (1972, p. 82)]. Este ponto foi muito enfatizado por quase todos os empresários e técnicos entrevistados que estivessem empenhados no esclarecimento das condições de utilização da nova tecnologia e, conseqüentemente, em acelerar seu processo de difusão no Brasil.

modo convencional de produzir, de forma a planejar e controlar à distância o trabalho na fábrica.¹³

Adiante, analisaremos com maior detalhe as novas funções que têm sido exercidas pelo operador e pelo programador de MFCN. Agora, porém, cumpre ressaltar que, observando o processo de produção como um todo, a maior polarização nos escritórios das atividades de planejamento e controle é uma tendência inequívoca verificada na experiência brasileira. O maior controle do processo de produção foi explicitado pelos usuários como terceira razão em importância que os levou a decidir pela compra do equipamento.¹⁴ Os produtores e vendedores parecem atribuir a esta característica uma importância ainda maior, chegando até, em alguns casos, como recurso de *marketing*, a prometer ao usuário que ele se veria livre de seus problemas trabalhistas com a introdução de MFCN.

Segundo as respostas ao questionário, foi possível detectar que, provavelmente como reflexo das conseqüentes mudanças de ênfase sobre as funções de planejamento, programação e controle, esta introdução (de MFCN) implicou alguma forma de reestruturação administrativa para pelo menos dois terços dos usuários através da ampliação ou criação de novos departamentos (os do terço restante não acusaram mudança ou não responderam a esta questão).

O departamento criado/ampliado com maior freqüência, conforme previsto, foi o de programação. Entretanto, não ocorreu com a intensidade esperada (23% dos casos) possivelmente pelo fato de que em muitas empresas a programação do CN é feita em algum outro departamento que não tenha este nome, ou exclusivamente

¹³ Williams & Williams (1964, pp. 27-8) apontam que a maior rigidez na estrutura de tomada de decisões e a maior pressão para comunicações mais eficientes entre as unidades, advindas do uso de MFCN, provavelmente provocam as seguintes conseqüências organizacionais: a) movimento ascendente da tomada de decisões; b) redefinição dos centros de tomada de decisões; c) organização mais compacta; e d) maior dependência da gerência.

¹⁴ "... the advent of this new technology has produced something of a revolution in manufacturing ... which among other things, is leading to ... a reorganization of the production process in the direction of managerial control" [cf. Noble (1979, p. 20)].

estas funções, como, por exemplo, departamento de sistemas, métodos e processos (apareceram em 15% das respostas), engenharia (10%), etc.¹⁵

É interessante observar que, em diversas oportunidades, a decisão sobre a localização das atividades de programação dentro da estrutura administrativa das empresas não foi trivial, chegando eventualmente a gerar conflitos entre departamentos preexistentes. As razões principais desta dificuldade advêm do acúmulo não só de responsabilidades, mas também de poder para o departamento que vier a acolher as funções de programação.

A localização espacial das MFCN, quando de sua introdução, também não é feita sem alguma dificuldade. Ocorrem eventuais atritos nas relações de trabalho com supervisores, encarregados e demais trabalhadores que consideram o novo equipamento anômalo à sua identidade profissional. Além do mais, provocam quase que necessariamente mudanças no *lay-out* da fábrica, ocupando posições diferenciadas em relação aos equipamentos convencionais.

Os efeitos da introdução de MFCN propagam-se através de muitos outros departamentos ou seções da fábrica, modificando sua natureza e em geral simplificando suas funções. A produção capitalista torna-se mais eficiente.¹⁶ Os dispositivos de fixação de peças (nas MFCN) tendem a ser mais simples, padronizados e usados em menor quantidade do que os utilizados em MFU. A tendência é a mesma para as ferramentas de corte que agora são munidas de “encertos” intercambiáveis, com os quais são reduzidas as necessidades de afiação e, em muitos casos, até o almoxarifado de ferramentas de CN é separado do de máquinas convencionais. A consequência óbvia é a simplificação das atividades de ferramentaria que produz os dispositivos e as ferramentas. Em uma empresa de autopeças que visitamos, o uso

¹⁵ “Applications are sufficiently new and experimental that occupational structures into which numerical control is being fitted are not yet frozen” [cf. Walker (1966. pp. II-331)].

¹⁶ “The flexible character of the NCMTs means that capital embodied in *work in progress* (through faster through put) and inventory (through reductions in the batch sizes) may be substantially cut” [cf. Jacobson (1981)].

de MFCN para fazer uma caixa de transmissão reduziu em 90% o correspondente trabalho da ferramentaria.

O departamento de controle de qualidade também é bastante afetado. Com as MFCN, após aprovado o programa de execução de uma peça, há uma garantia de que ele será repetido em cada nova peça de forma exatamente igual, praticamente eliminando as variações provenientes da intervenção humana na usinagem. Desde que não haja desgaste excessivo de ferramentas, ou irregularidades no material a ser trabalhado, a primeira peça será igual à última do lote produzido. A queda do índice de refugo é vertiginosa e o controle de qualidade pode ser feito, por exemplo, apenas na primeira peça, na última e em uma intermediária. Frequentemente, o próprio operador executa simultaneamente algumas das medições de controle, pois durante o ciclo de usinagem de MFCN não tem muito a fazer (o que não aconteceria se estivesse usinando com uma máquina universal convencional).

A flexibilidade e eficiência alcançadas pelo novo sistema de produção são bem demonstradas por uma das indiscutíveis vantagens que traz o uso de MFCN: a redução de estoques de peças acabadas. A qualquer momento é possível utilizar um programa previamente elaborado e usinar uma peça num tempo extraordinariamente mais curto do que se fosse feita pelos métodos convencionais. Diríamos que a economia do tempo de usinagem, estritamente falando, é em média superior a 95%. Com isso, o almoxarifado onde as peças são depositadas depois de prontas pode ser redimensionado e todo o desencadear da produção pode obedecer a uma outra lógica.¹⁷

3 — Uma nota sobre a manutenção

A mudança da base técnica tem reflexos diretos e imediatos sobre as atividades de manutenção. Vale a pena ressaltar aqui que, com o processo de automação da manufatura, as atividades de manuten-

¹⁷ Não custa lembrar que até as necessidades de capital de giro da empresa se reduzem.

ção ganham duplamente em importância: primeiro, porque assumem um caráter estratégico de apoio ao bom funcionamento como um todo; e, segundo, porque as conseqüentes exigências de novas qualificações acabam por gerar empregos que servem para compensar parcialmente, como veremos adiante, a destruição de postos de trabalhos implícitos no processo de automação.

