

# A microeletrônica: suas implicações sobre o emprego e o salário \*

HUBERT SCHMITZ \*\*

*O objetivo do presente trabalho é fazer um apanhado das principais propostas e conclusões relativas à questão da influência da tecnologia baseada na microeletrônica sobre a utilização de mão-de-obra na indústria. Mais precisamente, o objetivo é avaliar: a) as implicações para o nível de emprego, o trabalho feito fora do local de emprego, as qualificações e os salários; e b) a relevância dessa questão para os países em desenvolvimento em geral e o Brasil em particular. A Seção 2 é um resumo das tendências existentes antes do advento da microeletrônica. A Seção 3 — o corpo do trabalho — examina as implicações das mais recentes tecnologias sobre o mercado de trabalho. Uma das conclusões é a de que, apesar de suas características revolucionárias, elas não causaram uma mudança descontínua no que diz respeito à quantidade ou à qualidade da utilização de mão-de-obra. A Seção 4 esboça a posição que deve ser adotada pelos países em desenvolvimento em relação ao desafio da microeletrônica e quais são as mais urgentes necessidades no campo da pesquisa.*

## 1 — Introdução

Uma importante onda de modernização tecnológica está a caminho, baseada na aplicação da microeletrônica. Após 20 anos, durante os quais os computadores foram encarados basicamente como uma tecnologia especializada para processar dados, os microprocessadores (computadores reduzidos a um *chip*) estão começando a ter um grande impacto sobre a natureza e operação de um amplo espectro de processos de produção industrial. De fato, é de tamanha importância este impacto *potencial* que muitos observadores julgam que ele virá associado a uma reestruturação fundamental da atividade econômica, da utilização de mão-de-obra e das qualificações profissionais.

Os periódicos de economia e negócios vêm destacando assuntos como "The speed up in automation" ("A aceleração da automação") — *Business Week*, 3-8-81 — e "The race to the automatic factory" ("A corrida rumo à fábrica automática") — *Fortune*, 21-2-83. Talvez os pesquisadores do campo da economia e das ciências sociais nunca tenham acompanhado

Nota do Editor: Tradução não revista pelo autor.

\* Este trabalho foi preparado para o International Labour Office (Project BRA/82/024) e o IPEA/CNRH.

\*\* Do Institute of Development Studies — University of Sussex.

tão de perto o progresso tecnológico. Já existe um número considerável de estudos a respeito do impacto econômico e social destas novas tecnologias, muito embora sua difusão seja relativamente recente. O objetivo do presente trabalho é realizar um apanhado das principais propostas e conclusões referentes às mudanças ocorridas em relação à utilização da mão-de-obra. Mais precisamente, avaliar: *a*) as implicações para o nível de emprego, o *outwork* (trabalho externo, ou seja, feito fora do local de emprego), as qualificações profissionais e os salários; e *b*) a relevância dessa questão para os países em desenvolvimento em geral e o Brasil em particular.

Para poder avaliar o impacto das novas tecnologias, é essencial compreender de que modo as tecnologias anteriores influenciaram a utilização da mão-de-obra. A Seção 2 aborda esta questão, a Seção 3 destaca o impacto da microeletrônica e, por fim, a Seção 4 examina a posição que os países em desenvolvimento devem adotar em relação ao "desafio da microeletrônica" e quais são as mais urgentes prioridades no campo da pesquisa. No decorrer do trabalho, a ênfase é dada à tecnologia e à mão-de-obra na *indústria*.

É bom ressaltar que a ênfase dada à tecnologia não reflete uma visão apriorística do determinismo tecnológico, no sentido em que a atuação, cega de forças tecnológicas, determine a utilização da mão-de-obra. Claramente, a tecnologia não é uma variável independente, e sim produto das relações sociais de produção sob as quais foi desenvolvida. Além disso, quando é abordado o impacto da tecnologia *X* sobre a variável social *Y*, deve-se ter em mente que este impacto social não é uma característica necessária da tecnologia, e sim o resultado das condições sociais e políticas sob as quais ela foi introduzida.

## 2 — Tecnologia convencional e utilização de mão-de-obra

O objetivo principal deste trabalho é avaliar dados de âmbito internacional referentes às implicações das novas tecnologias de automação para a mão-de-obra. Para isto, é necessário dispor-se de uma perspectiva histórica e examinarem-se as principais tendências existentes *antes* do advento da microeletrônica. Esta não é uma tarefa fácil. A fim de torná-la viável no contexto deste projeto, optamos por nos basear em nossa obra anterior [Schmitz (1985)].<sup>1</sup> Nela, partíamos de uma análise sistemática da literatura relevante, passávamos por estudos setoriais detalhados das

<sup>1</sup> Por uma questão de espaço, não podemos mencionar aqui todos os autores que influenciaram nosso trabalho e/ou desenvolveram pesquisas com objetivos semelhantes. Porém, cabe uma referência especial aos estudos de Acero (1983 e 1984), que nos foi de grande utilidade.

práticas tecnológicas e empregatícias vigentes no Brasil e chegávamos a conclusões gerais referentes aos processos de trabalho industrial nos países em desenvolvimento. No que se segue, resumimos as principais conclusões.

Quanto à questão da maneira como as mudanças tecnológicas afetam a utilização da mão-de-obra, apenas uma coisa parece clara: as inovações economizam mão-de-obra, pois geralmente reduzem o número de trabalhadores por unidade de produção no ramo onde são aplicadas. Com relação ao modo como as mesmas afetam o tipo de empregos, temos conclusões contraditórias.