As MFCN são um conjunto simbiótico de princípios mecânicos, elétricos e eletrônicos. Muitas vezes, sua introdução significa o advento de uma tecnologia (eletrônica) até então não existente no âmbito da fábrica em questão, da empresa como um todo (inclusive a esfera administrativa), ou até mesmo da região geográfica em que se localiza. Principalmente nos estágios iniciais de difusão, como ocorre no Brasil, é uma novidade que encontra os usuários total ou parcialmente despreparados para um serviço de manutenção adequado ao funcionamento eficiente do novo equipamento.

Nesta primeira fase, as empresas não têm técnicos em seus quadros e, muito menos, departamentos para executar a manutenção de equipamentos que não existem na fábrica. Quando existem, são computadores utilizados nos escritórios, que obedecem a uma rotina de reparos específicos e pré-programada, ou ainda cuja manutenção é feita por terceiros (pelos respectivos fornecedores ou por empresas de serviços especializados). Isto é problemático, pois, como vimos anteriormente, a parada da máquina é muito onerosa, direta e indiretamente.

É neste momento que os fabricantes locais e os representantes comerciais dos equipamentos importados desempenham um papel importante de apoio aos usuários, seja para consolidar a confiança na utilização da nova técnica, seja para garantir a amortização rápida do investimento. Entretanto, para que estes dois pontos efetivamente ocorram, deve-se minimizar as necessidades de manutenção que não sejam preventivas e, mais ainda, as necessidades de recorrer aos fornecedores.

O processo de difusão de MFCN no Brasil foi, especialmente em seus primórdios, marcado negativamente pelas dificuldades de se garantir uma manutenção eficiente. Por um lado, como estamos apontando, havia escassez de mão-de-obra qualificada e experiente nos quadros das empresas usuárias e no mercado de trabalho em

geral. Por outro, a manutenção oferecida pelos fornecedores, tanto no caso das máquinas importadas como no das produzidas localmente, era bastante deficiente. As primeiras por terem seus fabricantes muito distantes para satisfazerem rapidamente as amplas necessidades de apoio dos usuários. Não só seus projetos foram feitos para outras condições climáticas, como ainda existiam, e existem, dificuldades legais e burocráticas para importação de partes e componentes. As segundas pela própria inexperiência de seus fabricantes na produção local de tecnologia de ponta.

A propósito, convém insistir aqui que as necessidades de manutenção da parte mecânica, ainda que distintas e menores do que as do conjunto eletroeletrônico, não são desprezíveis. Certamente são maiores em termos de qualificações do que as de MFU, pois a parte mecânica das MFCN é construída de maneira mais sensível, rígida e precisa para atender às condições de corte propiciadas pelo controle eletrônico.

Quanto à manutenção eletrônica, inicialmente muito intimidadora, dada a sua complexidade, distancia-se cada vez mais em forma e substância da manutenção elétrica devido à difusão de técnicas microeletrônicas materializadas nos gabinetes de CNC. Nestes, cuja construção tende a ser feita moduladamente e a incluir elementos de autodiagnose, a manutenção é facilitada duplamente, pois a localização do defeito é mais rápida, bem como sua correção através da troca de placas.

À medida que os usuários ganham maior experiência, expandindo o uso na fábrica de equipamentos com base (micro) eletrônica, é quase um passo natural formarem elementos qualificados para fazer sua manutenção e, dependendo de um mínimo de escala, definirem um departamento específico para isso. É claro que a missão é facilitada quanto maior for a existência de equipamentos com base técnica semelhante (isto é, o uso de computadores na administração e no controle da produção) e que possivelmente já implique a prévia utilização de pessoal de manutenção em eletrônica.

Assim como em outros países, onde o grau de difusão é mais elevado, já se nota no Brasil uma nítida tendência a internalizar tanto os serviços de manutenção mecânica quanto, em menor escala, os de eletrônica. No Brasil, a manutenção mecânica das MFCN é

feita pelas próprias empresas usuárias em 80% dos casos (dos quais 75% exclusivamente por elas) e a manutenção eletrônica por 63% das empresas usuárias (dos quais 62% exclusivamente por elas). Porém, menos de metade — 40% — considera adequada a atual manutenção de MFCN e 27% acham-na um estrangulamento ao seu uso (apenas 17% têm a opinião de que as atuais condições de manutenção servem como estímulo ao uso de CN).

4 — Alterações no mercado de trabalho: algumas observações

A rigor, esta seção poderia constituir-se num ensaio em separado, tal a abrangência das transformações verificadas no âmbito do mercado de trabalho.¹⁸ Limitar-nos-emos, todavia, em apontar algumas destas transformações na medida em que são importantes como elo e substância de nosso raciocínio. Assim, destacamos:

- a) um movimento no sentido da homogeneização da força de trabalho na fábrica;
- b) um movimento no sentido da criação de uma nova cultura profissional na fábrica e nos escritórios;
- c) uma certa limitação dos antigos profissionais em se adaptar à nova cultura tecnológica;
- d) uma tendência à diferenciação de salários dos operadores de MFCN em relação aos operadores de máquinas convencionais; e
- e) a configuração de mercados internos de trabalho nas empresas usuárias e as possibilidades de sua reestruturação.

¹⁸ A partir dos mais conhecidos estudos sobre segmentação do mercado de trabalho, como os de Doeringer e Piore (1971) e Gordon, Edwards e Reich (1973), etc., poderíamos desenvolver uma longa e rica discussão, mas que provavelmente nos iria desviar do curso de nosso argumento central. Por isso, preferimos nos ater essencialmente às observações que se seguem.

Vejamos estes pontos com um pouco mais de detalhe. Com a mudança da base técnica, algumas atividades produtivas tornam-se desnecessárias e desaparecem, enquanto que outras são criadas e outras mais são significativamente transformadas. Alteram-se, conseqüentemente, os canais que possibilitam a mobilidade profissional e funcional, horizontal e verticalmente, dentro das empresas.

Quanto ao perfil de qualificações profissionais necessárias ao funcionamento da fábrica, a introdução de MFCN revela um movimento aparentemente contraditório. De um lado, percebe-se que as novas atribuições de seus operadores, passíveis de se tornarem rotina e, conseqüentemente, de serem controladas como as de qualquer operador de máquina de produção, a ponto de que podem até atender mais de uma MFCN simultaneamente, caracterizam um movimento que parece homogeneizar a força de trabalho. Mas esta homogeneização só pode ser considerada em termos de simplificação das atividades do trabalhador na fábrica, e não exatamente em termos de sua formação técnica, pois, por outro lado, o emprego destas máquinas requer uma nova cultura profissional que se manifesta ao longo de todo o processo, na fábrica e nos escritórios.