Na literatura especializada, encontramos posições que se localizam entre os dois extremos abaixo:

a) teses sobre a “sociedade pós-industrial”, na qual tecnologias sofisticadas encarregam as máquinas de todas as atividades rotineiras e exigem uma força de trabalho estável, bem-remunerada, altamente qualificada, comprometida e autônoma [ver, por exemplo, Davis (1971a e 1971b)]; e

b) teses sobre a progressiva degradação do trabalho no mundo durante o século XX, nas quais uma das principais preocupações daqueles que criam inovações tecnológicas é reduzir a necessidade de trabalhadores qualificados e transformar as tarefas em rotinas calculáveis e padronizáveis, de modo que a mão-de-obra se torne mais barata e mais fácil de substituir [cf. Braverman (1974)].

Naturalmente, estas são as posições extremas encontradas na literatura relevante. Entre esses dois extremos situam-se diversas teorias que postulam uma segmentação dos mercados de trabalho como resultado do desenvolvimento tecnológico ou das tentativas dos administradores no sentido de controlar o processo de produção.

O problema principal é que existe uma abundância de estudos referentes aos países desenvolvidos, porém pouco material aborda explicitamente a influência da tecnologia sobre os padrões de emprego nos países em desenvolvimento, que podem ser bastante diferentes. Nos países desenvolvidos, a discussão sempre diz respeito ao impacto das novas tecnologias sobre uma situação já existente. Nos menos desenvolvidos, a tecnologia é muitas vezes a mesma, mas a situação existente quase nunca o é, e esta diferença levanta muitas questões novas. Também explica por que a tecnologia moderna, nos países em desenvolvimento, é muitas vezes associada (ao menos implicitamente) a uma força de trabalho privilegiada, ou seja, maiores exigências de qualificação, melhores salários e maior estabilidade.

## 2.1 — Etapas de desenvolvimento tecnológico

No corpo principal do nosso trabalho anterior já referido [Schmitz (1985)], estas questões eram examinadas empiricamente, partindo-se da premissa de que o impacto da tecnologia sobre a mão-de-obra varia conforme a

categoria de mão-de-obra e de indústria. Foram examinadas quatro indústrias consideradas exemplos de diferentes etapas do desenvolvimento tecnológico,<sup>2</sup> as quais representam momentos diferentes da história da industrialização capitalista:

a) *primeira etapa*: os trabalhadores são reunidos sob um mesmo teto, ou então recebem a matéria-prima para ser beneficiada em suas casas, sem que se altere a tecnologia existente (estudo de caso da indústria de redes de dormir);

b) *segunda etapa*: as tarefas são divididas, além de criadas ferramentas especializadas para cada operação (estudo de caso da produção de vestuário);

c) *terceira etapa*: esta é seguida pelo desenvolvimento de máquinas e a subordinação do trabalhador a estas (estudo de caso da fiação e tecelagem); e

d) *quarta etapa*: surge a produção automatizada contínua, na qual a principal tarefa do trabalhador é monitorar as máquinas (estudo de caso da indústria de fibras sintéticas).

Do ponto de vista das conclusões deste estudo, provavelmente são a terceira e a quarta etapas que mais relevância têm para a compreensão do que ocorre atualmente nas práticas empregatícias. Por outro lado, as duas primeiras proporcionam uma base para a compreensão de uma característica importante da organização industrial nos países em desenvolvimento: a persistência do trabalho externo.

## 2.2 — A força de trabalho oculta

Um dos objetivos do estudo era ir além da força de trabalho visível (empregados de fábricas) e incluir também a força de trabalho oculta (aqueles que trabalham em casa). A prática de realizar por subcontratação partes do processo de produção é freqüentemente ignorada nas pesquisas empíricas, embora em alguns setores seja considerável o número de pessoas que ganham seu sustento como empregados assalariados disfarçados. Nossos estudos de casos (referentes às indústrias de redes de dormir, vestuário e fiação e tecelagem), bem como trabalhos de outros autores sobre tapeçaria, fabricação de rendas, sapatos e produtos de metal e engenharia [para maiores detalhes, ver Schmitz (1985)], servem para ressaltar o fato de que o trabalho externo continua a ser importante.

As razões encontram-se nas características dos processos de produção nas duas etapas iniciais: divisibilidade técnica e intensidade de mão-de-

<sup>2</sup> Não se está aqui afirmando que toda indústria é tecnologicamente homogênea, nem que toda indústria passa por todas as etapas.

obra. A divisibilidade técnica é uma pré-condição evidente. Ao realizar por subcontratação partes do processo de produção, a firma principal se beneficia com a especialização dos subcontratados e também com a economia de capital que isto implica. A intensidade de mão-de-obra torna imperativa a redução dos gastos com salários, pois a mecanização se torna difícil. Porém, se ela ocorre, normalmente leva a uma mudança de mão-de-obra externa para interna. Isto se dá por dois motivos: *a*) a diferença salarial se torna menos importante e os salários mais altos dos trabalhadores internos são compensados pelos ganhos em velocidade, qualidade e controle; e *b*) em níveis mais elevados de mecanização (terceira e quarta etapas), os trabalhadores externos não têm condições financeiras de arcar com o investimento necessário em equipamentos.

O advento da microeletrônica pode perfeitamente vir a alterar esta situação. Ao contrário das inovações técnicas anteriores, a microeletrônica promete reduzir os custos de capital e aumentar a flexibilidade. Na Seção 3 veremos se este potencial foi de fato concretizado. O que é necessário acrescentar neste ponto é que, qualquer que seja a resposta, por si só a tecnologia não explica a sobrevivência do trabalho externo e da subcontratação. As flutuações de demanda, as freqüentes variações de produtos e a difusão dos canais de comercialização são outros fatores que contribuem para o resultado.

### 2.3 — Qualificações e controle

Esta subseção e as que se seguem abordam principalmente a força de trabalho interna, em particular a relação entre tecnologia, qualificações, rotatividade e salários.