Sem nos determos na questão sobre o fato de as NT qualificarem ou desqualificarem a mão-de-obra (a ela nos dirigiremos especificamente adiante, neste texto), é possível dizer que elas exigem um conjunto de qualificações diferentes das da base técnica eletromecânica. O operador de MFCN, por exemplo, deve ter maior capacidade de abstração para acioná-la e em seguida controlá-la à distância, ao longo de seu ciclo de operação, sem usar suas antigas habilidades manuais.

Já o programador, nesta mesma linha, precisa de uma boa formação técnica em elementos de teoria matemática, além de um razoável conhecimento prático dos limites e possibilidades da MFCN, para determinar as melhores seqüências de sua operação.¹⁹

¹⁹ Na verdade, uma prévia experiência com usinagem é aconselhável como pré-qualificação para treinamento de um programador de MFCN, mas não é obrigatória. Encontramos, por exemplo, o caso de um tradutor de uma empresa subsidiária de conglomerado japonês que passou a trabalhar como programador de CN.

Talvez aqui fosse possível falar mais precisamente de homogeneização da base técnica, já que não são raros os casos em que operadores de MFCN tornam-se programadores, caracterizando uma mobilidade vertical dentro do mercado interno de trabalho até então inexistente. Dificilmente um oficial mecânico que, pela natureza de suas atividades, as exercia na fábrica, por mais graduado que fosse, passaria a exercer funções nos escritórios (como projetista, programador, controlador de produção, engenheiro, etc.). A segmentação do mercado de trabalho apoiava-se em raízes culturais/profissionais e estabelecia barreiras praticamente intransponíveis dentro dos limites da antiga base técnica.

No caso brasileiro, verificamos que um quarto dos programadores haviam sido anteriormente operadores e um número significativo deles (mas não mensurado) estudava engenharia, ou já era engenheiro.²⁰ Haveria razões de sobra para se supor que a maioria dos operadores de MFCN que passassem a programadores fossem os mais veteranos. Afinal, sua experiência prática poderia ser de imensa valia na programação. Esta, entretanto, não parece ter sido a norma. Em consonância com nossas observações acima, tal ascensão foi característica de operários jovens, cuja passagem relativamente rápida pela fábrica, operando MFCN, revelou talentos adequados à nova concepção de produção, o que os credenciou a continuar sua formação profissional para atividades que são exercidas nos escritórios.

Na verdade, esta observação remete-nos a uma outra questão que lhe precede logicamente. O próprio retreinamento do oficial mecânico que trabalha com MFU em operador de MFCN não é simples. A literatura internacional dá conta de inúmeros casos em diversos países onde esta adaptação foi muito difícil, ou mesmo impraticável, quanto mais experientes fossem os trabalhadores. Este fato é geralmente explicado também pelas raízes culturais que o trabalhador cria ao longo do exercício de sua profissão.

No Brasil, ao tentar identificar junto às empresas o perfil de pré-qualificações ideal para o operador de MFCN, encontramos um

²⁰ Na antiga base técnica era quase impensável que um operador de MFU se tornasse um engenheiro, ou vice-versa. Quando muito, seu suor e trabalho permitiriam que seus filhos o fossem.

amplo espectro com variações entre extremos opostos. De um lado, dava-se preferência aos trabalhadores recém-saídos de centros de treinamento profissional (no SENAI, ou na própria empresa), justamente pelas razões de ordem cultural que apontamos. De outro lado, a preferência recaía sobre os mais experientes e melhores operários, que trabalhavam com equipamento convencional, justificando-se a escolha pela alta responsabilidade implícita na operação de máquinas tão caras e estrategicamente situadas na estrutura da produção. Uma série de soluções intermediárias foi encontrada, sendo a mais comum alocar trabalhadores recém-treinados à operação de MFCN, enquanto estes eram supervisionados por um número menor de oficiais mecânicos mais experientes. Não foi possível identificar padrões de casos onde uma ou outra opção fosse tomada, apesar de que, nitidamente, quanto aos equipamentos mais simples (isto é, pequenos tornos) ou àqueles utilizados como máquina de produção, os requisitos eram menos solidamente justificados.

A não ser esta última situação, observamos uma tendência a remunerar melhor o operador de MFCN com uma promoção e/ou um nível salarial, em média, acima das atividades correspondentes, caso a peça fosse executada em equipamento convencional. As possibilidades reais de maior ganho monetário para o trabalhador, entretanto, não ficam claras. Principalmente onde o controle da produção com MFCN é mais intenso ou ainda quando a programação é feita por computador, as oportunidades de remuneração através de prêmios por produtividade reduzem-se bastante, restringindo-se praticamente, quando existem, às primeiras vezes que um tipo de lote é produzido. Estabelecidas as condições concretas de sua produção, o tempo para operação é devidamente ajustado.

De qualquer modo, o aumento da parte fixa do salário é uma recompensa que valoriza as novas atividades na estrutura funcional das empresas, apesar do menor tempo de formação necessário para capacitar o trabalhador a operar as MFCN (se comparado com o tempo necessário à formação profissional para trabalhar com MFU que procedam a transformações equivalentes nas peças produzidas).

Acreditamos que esta diferenciação salarial reflita essencialmente uma remuneração pela confiança depositada em quem se responsa-

biliza pela operação de um equipamento tão caro e estratégico [cf. Williams e Williams (1964, p. 29)]. Este “salário-confiança”²¹ visaria assim a diminuir o *down time* da máquina, acelerando sua depreciação e evitando a propagação de paralisações pelo resto da produção.

Há indicações significativas de que o uso das MFCN favorece a consolidação de mercados de trabalho internos às empresas, ainda que eventualmente suas estruturas sejam modificadas.²² Verificamos que: *a)* geralmente, os elementos que trabalham em função das MFCN são recrutados dentro da própria empresa, o que foi registrado em 90% das respostas aos questionários (apenas 8% das empresas declararam recrutá-los fora, enquanto os 2% restantes não responderam); *b)* a rotatividade da mão-de-obra relacionada a MFCN foi considerada baixa por 66% das empresas e razoável por 23% (apenas 1% delas considerou alta, enquanto os 10% restantes não responderam); *c)* 6% eventualmente recorrem a programação externa e apenas 4% sempre o fazem; *d)* a maioria absoluta das empresas internaliza até a formação profissional (tanto de operadores quanto de programadores de CN) e, além delas, os próprios fornecedores e entidades como a Sociedade Brasileira de Comando Numérico (SOBRACOM), o SENAI e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) o fazem; *e)* a maioria das pessoas treinadas como programadores já estava anteriormente envolvida com a preparação do trabalho (técnicos e processadores do departamento de processos) ou mesmo com o departamento de projetos; e *f)* a maioria absoluta das empresas internaliza também a manutenção mecânica e eletro-eletrônica (esta menos intensamente) das MFCN para obter uma *performance* mais eficiente do equipamento, criando assim um conjunto de pontos de trabalho que funcionam como uma espécie de “código genético” para absorção de nova tecnologia.

²¹ A expressão me foi sugerida por Fábio Erber a partir de uma discussão com Hubert Schmitz.

²² “A change in organization structure to define and formalize the relationships required by the N/C technology is strongly indicated...” [cf. Lundgren (1969, p. 49)].

5 — O impacto da difusão de MFCN sobre o volume de emprego: um exercício

Seria muito difícil, ou mesmo impossível, estabelecer com precisão o impacto sobre o volume de emprego que a difusão de MFCN acarretou no Brasil. Entretanto, os dados colhidos na pesquisa de campo permitem que realizemos um interessante exercício. Não nos deteremos aqui nos aspectos qualitativos das transformações ocorridas no mercado e no processo de trabalho, devidamente tratados ao longo do restante do texto.

Começemos por um alerta. Ainda que pequeno, em termos absolutos, nosso resultado deve ser tomado como sinalizador de impactos proporcionalmente maiores, que ocorrerão com o passar do tempo, na medida em que a nova base técnica se difunda pelo parque industrial brasileiro.

Alguns pressupostos simplificadores são necessários, pois fatores contraditórios superpõem-se de acordo com o nível e a abrangência da análise, no curto e no longo prazo. Deste modo, não consideraremos, para efeito de cálculo, uma série de efeitos compensatórios de difícil mensuração e resultados líquidos duvidosos ou inexpressivos.

Uma parte dos postos de trabalho “perdidos”, por exemplo, podem ter sido somente deslocados, isto é, alguns trabalhadores podem ter sido treinados (ou talvez nem tenha sido necessário) para ocuparem novas funções na fábrica ou nos escritórios. Este é um argumento a ser considerado, principalmente levando-se em conta que o uso das MFCN torna a empresa mais competitiva, o que deve significar um aumento de sua fatia do mercado. Não custa lembrar que, em tempos de crise, este aumento de competitividade pode significar simplesmente a própria sobrevivência da empresa. Se levarmos em conta a questão da interpenetração dos mercados (internos e externos), mais válido ainda torna-se o argumento, devido aos padrões de produção vigentes internacionalmente, que, em muitos casos, pressupõe o uso de MFCN. A força deste efeito compensatório, entretanto, fica diluída no caso brasileiro, pois, como veremos, ainda não há legislação de proteção ao trabalhador contra o desemprego tecnológico.

Em segundo lugar, se, como consequência, houver um aumento do volume de produção da empresa, é perfeitamente lógico supor que, outras condições mantidas constantes, haja um aumento de emprego ligado às atividades administrativas nos escritórios. É bem verdade que também os escritórios passam hoje por um acelerado processo de automação e racionalização, o que amorteceria este efeito.

Em terceiro lugar, e justiça seja feita, uma proporção crescente de MFCN está sendo produzida no Brasil. Em 1980, porém, ainda não atingia 20% do estoque existente. Apesar do efeito ser relativamente pequeno, a rigor seria necessário levar em conta o peso desta produção na criação do emprego social, principalmente na medida em que ela continue a crescer.

Em quarto lugar, caberia considerar as horas trabalhadas para projetar os equipamentos, inclusive toda a pesquisa e desenvolvimento básico necessário. Mas, no caso brasileiro, até 1980 (marco de nossa análise), este efeito foi realmente marginal, já que, salvo raras e honrosas exceções, a capacidade local de concepção, especialmente no que tange à parte (micro) eletrônica, ainda se reduzia a tarefas menos "nobres" de adaptações do projeto original para que o equipamento funcionasse adequadamente nas condições brasileiras. Passemos agora ao exercício.

Em 1980, estimamos um universo de aproximadamente 700 MFCN em operação no Brasil. É possível dizer que, se cada uma delas substitui em média de três a cinco MFU, como foi indicado por seus usuários, as 700 MFCN terão substituído ao todo entre 2.100 e 3.500 MFU (tornos, fresadoras, mandriladoras, furadeiras, etc.). Na hipótese, constatada nos questionários, de que se trabalha dois turnos em média, pode-se considerar que terão sido afetados entre 4.200 e 7.000 postos de trabalho de operadores de MFCN, oficiais mecânicos altamente qualificados (torneiros, fresadores, etc.) dentro da fábrica.

Isto, porém, não quer dizer que tenha havido um desemprego líquido neste montante. Há que se subtrair daí aqueles empregos criados pelo uso da NT, uma parte das quais são atividades de apoio, na fábrica ou nos escritórios. Constatamos que em 1980 havia cerca de 2.500 pessoas trabalhando nas firmas usuárias diretamente envolvidas com a utilização de MFCN. Em números redondos, encontramos 1.400 operadores, 370 programadores, 130 projetistas, 140 ferra-

menteiros, 180 mecânicos de manutenção, 200 técnicos em manutenção eletrônica e 80 em outras atividades (processadores, supervisores, preparadores de ferramentas e programas, etc.).

Nesso número final, todavia, em termos do efeito líquido sobre o emprego, deve ainda ser corrigido devido às atividades de apoio que não computamos para o caso das MFU. Dada a natureza de suas atividades, pode-se supor, para fins de nosso cálculo, que os oficiais mecânicos que as operam incorporam todas as outras atividades de apoio, à exceção da manutenção e da ferramentaria. O volume de emprego ligado à utilização de MFCN, para fins de comparação, passa a ser em torno de 2.200 pessoas.²³

Conclui-se, desta forma, que em termos dos empregos afetados pelo uso da NT, mesmo considerando seu limite inferior (4.200 pessoas), quase metade foi perdida. Em outras palavras, dos 4.200 a 7.000 empregos de oficiais mecânicos operadores de MFU, substituídos devido ao grau de difusão de MFCN atingido no Brasil em 1980, apenas 2.200 (entre 52 e 31%) foram recuperados por empregos diretamente relacionados ao uso dos novos equipamentos.