No que diz respeito às qualificações, nossos estudos de casos apontam para três tendências:

*a*) diminui o tempo necessário para treinar a maioria dos empregados internos, e isto se observa com mais clareza quando se comparam fábricas de tecidos de diferentes níveis tecnológicos, caso em que a desqualificação dos trabalhadores foi sem dúvida resultado das inovações tecnológicas (na indústria do vestuário, foi mais uma consequência de modificações ocorridas na organização do processo de trabalho);

*b*) há uma concentração progressiva de *know-how* e qualificação profissional num pequeno grupo de administradores e técnicos; e

*c*) porém, o número de trabalhadores desqualificados (ver tendência *a*) cai mais depressa do que o de administradores e técnicos; assim, em termos relativos, há um aumento de componente qualificado da força de trabalho, ao mesmo tempo em que uma maioria (cada vez menor) de trabalhadores sofre um processo de desqualificação.

Tais fatos (especialmente as tendências *a* e *b*) são bem conhecidos, a partir de pesquisas realizadas nos países desenvolvidos. Porém, acredi-

tamos que o processo de destruição de velhas qualificações e criação de novas é muitas vezes diferente nos países em desenvolvimento. Este processo é diferente porque a base industrial destes países é mais nova. Como a indústria moderna nos países em desenvolvimento é muitas vezes de implantação recente (à medida que vão sendo substituídas as importações), algumas qualificações nunca existiram em sua força de trabalho, não fazendo, portanto, sentido falar em desqualificação. O processo de criação é diferente por ser mais pronunciado naquelas indústrias que desenvolvem e produzem novas tecnologias, e por não estarem estas indústrias normalmente localizadas nos países menos desenvolvidos. Assim, um país como o Brasil encontra-se numa posição intermediária, na medida em que possui uma longa tradição industrial em certos setores e teve certo grau de sucesso na construção de uma capacidade tecnológica própria.

As mudanças nas exigências de qualificações estão intimamente associadas à questão do controle. A preocupação dos empregadores com o controle sobre o processo de trabalho surge diversas vezes como fator decisivo quando se quer explicar suas políticas em relação à mão-de-obra. Isto ficou particularmente claro no que diz respeito à preferência das companhias mais avançadas, na área têxtil e do vestuário, por mão-de-obra não-qualificada. Fica difícil compreender esta política a menos que se leve em conta que a administração dá importância à disciplina e à execução de tarefas precisamente de acordo com as instruções. Esta política só se torna viável porque a tecnologia moderna e os métodos atuais de organização de trabalho reduzem em grau considerável as exigências de treinamento da mão-de-obra. Porém, máquinas e métodos de organização de trabalho avançados são uma condição necessária, mas não suficiente. Para que a referida política funcione, é necessário seguir procedimentos cautelosos de seleção e formação de pessoal, que, por sua vez, exigem uma equipe especializada e uma série de recursos físicos, o que só se torna economicamente compensador no caso de grandes empresas. Assim, conclui-se que, *como as exigências de qualificação diminuíram com a modernização tecnológica, as grandes empresas constataram que os custos de treinamento que se fazem necessários quando se contratam trabalhadores jovens e não-qualificados são compensados pelo que se ganha em termos de disciplina e controle sobre a força de trabalho.* Mais uma vez, porém, convém ressaltar as condições específicas dos países em desenvolvimento. A nosso ver, no caso dos países em desenvolvimento, aquilo que a tecnologia envolve em termos de controle possui três dimensões que fazem com que a situação seja diferente daquela que ocorre nos países desenvolvidos: a) a tecnologia é geralmente importada; b) o excedente de mão-de-obra é maior; e c) o poder dos sindicatos e a resistência dos trabalhadores nas fábricas são menores.

## 2.4 — Salários e rotatividade de mão-de-obra

Em relação ao impacto dos avanços técnicos sobre os salários, o estudo revela duas tendências contraditórias. Por um lado, o treinamento limitado

exigido pelas condições técnicas modernas torna o trabalhador mais fácil de substituir e, portanto, exerce uma pressão depreciativa sobre os salários em algumas indústrias. Na indústria têxtil, é certo que este fator fez com que os salários não subissem muito, embora ocorresse uma modernização substancial de equipamentos e a produtividade aumentasse muito. Por outro lado, temos a experiência da produção por processo contínuo, em que as atitudes dos empregadores em relação a salários e rotatividade são fundamentalmente diferentes. A indústria de fibras sintéticas revela baixos índices de rotatividade e salários e benefícios assistenciais relativamente altos. A explicação não se encontra nas altas exigências de qualificações. As empresas dão aos empregados um período de treinamento que vai de três a seis meses para satisfazer os padrões de desempenho exigidos. A explicação está na preocupação dos empregadores com a confiabilidade.

A natureza contínua do processo significa que as paralisações e interrupções são mais dispendiosas do que em processos tecnologicamente menos sofisticados de natureza descontínua. Assim, os salários e as condições de emprego vêm a ser determinados basicamente por fatores endógenos à firma, e menos pelas condições do mercado de trabalho. Além disso, nosso estudo de caso — assim como Coriat (1981), que estuda uma fábrica brasileira de cimento, e Borges (1983), que analisa uma siderúrgica — indica que seria equivocado enfatizar a eficiência ou a confiabilidade do trabalhador individual. As próprias condições tecnológicas exigem uma preocupação com a eficiência e a confiabilidade coletivas. Na prática, um desempenho confiável do trabalhador coletivo só pode se desenvolver com o tempo e sob relações de trabalho estáveis.