Ainda uma observação de natureza tendencial. Na medida em que o processo de difusão se intensifique, propiciando economias de escala, é de se supor um agravamento das forças que apontam para o desemprego relativo. Por exemplo, freqüentemente uma firma com apenas uma MFCN tem um programador em seus quadros, mas, se comprar mais uma, ou mesmo duas, provavelmente não precisará contratar um segundo programador. Do mesmo modo, em muitos casos pode-se prever um operador lidando com mais de uma MFCN, como é a experiência dos países desenvolvidos.

Cabe observar que não conseguimos estabelecer uma correlação *significativa* que confirmasse esta economia de escala no caso brasileiro. Acreditamos, porém, que este fato seja provavelmente explicado pelas condições históricas desta fase inicial de difusão (inexperiência, baixo custo de mão-de-obra, etc.), mas que não prevalecerão necessariamente com o correr do tempo.

²³ Segundo o relatório da International Metalworkers Federation (1982, p. 79), estes "efeitos negativos sobre o emprego variam entre 23 e 70%" (trad. livre).

6 — O processo de trabalho e a questão da (des)qualificação

Dentro do estudo das transformações ocorridas no âmbito do processo de trabalho, devido à introdução de MFCN, talvez a mais complexa seja aquela referente à tradicional e polêmica questão sobre o fato de ela qualificar ou desqualificar a força de trabalho.

Para abordá-la devida e exaustivamente, precisaríamos unir a economia política, por caminhos interdisciplinares, a outras áreas do conhecimento, como a sociologia industrial e a antropologia do trabalho, ampliando bastante o escopo de nossa pesquisa. Certamente acabaríamos nos envolvendo em um longo e pantanoso debate, carregado de conotações ideológicas, a respeito de como promover a valorização do ser humano e das sociedades, através do trabalho ou de sua ausência, desviando-nos assim do foco de nossa análise [cf. Braverman (1974), Elger (1979), Drucker (1973) e Gese e Ginsbürger (1980)].

Além do mais, a fase inicial de difusão que caracterizou o período em estudo, a dispersão geográfica dos usuários e a conseqüente dificuldade de acesso às pessoas que trabalham diretamente com as MFCN sem ser através das próprias empresas usuárias (de modo a eliminar uma tendenciosidade introduzida pelo método de abordagem) reduziram consideravelmente nossa ambição de tratar o tema com maior profundidade e abrangência. Ainda assim, a experiência que adquirimos ao longo da pesquisa permite-nos registrar uma série de observações sistematizadas sobre as principais alterações do perfil de qualificações necessárias à utilização da NT que vêm de encontro às colocações que fizemos ao longo deste trabalho.

As MFCN são o primeiro e fundamental passo (seguido pela introdução e difusão dos controladores lógico-programáveis, dos robôs, dos CAD-CAM, etc.) na mudança da base técnica do sistema produtivo brasileiro pelo uso de princípios e técnicas (micro) eletrônicas. Com ela, mudam a percepção e a concepção do que é a produção industrial. Muda também o perfil de qualificações necessárias para projetá-la, programá-la, operá-la e mantê-la de acordo com as novas possibilidades de articulação social dos elementos de trabalho, em função do espetacular avanço conseguido na cristalização do

conhecimento humano em elementos que têm a forma social de capital fixo.

A introdução de MFCN aumenta o grau de divisão do trabalho e modifica o caráter do processo de produção em que estão inseridas. Como consequência, algumas funções são criadas, outras são eliminadas e outras mais modificadas e adaptadas à nova concepção do sistema de produção. Tudo isto já dissemos, mas interessa-nos aqui identificar o que comparar, para saber se há efetivamente uma desqualificação do trabalho ou, melhor ainda, quais as mudanças associadas na sua natureza, decorrentes das mudanças da base técnica.

Em trabalhos realizados para a Comissão Nacional de Tecnologia, Automação e Progresso Econômico, dos Estados Unidos, Walker (1966) e Bright (1966) categorizam um conjunto de requisitos, atributos e contribuições com que o trabalhador participa do processo de produção a fim de caracterizar o que são as qualificações que exercem em suas atividades.

Walker sugere “uma série de oito dimensões do trabalho . . . como instrumentos analíticos . . . concebidos especificamente de modo a iluminar as características do trabalho afetadas ou determinadas pelo conteúdo tecnológico da ocupação, isto é, de máquinas e outros *hardware* ligados ao trabalho, distintamente da estrutura organizacional em si”. São elas:

- a) requisitos do conhecimento e habilidade;
- b) ritmo e taxa de *performance*;
- c) grau de repetitividade ou variedade;
- d) relação com o produto final ou com o processo como um todo;
- e) relacionamento com as pessoas, individualmente ou em grupo;
- f) estilo de supervisão ou controle gerencial, tanto administrativo como tecnológico;
- g) grau de autonomia do trabalhador na determinação dos métodos de trabalho; e
- h) relação do trabalho com o desenvolvimento pessoal, tanto na função como em relação a transferências e promoções.

Bright, por sua vez, para tentar identificar o que é o trabalhador qualificado, lista 12 “espécies de contribuições que o trabalhador faz para a produção” e pelas quais recebe compensação:

- a) esforço físico;
- b) esforço mental;
- c) destreza manual;
- d) habilidades gerais;
- e) educação;
- f) experiência;
- g) risco de acidentes;
- h) condições indesejáveis de trabalho;
- i) responsabilidade;
- j) tomada de decisões;
- l) (influência na) produtividade; e
- m) senioridade.

O que está em jogo é a transformação do processo coletivo de trabalho como um todo, e não apenas as características de uma única função. Não é nosso propósito, porém, investigar a fundo cada uma das muitas atividades (inclusive as de apoio) que compõem o antigo e o novo processo de trabalho. De certo modo, algumas destas tendências foram implicitamente esboçadas quando indicamos as modificações dos departamentos e seções da fábrica inerentes à nova organização da produção.

Optamos por comparar o trabalho dos oficiais mecânicos operadores de MFU com o dos operadores de MFCN que os substituem e com o dos programadores de CN. Estaremos, deste modo, representando o núcleo central da fragmentação por que passa o processo de trabalho e poderemos, então, verificar como a questão das qualificações está relacionada ao rearranjo do poder efetivo de tomada de decisões quanto ao planejamento das atividades da produção e, conseqüentemente, à determinação e controle de seu ritmo.

Faremos agora uma descrição analítica e sucinta da evolução do processo de trabalho que envolve estas três categorias profissionais,

antes e depois da introdução de MFCN, de modo a poder ressaltar a lógica das principais transformações ocorridas no perfil de qualificações a ele necessária.