Se o padrão de utilização de mão-de-obra encontrado na produção por processo contínuo é a reação racional dos administradores às novas condições tecnológicas, isto significa que tais indústrias representam as condições de trabalho e emprego do futuro? A resposta parece depender de duas questões. Em primeiro lugar, até que ponto é generalizada a tendência à automação? Sem dúvida, a longo prazo há uma tendência no sentido de a produção industrial sofisticar-se tecnologicamente. O advento da microeletrônica está acelerando este processo, mas o papel por ela desempenhado nos países em desenvolvimento ainda não está claro (ver Seção 3). Em segundo lugar, a produção automatizada, onde ocorre, sempre aumenta a importância do fator confiabilidade? Ainda que seja de se esperar que os aperfeiçoamentos nos processos automatizados terminem por levar à eliminação das áreas de incerteza e, portanto, à redução da responsabilidade, a cada etapa avançada da automação correspondem uma série de problemas técnicos e um potencial de disfunção que exigem a monitoração e intervenção de seres humanos.

Na medida em que o *salário-confiabilidade*, ou *salário-eficiência*, já se tornou realidade, ele tem conseqüências econômicas de longo alcance. Em sua essência, esta possibilidade rompe a relação entre salários flexíveis e a criação de empregos e, portanto, quebra a ligação que estabeleceu a suposta tendência do mercado a atingir o pleno emprego. Ao fazê-lo, destrói o argumento no qual se baseia a defesa da função social do mercado.

## 2.5 — Tecnologia e política social

Esperamos que o relato acima dê uma idéia do modo como a tecnologia influenciou a demanda por trabalhadores e as condições sob as quais eles são empregados antes do advento da automação baseada na micro-eletrônica. As mudanças acarretadas por esta serão examinadas na Seção 3. Porém, antes disso, gostaríamos de chamar a atenção para implicações que nossa análise das tecnologias previamente existentes tem para a política social.

No nível mais geral, deve-se enfatizar que a tecnologia avançada não implica necessariamente empregos privilegiados. Comparações feitas entre diferentes empresas das indústrias têxtil e do vestuário revelaram que *raramente é vantajoso trabalhar numa fábrica com tecnologia avançada*. O trabalho normalmente é mais repetitivo e cansativo. O salário às vezes é um pouco melhor, mas nem sempre. A rotatividade de mão-de-obra é considerável. Pode-se afirmar que *quaisquer expectativas de que a modernização tecnológica possa resolver rapidamente o problema das condições de trabalho instáveis e mal remuneradas devem ser consideradas infundadas*. É um fator crucial o fato de que, em indústrias como a têxtil e a do vestuário, o aumento de tecnologia moderna tende a tornar mais fácil a substituição de um trabalhador por outro. Assim, a necessidade de proteção por meio de leis que aumentem a segurança no trabalho e a remuneração não é menos urgente nas empresas tecnologicamente avançadas.

No entanto, há certos tipos de tecnologias avançadas — em particular, a *produção por processo contínuo* — em que a substituição de um trabalhador por outro é problemática, não por serem exigidas altas qualificações, mas devido à importância da confiabilidade do trabalhador. Os dados fornecidos pelos estudos de casos não são definitivos, porém os executivos devem aceitar a idéia de que, *sob certas condições tecnológicas, é "eficiente" para os empregadores oferecer um pacote de condições de emprego mais favoráveis do que as exigidas pela legislação ou pelo mercado de trabalho*. Este pacote, que inclui o salário, é explicado endogenamente e, portanto, não é suscetível a políticas governamentais. Em particular, para tais indústrias de nada adiantariam as políticas governamentais gerais que visam influenciar o nível de emprego ou a competitividade reduzindo os salários e restringindo o poder dos sindicatos. Pesquisas futuras terão de determinar se o efeito do salário-confiabilidade tende a se manifestar em todas as formas de produção automatizada e se a natureza do processo é um critério decisivo (ver Seção 3). Seja qual for o resultado exato de tais pesquisas, parece claro que *todo o complexo tecnologia-condições de emprego precisa ser desagregado*, para que se possa chegar a alguma conclusão relevante a respeito das vantagens e das conseqüências da atuação governamental.

### 3 — O impacto da tecnologia baseada na microeletrônica

Nesta seção, nosso objetivo é examinar o futuro. A julgar pelo que está acontecendo no Japão, na América do Norte e na Europa, parece certo que o futuro imediato será muito influenciado pelas inovações baseadas na microeletrônica. De fato, nos países desenvolvidos a maior parte das discussões a respeito da tecnologia e a questão do emprego dão importância central ao impacto da microeletrônica. O microprocessador tornou-se o símbolo da nova tecnologia. Desde a invenção da máquina a vapor que não surge uma invenção da qual se espera um impacto tão grande sobre todos os setores da economia. Porém, o entusiasmo despertado pelas novas possibilidades técnicas é contrabalançado pelo medo de um impacto social negativo, principalmente a substituição de trabalhadores por máquinas. As novas possibilidades da automação são tamanhas que alguns dos primeiros estudos previam um rápido crescimento do desemprego [Hines e Searle (1979)] ou mesmo o “colapso do trabalho” [Jenkins e Sherman (1979)].<sup>3</sup> A preocupação inicial com a *quantidade de empregos* chegou a colocar em segundo plano as discussões relativas aos seus aspectos *qualitativos*, mas de lá para cá a situação modificou-se. No presente trabalho, examinaremos ambos os aspectos do problema. Os dados de que dispomos dizem respeito basicamente aos países desenvolvidos, mas tentamos avaliar sua relevância potencial para os países em desenvolvimento. Neste empreendimento, o objetivo é menos o de cobrir exaustivamente a literatura relevante do que trazer à tona as questões principais, com base na experiência internacional.<sup>4</sup>

#### 3.1 — Desemprego tecnológico

O desemprego em massa tornou-se uma realidade nos países desenvolvidos, mas só em alguns países ele é uma conseqüência do avanço tecnológico. Os países da Europa e América do Norte estão sofrendo uma severa recessão, que é a principal responsável pelo *deficit* de empregos. Mas é difícil afirmar com mais precisão que parcela do desemprego se deve à tecnologia e qual se deve às políticas monetárias e fiscais — entre outros

<sup>3</sup> Bem mais cautelosa é a posição de Sleight *et alii* (1979), num relatório encomendado pelo Departamento de Emprego do governo britânico. Porém, ao interpretar o relatório, deve-se ter em mente que um de seus objetivos era esfriar o debate público, enquanto o objetivo principal de Hines e Searle (1979) e Jenkins e Sherman (1979) era acalorar o debate público sobre as implicações sociais das novas tecnologias. No caso do Brasil, era também esse o objetivo de Peliano (1983) em seu relatório à Comissão Especial sobre a Automação na Indústria [cf. SEI (1984)], no qual o autor prevê grandes perdas de empregos na indústria brasileira.

<sup>4</sup> A literatura relevante é examinada em Bessant *et alii* (1981), Leppan (1983), Senker (1984) e a coletânea de artigos em Marstrand (1984). Quanto à influência sobre os empregos femininos, ver Arnold *et alii* (1982) e Zmroczek e Henwood (1983).

motivos, porque a crise e a difusão de tecnologias de automação estão interligadas.<sup>5</sup> Embora seja difícil fornecer macrotaxas de desemprego tecnológico, dispomos de inúmeros exemplos de dispensa de mão-de-obra direta ou indiretamente causada pela aplicação da microeletrônica. Tais exemplos normalmente se encontram em estudos referentes a setores ou empresas específicas.

Por exemplo, o número de empregos na indústria de telecomunicações da Suécia e da Grã-Bretanha caiu 33 e 26%, respectivamente, entre 1975 e 1978, basicamente devido a inovações ligadas à microeletrônica. Prevê-se que esta tendência continue sendo observada até o final da década de 80. A indústria tipográfica da Alemanha Ocidental sofreu um declínio de 21% em seu número de empregos entre 1970 e 1980, ao mesmo tempo em que a produtividade aumentou 43% [Hoffman (1982)]. Na indústria de equipamentos de escritório e processamento de dados do mesmo país, o número de empregos decresceu 20% no período 1970/79, enquanto a produção cresceu 43% [Friedrichs (1982)]. Na indústria de televisões japonesa, os empregos caíram 48% entre 1972 e 1976, apesar de um aumento de produção da ordem de 25% [Jenkins e Sherman (1979)]. A substituição de mão-de-obra ocasionada pela introdução de máquinas-ferramenta de controle numérico no Brasil é estimada entre 48 e 69% [Tauile (1984a)]. A utilização do desenho auxiliado pelo computador (CAD) permitiu às firmas inglesas e americanas realizar ganhos de produtividade médios de 3:1 ou mais em relação aos métodos manuais [Kaplinsky (1984)]. Ayres e Miller (1981/82) julgam que no mínimo 15% dos trabalhos com equipamentos na indústria metalúrgica dos Estados Unidos poderiam ser realizados por robôs já encontrados no mercado, e mais de 40% pelos da próxima geração, dotados de capacidades sensoriais.

Tais estudos de casos são essenciais para se ter uma idéia das perdas de empregos, reais ou potenciais. Porém, o macroefeito líquido não pode ser avaliado com base em dados relativos a firmas ou setores específicos (mesmo se os somássemos). De saída, é preciso ter em mente que os próprios dados são muitas vezes de origem especulativa. Mais importante ainda é o fato de que as novas tecnologias também têm o efeito de criar empregos: em primeiro lugar, criam-se empregos no setor que produz as novas tecnologias, especialmente na indústria de bens de capital e componentes eletrônicos; em segundo, criam-se empregos nas vendas, instalações e operações de equipamentos novos; e, em terceiro, o advento da microeletrônica não apenas trouxe mudanças no campo dos bens de capital e, portanto, nos processos de produção, como também tornou

<sup>5</sup> Talvez a análise mais completa sobre as novas tecnologias, a crise e o desemprego nos países-membros da OECD seja a que está sendo realizada pela Science Policy Research Unit, da University of Sussex. Deste programa de pesquisa estão surgindo diversas contribuições importantes, entre elas as de Freeman, Clark e Soete (1982) e Soete e Freeman (1983). Os estudos setoriais detalhados estão publicados em Soete e Dosi (1983) e nos volumes ainda no prelo organizados por Guy, Clark, Soete e Freeman.

possível toda uma gama de novos produtos de consumo que exigem mão-de-obra para serem produzidos.<sup>6</sup> Um estudo realizado sobre a indústria britânica, que tentou abranger tanto as perdas quanto os ganhos decorrentes de aplicações de produtos e processos, constatou que “os ganhos e perdas estimados representam menos de um quarto de 1% do total de empregos industriais no momento do estudo” [Northcott e Rogers (1982, p. 60)]. Uma pesquisa posterior confirmou a existência de uma perda líquida relativamente pequena de empregos, que “entre 1981 e 1983 foi equivalente a ... cerca de 0,6% do total de empregos industriais” [Northcott e Rogers (1984, p. 14)].

Tais estudos devem ser encarados com certa cautela (devido a considerações metodológicas). Porém, mesmo que se leve em conta a baixa confiabilidade dos números, os resultados dão o que pensar quando comparados com previsões anteriores referentes a desemprego em massa, causado pelas novas tecnologias. Certamente há indícios de que, apesar das características revolucionárias das novas tecnologias, o efeito líquido de substituição talvez seja mais gradual e menor do que pensava anteriormente “uma escola cada vez maior de catastrofistas sociais” [Cooper (1979, p. 2)].

Surpreendentemente, isto também parece ocorrer até mesmo no setor terciário, onde as aplicações da microeletrônica na substituição de mão-de-obra teriam, segundo se imaginava, os efeitos mais sérios. Pelo menos é o que parecem indicar os relatórios apresentados num recente simpósio sobre as implicações sócio-econômicas da microeletrônica da Grã-Bretanha:

“... com base nos estudos de caso já realizados, temos motivos para questionar a idéia de que os processos eletrônicos de substituição de mão-de-obra terão o efeito líquido de diminuir o número de empregos drasticamente. Por enquanto a dispensa de mão-de-obra no setor terciário como consequência da microeletrônica tem sido pequena, embora não seja possível saber até que ponto foi contido um aumento adicional” [Williams (1983, p. 10) e Fairbairn (1982)].