Devido às freqüentes mudanças do produto de seu trabalho (pequenas séries, lotes e peças sob encomenda), os oficiais mecânicos operadores de MFU precisam ter muita destreza manual e experiência prática que se acumula através do tempo, tornando-os profissionais melhores e mais valorizados. Junto à máquina-ferramenta, recebem de seus supervisores diretos os desenhos e instruções, e dos serviços de apoio as peças em bruto e as respectivas ferramentas, cames e dispositivos. Interpretam os desenhos, estudam as instruções e revêem o ferramental a fim de verificar se, de acordo com seu conhecimento prático e sua própria conveniência, devem ser alterados ou corrigidos. Se for o caso, dependendo da extensão das modificações, instruem a ferramentaria, requisitam a presença do profissional responsável pelo projeto (ou pelo programa de produção) para executá-la, ou prosseguem executando o trabalho à sua maneira. Sua importância na produção é tão grande que são freqüentes as consultas que lhes fazem os departamentos de projeto e planejamento de produção, a fim de confirmar a viabilidade da execução de sua peça, desta ou daquela maneira. "A machinist's forms a vital link in translating the designer's concepts into the actual part" [cf. Shaiken (1980)].

Após exercer suas habilitações quanto à capacidade de concepção do próprio trabalho, eles passam efetivamente a executá-lo. Quando então fixam a peça e as ferramentas na máquina, acionam alavancas, manivelas e demais comandos que estabelecem as posições relativas entre a peça e a ferramenta, introduzem as velocidades de avanço e de corte, ligam o fluido refrigerante, etc., e, durante a usinagem, novamente "anos de experiência são necessários para visualizar potenciais problemas e responder corretamente quando surgem. Uma pequena mudança na cor do cavaco pode significar que uma peça inteira irá empenar; uma breve diferença no som da máquina-ferramenta pode resultar numa peça refugada" [cf. Shaiken (1980, p. 9, trad. livre)].

Simplificadamente, pode-se identificar a seguinte seqüência na operação de uma MFU:

- a) o operador recebe os desenhos do projeto, a peça em bruto, as ferramentas e as instruções, revisa-os e interpreta-os;
- b) fixa e centra a peça na mesa da máquina;
- c) seleciona as ferramentas e as insere na máquina;
- d) faz o *set up* da máquina (regula velocidade de corte, passo de avanço, etc.);
- e) através do comando manual (ou, eventualmente, semi-automático) das alavancas, manivelas e botoeiras, controla o movimento de corte da ferramenta, sua refrigeração, até atingir as coordenadas desejadas;
- f) quando (ou quantas vezes) for necessário, troca a ferramenta e reinicia os procedimentos de comando e controle da usinagem a partir do item *b*;
- g) retira a peça da máquina;
- h) a peça segue para acabamento e controle de qualidade e/ou diretamente para o almoxarifado de peças semi-acabadas; e
- i) para prosseguimento da usinagem do restante do lote, reiniciam-se os procedimentos de *b* a *h*.

Tomemos como exemplo um torno convencional. As principais qualificações para operá-lo, segundo a International Metalworkers Federation (1982, p. 82, trad. livre), seriam:

“Pré-requisitos gerais:

- boa visão;
- talento para lidar com fôrmas;
- reações rápidas;
- boa coordenação manual;
- capacidade de concentração constante;
- senso de responsabilidade;
- precisão (cuidado); e
- entendimento técnico do uso dos instrumentos de medição.

Conhecimentos e qualificações práticas:

- habilidade para interpretar desenhos;
- conhecimento das propriedades das matérias-primas e dos outros materiais usados no processo, quanto às possibilidades de sua utilização;
- qualificações fundamentais sobre o processamento das matérias-primas;
- habilidade de trabalhar tornos de barra e de corte de parafusos usando diferentes materiais;
- mensuração e *lay-out*;
- fixação e ajuste de peças a trabalhar;
- afiação de ferramenta;
- torneamento reto, faceado e transversal;
- operações de perfilamento; e
- manutenção.”

Com a introdução das MFCN, os itens de seqüência de operação *d*, *e*, *f* e *h* mencionados anteriormente são virtualmente eliminados ou, no mínimo, muito simplificados, pelos próprios princípios que norteiam a produção. As principais funções do operador de MFCN são: introduzir a fita que contém o programa, montar a peça a ser usinada e as respectivas ferramentas, zerar a máquina, dar a partida no processo e supervisionar a usinagem. A interpretação do desenho é feita previamente durante a confecção do programa, que incorpora velocidade de corte e de avanço, fluxo do líquido refrigerante, seqüência de utilização de ferramentas, etc., deixando muito pouca margem para decisões do operador. “Como tem muito menos a decidir, um operador de MFCN necessita de bem menos qualificações do que um operador de máquina tradicional” [cf. Miranda (1983, p. 16)].²⁴ “Ele torna-se um monitor, ao invés de um participante ativo” [cf. Shaiken (1980, p. 12, trad. livre)].

²⁴ Segundo Bright (1966, p. II-214), “the net effect of automation (in almost every plant I studied) was to reduce ... the demand for skills and abilities of the *direct labor force*” (grifos nossos).

Em alguns casos, sua importância pode crescer, conforme apontam Williams e Williams (1964, pp. 28-9), particularmente por ocasião da introdução de uma primeira MFCN, quando sua experiência pode ajudar a antecipar problemas concretos de adaptação da fábrica. Mesmo quando a produção através de MFCN já é usual, durante o *try out* da primeira peça de um lote a ser executado, ainda nota-se uma relativa interação entre o programador e o operador, pois as opiniões deste podem ser vitais para o programa funcionar corretamente. Entretanto, à medida que seu conhecimento e experiência vão sendo transferidos — e acumulados pelo capital que os emprega, registrados nas diversas formas de memória que contém os programas —, esta interação e a própria intervenção do operador durante a usinagem tendem a ser menos freqüentes e necessárias.

Efctivamente, muitas das tarefas dos operadores de MFCN, desde a preparação da máquina até a usinagem, foram substancialmente simplificadas, passando a exigir uma relação homem/máquina qualitativamente diferente. Por exemplo, a fixação da peça dá-se por meio de dispositivos simplificados e não precisa ser refeita a cada tipo distinto de corte, pois a MFCN é mais versátil e flexível que a MFU, e suas ferramentas atingem pontos inalcançáveis pelas ferramentas das MFU. Além disso, essas ferramentas já vêm montadas em suportes, simplificando ainda mais o trabalho de fixação recém-mencionado.