Conclusão: tanto para a indústria (que nos interessa em particular) quanto para o setor de serviços<sup>7</sup> é necessário ter-se certa cautela ao se falar de altas taxas de desemprego causadas pelas novas tecnologias.

<sup>6</sup> Seria possível acrescentar, em quarto lugar, que o progresso tecnológico, através do aumento da produtividade e da diminuição dos preços relativos, aumenta a renda real e, portanto, leva a um aumento da demanda, ao crescimento da produção e, por fim, a um nível de emprego mais elevado. Naturalmente, isto não se aplica a setores com baixa elasticidade de renda de demanda. Ver Whitley e Wilson (1982), onde é apresentada uma tentativa de medir tais efeitos macroeconômicos pela utilização de técnicas de simulação, com base numa versão do modelo da economia britânica desenvolvido na Warwick University pelo Cambridge Growth Project.

<sup>7</sup> Miles (1984) apresenta um exame das pesquisas recentes a respeito de tecnologia de informações e empregos no setor de serviços.

Mesmo nos países desenvolvidos, ainda é cedo para se chegar a uma conclusão. De certa forma, este fato não surpreende. Afinal, a tecnologia baseada na microeletrônica ainda é relativamente nova. Embora o ritmo de difusão seja elevado pelos padrões históricos de comparação, ainda há uma enorme diferença entre tecnologia *disponível* e tecnologia *aplicada*. Além disso, mesmo quando aplicada, ainda há um período de transição (que pode durar anos), caracterizado por numerosos problemas de adaptação. Durante este período, o impacto sobre a mão-de-obra pode ser bem diverso do efeito a longo prazo.<sup>8</sup> Por fim, os diversos efeitos de dispensa e compensação atuam em ritmos relativos diferentes na economia, tornando mais complexo o problema da quantificação. É claro que o fato de o efeito *líquido* sobre os empregos ser pequeno não quer dizer que os processos de modernização tecnológica não tenham um certo custo social. Mas, havendo fortes efeitos de compensação:

“... é muito provável que os novos empregos criados não venham a compensar as perdas diretas causadas à mão-de-obra, ou devido a questões de qualificação profissional ou outras. Além disso, perdas diretas podem ser causadas não pela firma, setor ou economia inovadora, e sim pela que resistiu à inovação” [OECD (1982, p. 25)].

Vejamos agora o caso dos países em desenvolvimento, onde a difusão da microeletrônica tem sido mais limitada. Assim, é ainda mais precária qualquer avaliação de seu impacto sobre o mercado de empregos. Porém, já se pode levantar uma questão: é de se esperar que haja diferenças fundamentais entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento? Pode surgir a questão inicial indagando por que as empresas que atuam nos países em desenvolvimento estariam interessadas na automação se a mão-de-obra é relativamente abundante e barata. Esta é uma velha questão na discussão a respeito da tecnologia apropriada. No caso das inovações baseadas na microeletrônica, a resposta é que um decréscimo nos custos de mão-de-obra é apenas um dos motivos para se automatizar, e nem sempre é o mais importante. Há outros motivos: maior eficiência, mais velocidade, flexibilidade e qualidade. Em alguns casos, as novas tecnologias também possibilitam economizar capital.<sup>9</sup> No caso em que países em desenvolvimento produzem para mercados externos ou em que os mercados internos estão internacionalizados, as pressões a favor da introdução de inovações baseadas na microeletrônica podem até se tornar tão fortes quanto nos países desenvolvidos. A questão é saber se o efeito geral sobre o mercado de empregos seria semelhante.

<sup>8</sup> Por exemplo, Green, Coombs e Holroyd (1980), além de explicarem o hiato que há entre os aumentos de produtividade potenciais a longo prazo e os que seriam possíveis a curto e médio prazos, arriscam que o efeito real de dispensa talvez equivalha apenas a um décimo do efeito potencial.

<sup>9</sup> Ver, por exemplo, Coriat (1984) e algumas das contribuições a Hoffman (1985).

A nosso ver, tanto o efeito de dispensa quanto o de criação de empregos tendem a ser menores, mas o efeito líquido tem a propensão de ser mais negativo nos países em desenvolvimento. Vejamos por quê. O efeito de dispensa é em geral um pouco menos severo porque as empresas localizadas nos países em desenvolvimento provavelmente só empregam as novas tecnologias num processo incremental de automatizar partes do processo de produção, sendo a indústria automobilística brasileira um bom exemplo disto [ver Tauile (1984b)]. Já nos países desenvolvidos, a tendência é mais no sentido de utilizar uma automação integrada baseada na microeletrônica em toda a empresa, o que resulta em maiores perdas de empregos. Porém, não deve haver uma diferença muito nítida entre os dois grupos de países. Ver por exemplo, o estudo de Edquist e Jacobsson (1984) a respeito da difusão da tecnologia eletrônica no setor de bens de capital.

*Criação de empregos:* talvez a diferença mais importante nesta comparação resida na questão referente a onde surgem as novas oportunidades de trabalho. Quanto a este aspecto, os países em desenvolvimento encontram-se em situação desvantajosa, pois eles tendem a importar as novas tecnologias, de modo que os empregos criados em sua produção permanecem fora de suas economias. Mais uma vez não há uma divisão nítida, sendo necessário fazer algumas ressalvas. Em primeiro lugar, alguns dos países em desenvolvimento mais industrializados, como a Coreia do Sul e o Brasil, estão criando suas próprias indústrias de bens de capital eletrônicos. Assim, por exemplo, as firmas de computadores do Brasil conseguiram entrar no mercado (protegido das importações e da instalação de filiais locais de multinacionais). Elas agora fornecem aos consumidores locais uma ampla gama de produtos licenciados projetados no Brasil [Tigre (1983)]. Também estão começando a ser produzidas no país máquinas-ferramenta de controle numérico, por firmas nacionais e estrangeiras [Tauile (1984a)]. Porém, a maioria dos países em desenvolvimento não pode ter acesso a esse tipo de produção industrial, e sua situação não deverá mudar, dados o ritmo e o custo elevados das inovações nesse campo. Em segundo lugar, a produção de certos componentes eletrônicos é feita em países em desenvolvimento onde os salários são baixos. Nos anos 70, boa parte da indústria de *microchips*, uma operação que utiliza mão-de-obra intensivamente, foi transferida para países asiáticos. Porém, a própria produção de *microchips* já pode ser automatizada, sendo que já começam a surgir indícios de que ela está voltando para os países desenvolvidos [Ernst (1982) e Rada (1982)].

Assim, os países em desenvolvimento não estão inteiramente excluídos do setor que produz tecnologia baseada na eletrônica. O mesmo se dá com relação ao *software*. Porém, parece claro que os empregos criados nessas indústrias estão concentrados nos países desenvolvidos. Por outro lado, seus produtos tendem a ser aplicados nos países em desenvolvimento num grau que pode vir a se tornar considerável. É por isso que julgamos que o efeito geral da microeletrônica sobre o mercado de empregos tende a ser mais negativo nos países em desenvolvimento do que nos desen-

volvidos. Ao mesmo tempo, deve-se reconhecer que há outros fatores, todos interligados, que influem no resultado. Por exemplo, a existência de uma indústria local de bens de capital (inclusive eletrônicos) e da produção local de *software* tem implicações sobre a difusão das inovações de produtos e processos, que por sua vez influencia o aumento da produção e o mercado de empregos.

O impacto geral negativo das novas tecnologias nos países em desenvolvimento provavelmente será exacerbado pelo efeito sobre a competitividade de suas indústrias. O que eles têm de vantajoso é, acima de tudo, o baixo custo dos salários. As novas possibilidades da automação podem abalar esta vantagem, já havendo indícios de que este fator está prejudicando as exportações dos países em desenvolvimento e levando a uma realocização da produção nos países desenvolvidos [ver Hoffman (1982 e 1985) e Kaplinsky (1982 e 1984)]. De fato, há um número crescente de estudos a respeito desta questão, porém as implicações destes fatos para o mercado de empregos raramente (ou mesmo nunca) são empiricamente comprovadas. Seja como for, não caberia aqui examinar os dados de que dispomos com relação ao impacto da microeletrônica sobre a competitividade. Porém, convém ressaltar que o efeito negativo sobre os empregos nos países em desenvolvimento pode vir a se tornar mais sério do que o efeito da difusão da microeletrônica nesses países.

### 3.2 — Novos trabalhadores externos?

Os trabalhadores externos são geralmente excluídos das análises empíricas das mudanças no mercado de empregos causadas pela tecnologia, entre outros motivos porque eles raramente entram nas estatísticas oficiais. Na Subseção 2.2 observamos que — ao contrário do que geralmente se supõe — os trabalhadores externos continuam a constituir uma parte importante da força de trabalho industrial, mas que a modernização tecnológica tende a reduzir gradualmente esta prática. A tecnologia baseada na microeletrônica tende a produzir uma certa inversão nesta tendência geral devido a suas características, principalmente o aumento de flexibilidade e a redução de custos de capital. Assim, em princípio existe uma possibilidade de que haja um aumento da produção descentralizada. Este tema é explorado por Huws (1984) em seu recente estudo sobre os novos trabalhadores externos da Grã-Bretanha. Eis as principais conclusões a que chega a autora:

a) a combinação das tecnologias informáticas com as de telecomunicações tornaram tecnicamente possível que um grande número de pessoas trabalhem na área de processamento de dados em terminais fora de suas empresas, podendo inclusive atuar em suas próprias casas;

b) por enquanto, porém, ainda não é economicamente viável adotar esta forma de trabalho em grande escala, exceto no caso de operadores

profissionais de computadores de baixa qualificação, devido ao custo da comunicação;

c) o advento de redes de cabo tenderá a alterar esta situação, tornando economicamente interessante empregar trabalhadores comuns à distância;

d) os trabalhadores externos que utilizam esta nova tecnologia (basicamente profissionais de informática) são, em sua maioria, mulheres na faixa dos 30 anos, com filhos com menos de cinco anos de idade e que trabalham em casa porque também tomam conta destes;

e) os níveis salariais são consideravelmente mais baixos do que os de empregados da mesma categoria que trabalham dentro da empresa e, além disso, alguns trabalhadores externos não recebem uma parte dos benefícios oferecidos a empregados do mesmo nível que trabalham na empresa;

f) é comum surgirem períodos em que falta trabalho e também outros em que a carga é grande demais para que se possa dar conta do serviço no expediente normal, o que causa problemas nos lares; e

g) apesar destes problemas, a prática de trabalhar em casa é, para muitos empregados, bastante vantajosa, sendo seus principais pontos positivos a flexibilidade e a possibilidade de trabalhar ao mesmo tempo em que tomam conta dos filhos.

Cronberg e Sangregorio (1981, p. 76) examinaram esta questão no Japão, porém não encontraram praticamente nenhum sinal de que as novas tecnologias estejam sendo usadas neste sentido:

“O que mais nos surpreendeu foi não encontrarmos nenhuma menção à possibilidade de utilizar as novas tecnologias na área da informática e de telecomunicações no sentido de descentralizar o trabalho ... Teoricamente, as pessoas podiam facilmente trabalhar na mesma companhia e até no mesmo departamento, sem estarem localizadas necessariamente no mesmo prédio.