Às vezes, dependendo do tipo, as MFCN são equipadas com magazines porta-ferramentas, que as trocam automaticamente sem interferência do operador. Estas qualificações são incorporadas à máquina.²⁵ Logo, ao interagir com ela, seu operador usa muito menos habilidades manuais, coordenação motora e experiência, mas necessita de maior capacidade de abstração para, através da percepção sistêmica do processo de produção, poder controlá-lo à distância. Pode-se dizer que o trabalho do operador desqualifica-o quanto à perícia e destreza manual, e muda e torna-se rotineiro quanto ao uso das faculdades mentais.

²⁵ "... it is not necessarily true that highly complex equipment requires high skilled operators. The 'skill' can be built into the machine" [cf. Bright (1966, p. II-218)].

Segundo a I. G. Metal, as principais mudanças de qualificações incluem:

- conhecimento de programação:
 - feitura e correção de programa;
 - listagem e arranjo das ferramentas na seqüência devida;
- técnicas de planejamento;
- preparação do trabalho;
- pensamento abstrato;
- criatividade;
- capacidade de comunicação;
- trabalho em grupo;
- uso apropriado do equipamento;
- ler e escrever em linguagem de computador;
- responsabilidade; e
- capacidade de trabalhar independentemente.

Como se vê, estas qualificações têm um “parentesco” tecnológico com as que serão exercidas em maior ou menor grau pelo programador. Já vimos que existe a possibilidade lógica de que as funções de operação e de programação de MFCN sejam exercidas pela mesma pessoa. Entretanto, esta possibilidade, para concretizar-se, depende das condições específicas de organização da produção e da organização industrial em que está inserida.

No Brasil, em todos os casos de que tivemos notícia, as funções são diferenciadas e atribuídas a pessoas distintas. Ainda assim, há uma certa homogeneização profissional entre elas, no mínimo pela necessidade de criar uma linguagem comum para que as partes se comuniquem e interajam correta e eficientemente. Afinal, uma série de decisões sobre as condições específicas do movimento das ferramentas sobre a peça passam a ser tomadas à distância, nos escritórios, e fixadas num programa que praticamente garante a sua reprodução em série, independentemente de quem seja o operador.

Nesta configuração, o programador é (no sentido estrito) o maior responsável pela “preparação do elemento de entrada de dados (lita

perfurada, magnética, etc.) no sistema comando-máquina, para que ele, movimentando a ferramenta, produza a peça para a qual foi programado” [cf. Grupo de Pesquisa e Treinamento em CN (1982, pp. 42-54)]. Para fazê-lo eficientemente, depende de um bom entrosamento com colegas de outros setores como: pessoal de projeto, operador da MFCN, programadores de ferramentas e dispositivos de fixação, pessoal de manutenção, controle de qualidade, processamento de dados, etc.

“A programação (do ponto de vista amplo) começa quando as características da peça são analisadas para determinar o tipo de equipamento necessário. Logo após vem a decisão a respeito da fixação, tipo, forma e seqüência das ferramentas, suas trajetórias, bem como as condições de usinagem a serem usadas. Levando-se em conta todos estes elementos, pode-se dizer que, pelo menos, 10 diferentes níveis de atividades estão direta ou indiretamente ligados à programação:

- a) seleção das peças;
- b) interpretação do desenho;
- c) planejamento do processo;
- d) especificação dos dispositivos de fixação;
- e) seleção das ferramentas e condições de usinagem;
- f) preparação dos dados para o cálculo das trajetórias;
- g) preparação do programa manuscrito;
- h) conversão do manuscrito em uma fita perfurada ou magnética;
- i) verificação das informações codificadas na fita; e
- j) teste final da fita na máquina.

Dependendo do sistema organizacional adotado pelo usuário de máquinas operatrizes com comando numérico, o programador pode desempenhar todas ou apenas algumas destas 10 atividades” [cf. Grupo de Pesquisa e Treinamento em CN (1982, p. 43)]. Pode também, de acordo com a complexidade da peça, escala de utilização de MFCN, etc., fazer a programação com auxílio de computador.

Independentemente destas múltiplas possibilidades organizacionais que se materializam em usuários diferentes, gostaríamos de ressaltar aqui o caráter transitório das qualificações exigidas não só do operador, mas também do programador de MFCN, à medida que a tecnologia de base microeletrônica evolui. Por exemplo, em algum momento da programação, sólidos conhecimentos de matemática (geometria, trigonometria, etc.) foram ou são necessários.²⁶ Com a posterior transformação da programação em rotina, porém, e com as recentes inovações da microeletrônica quanto à automação e ao controle da manufatura – CNC, direct numerical control (DNC), computer aided design/computer aided manufacture (CAD/CAM), etc. –, módulos de programação são usados para incorporar estes conhecimentos à memória dos equipamentos, fazendo com que o posterior uso das mesmas funções prescindia deles. O trabalho de programação é substancialmente simplificado, permitindo deste modo que seja feito, ou alterado, pelo próprio operador de MFCN, conforme já indicamos.

As imposições de mudança das qualificações dos programadores, no entanto, não param aí. Os sistemas CAD/CAM permitem que a programação da máquina esteja ligada diretamente à confecção do projeto da peça. Com muito mais razão hoje, com a existência dos microprocessadores que possibilitam uma enorme potencialização do tratamento massificado da informação, Bell (1972, p. 82, trad. livre) já previa: “No longo prazo, sistemas CAD podem começar a eliminar a necessidade de programação”.

É curioso e importante lembrar o caráter “autofágico” do trabalho social que gera esta transitoriedade (das manifestações de suas formas). Ao programar, o programador está criando condições para que suas atividades sejam programadas, ou melhor, ao programar, está programando a própria programação.

²⁶ “A programação das fitas exigia inicialmente uma considerável educação técnica (suas tarefas corresponderiam ao serviço de *set up* de alto calibre). Treinamento em engenharia e matemática era a educação mínima necessária para desenvolver instruções de programação. Hoje a situação é bastante diferente devido ao progresso da automação...” [cf. Bright (1966, p. II-215, trad. livre)].

7 — Considerações finais

Como se vê, a introdução de MFCN faz com que informações tecnológicas e conhecimentos práticos estratégicos sobre o processo de produção transfiram-se do trabalhador para a máquina que eles operam, cristalizando-se desta maneira sob a forma social de capital fixo. Conseqüentemente, permite que surjam novos horizontes para a reorganização do processo de produção, de modo que o capital possa melhor controlá-lo.

Assim, quando desta reorganização do processo de produção, não apenas mudam as qualificações para o sistema como um todo crescer, mas também elas são realocadas objetivando o controle das informações e do seu fluxo pelo capital. As qualificações de cada trabalhador são hierarquizadas perante o capital segundo a capacidade de cada um de poder intervir, criar e decidir sobre o curso de suas atividades e do processo de produção como um todo.

O uso de MFCN traz potencialmente um salto quantitativo e qualitativo na produtividade social, mas para isso é necessário que elas sejam intensa e adequadamente utilizadas. Em função delas, cria-se uma árvore de atividades de apoio, condição fundamental de sua efetiva eficiência, que é refletida pelas taxas de utilização consideravelmente mais elevadas do que as MFU. Esta eficiência, por sua vez, irradia-se “para frente”, induzindo um aumento de produtividade e um correspondente rebaixamento dos custos relativos, através dos outros setores que lhe seguem na produção ou que dela dependem.

A convergência tecnológica produzida pela difusão de MFCN manifesta-se também, como vimos, numa certa homogeneização das técnicas de trabalho. As bases da nova cultura profissional associam-se significativamente menos a um tipo de qualificações características de trabalhadores que exercem suas atividades em estreito contato físico com o produto, integrando (em maior ou menor grau) habilidades manuais e faculdades mentais para, direta ou indiretamente, comandar as ferramentas que operam as transformações sobre as peças produzidas.

É realmente marcante a mudança da natureza das qualificações e a perda da importância relativa dos trabalhadores que permanecem

no local da produção. Conseqüentemente, reavaliam-se as bases da estrutura de poder na produção e na empresa como um todo. Passa a ser possível comandar e controlar a produção de muito longe dela, e até mesmo de outro país, o que é particularmente adequado às formas contemporâneas de concorrência e organização dos blocos de capital internacional. Além do mais, é possível prever e começar a verificar que, na medida em que se tornam progressivamente mais repetitivas e pré-programáveis, certas atividades — até há pouco estratégicas (dentro da base técnica eletromecânica) e hoje ligadas à utilização de MFCN — tornam-se passíveis de serem também automatizadas por outros equipamentos com base microeletrônica. É o caso, por exemplo, das atividades de alimentação e descarga das MFCN (principalmente quando elas funcionam como máquinas de produção), que podem ser substituídas por robôs ou por sistemas flexíveis de manufatura.²⁷

Bibliografia

BELISLE, R., e LISKE, L. *Proposta de procedimentos para implantação e operação de um sistema de controle numérico*. São José dos Campos, São Paulo, Centro Tecnológico de Aeronáutica, 1977.

BELL, R. M. *Changing technology and manpower requirements in the engineering industry*. Sussex University Press, 1972.

BRAVERMAN, H. *Labour and monopoly capital*. New York, Monthly Review Press, 1974.

BRIGHT, J. R. The relationship of increasing automation and skill requirements. In: NATIONAL COMMISSION ON TECHNOLOGY, AUTO-

²⁷ Devido à limitação de espaço, não podemos prosseguir com nossa análise das questões acima, referenciando-as na divisão internacional do trabalho, nem explorar mais profundamente as implicações decorrentes para o desenvolvimento sócio-econômico brasileiro.

- MATION AND ECONOMIC PROGRESS. *The employment impact of technological change*. Washington, D. C., 1966.
- BRIGHTON LABOUR PROCESS GROUP. The capitalist labour process. *Capital and Class*, 1, 1977.
- DATA NEWS, VIII (189), jul. 1983. [Suplemento especial sobre automação industrial.]
- DOERINGER, P. B., e PIORE, M. *Internal labour market and manpower analysis*. Lexington Books, 1971.
- DRUCKER, P. F. *Technology, management and society*. Harper & Row Colophon Basic Books, 1973.
- EDWARDS, R. *Contested terrain*. New York, Basic Books, 1979.
- ELGER, T. Valorization and deskilling: a critique of Braverman. *Capital and Class*, 7, 1979.
- EINSPAK, F. Labor processes and capitalist corporate planning. *Science and Society*, XLIV (2), 1982.
- FLEURY, A. C. *Organização do trabalho industrial: um confronto entre a teoria e a realidade*. Tese de Doutorado. São Paulo, USP, 1978.
- GESE, F., e GINSBÜRGER, F. *L'automation dans l'industrie: impact sur le niveau d'emploi a moyen term*. Mimeo. Paris, jan. 1980.
- GORDON, D., EDWARDS, K., e REICH, M. A theory of labour market segmentation. *American Economic Review*, 63 (2), maio 1973.
- GRUPO DE PESQUISA E TREINAMENTO EM CN. Sistemas de programação de máquinas. *Revista Máquinas e Ferramentas*, São Paulo, set. 1982.
- HUNT, R. State of the society and things to come in the 80's. *COMMLINE*, jan./fev. 1980.
- INTERNATIONAL METALWORKERS FEDERATION. *Machine tools and new technology*. IMF World Conference. Bern, Switzerland, dez. 1982.

- JACOBSON, S. *Technical change and technology policy: the case of NC lathes in Argentina*. Mimeo. RPI, Lund, 1981.
- LUNDGREN, E. Effects of N/C on organizational structures. *Automation*, 16, jan. 1969.
- MIRANDA, A. *Curso de introdução ao comando numérico para executivos*. Rio de Janeiro, SOBRACON/SENAI, mar. 1983.
- NOBLE, D. F. Social choice in machine design. In: ZIMBALIST, A., ed. *Case studies on the labour process*. New York, Monthly Review Press, 1979.
- SHAIKEN, H. *Computer technology and the relations of power in the workplace*. Berlim, International Institute for Comparative Social Research, out. 1980.
- SMITH, D. N. Developing skills for N/C. *Automation*, fev. 1969.
- TAUILE, J. R. *Microelectronics, automation and economic development: the case of numerically controlled machine tools in Brazil*. Dissertação de Ph. D. New York School for Social Research, abr. 1984.
- WALKER, C. Changing character of human work under the impact of technical change. In: NATIONAL COMMISSION ON TECHNOLOGY, AUTOMATION AND ECONOMIC PROGRESS. *The employment impact of technological change*. Washington, D. C., 1966.
- WATANABE, S. *Market structure, industrial organization and technological development: the case of Japanese electronics — based NC machine tool industry*. Geneve, International Labour Office, fev. 1983.
- WILLIAMS, L. C., e WILLIAMS, C. B. The impact of numerically controlled equipment on factory organization. *California Management Review*, 1964.

(Originais recebidos em fevereiro de 1984. Revisos em julho de 1984.)