Podemos imaginar várias maneiras de descentralizar o local de trabalho. O mais extremo seria — para citar uma revista americana — colocar um terminal de computador em cada sala de visitas. Uma solução melhor seria talvez criar escritórios locais onde pessoas que não trabalhariam necessariamente para as mesmas companhias, porém morariam no mesmo bairro, poderiam trabalhar com a ajuda de terminais de computadores e outros equipamentos técnicos ... Quando levantamos esta questão em nossas entrevistas, todos os entrevistados (nenhum dos quais era mulher) disseram que a idéia ia contra o caráter japonês. O estilo de vida do homem japonês seria seriamente ameaçado se ele não pudesse se afastar de sua casa a uma certa distância diariamente.”

Neste caso, ainda se coloca uma outra questão: por que as novas tecnologias não são usadas no Japão para empregar *mulheres* em suas próprias

casas? Porém temos algumas dúvidas a respeito da "explicação cultural" acima. Ela pode ser verdadeira no que diz respeito a empregados *internos* de *grandes* empresas, mas a indústria japonesa tem uma outra face: um grande número de *pequenas* empresas, muitas delas *familiares*, associadas a companhias maiores através de contratos de *subcontratação* [Shinohara (1968) e Watanabe (1971)]. É bem possível que as novas tecnologias venham fortalecer esse padrão de produção e trabalho. Aliás, Watanabe (1983) aborda esta questão num estudo de caso da indústria japonesa eletrônica de máquinas-ferramenta CN (de controle numérico). Embora ainda esteja se iniciando,<sup>10</sup> a difusão deste tipo de equipamento entre as pequenas empreiteiras está crescendo rapidamente: "Como motivo principal para a introdução de máquinas-ferramenta CN, todos os empresários entrevistados mencionaram a necessidade de lidar com pequenas quantidades de trabalhos diferentes, o aumento dos custos de mão-de-obra e a escassez de mão-de-obra qualificada, bem como exigências de qualidade cada vez mais severas" (p. 63). Os que introduziram estas máquinas em anos recentes afirmaram que estava ficando cada vez mais difícil arranjar trabalhos interessantes sem elas, ou devido à natureza dos trabalhos existentes ou dada a baixa taxa de processamento pago pelas empresas subcontratadoras, que pressupunham que as empresas subcontratadas utilizariam máquinas-ferramenta CN.

Uma das principais constatações de Watanabe é que a própria existência da rede de subcontratação estimula o desenvolvimento de máquinas-ferramenta CN pequenas e relativamente baratas. Mas até mesmo máquinas mais sofisticadas, de utilização diversificada, estão sendo usadas pelas empresas familiares: "Para as pequenas empresas, o centro de máquinas é uma solução particularmente atraente, pois uma única máquina pode fazer o trabalho de várias máquinas diferentes (furadeira, broca, etc.), e desse modo economizar espaço e custo de investimento de capital. Como o ciclo de funcionamento vai de 30 minutos a duas ou três horas, as empresas familiares podem continuar a funcionar ininterruptamente enquanto os empresários e suas famílias assistem à televisão, jantam, etc." (p. 25). Porém o autor lembra que ainda é cedo para se saber se as novas tecnologias estão tendo o efeito de aumentar ou reduzir o número de subcontratações: "O efeito líquido destas máquinas sobre a divisão de trabalho entre as empresas ainda não pode ser determinado com facilidade. É necessário esperar e observar as tendências gerais da economia durante os próximos anos" (p. 61). Um estudo realizado subsequente a respeito da indústria automobilística japonesa indica que a difusão das novas tecnologias *não* estimulou a integração vertical. Pelo contrário, as mudanças neste caso são no sentido de estimular (ainda que apenas um pouco) o sistema de subcontratação. Também um estudo de caso realizado por Murray (1983) a respeito da indústria italiana de engenharia indica que

<sup>10</sup> Diversos levantamentos citados por Watanabe (1983 e 1984) indicam que a percentagem de usuários de máquinas CN em empresas com 10 a 29 empregados está entre 24 e 36% e, no caso das empresas com menos de 10 empregados, entre 8 e 12%.

o sistema de trabalhar em casa se encontra longe de estar decaindo. Pelo contrário: o autor observou “um uso mais sistemático da descentralização, com a introdução da informática no planejamento e o aparecimento de máquinas-ferramenta de controle numérico em pequenas oficinas artesanais cada vez mais especializadas” (p. 82).

A compatibilidade entre tecnologia avançada e produção em pequena escala é ressaltada também por Sorge *et alii* (1983, pp. 118-9), que estudaram uma região da Alemanha Ocidental na qual:

“... há cerca de duas mil firmas de instrumentos cirúrgicos ..., a maioria delas organizada em bases artesanais. Estão começando a utilizar fresadoras CNC (de controle numérico computadorizado) ... Consideram tais máquinas particularmente adequadas para a fabricação de instrumentos cirúrgicos devido à estreita faixa de tolerância, às formas geometricamente complexas e à imensa variedade de instrumentos feitos especificamente para um determinado hospital ou professor de cirurgia. Estima-se que haja de 20 a 22 mil instrumentos diferentes. A tecnologia de controle numérico computadorizado fez com que as novas máquinas-ferramenta fossem utilizadas particularmente pelas pequenas empresas, já que ela permite aumentos de produtividade juntamente com a conservação da variabilidade dos produtos ...”

Estes estudos de casos revelam a importância da tecnologia baseada em computadores para o renascimento — ou pelo menos a sobrevivência — da produção descentralizada em pequena escala. Porém, seria prematuro tirar quaisquer conclusões *gerais* em relação a esta questão. Mesmo nos países desenvolvidos, as novas tecnologias estão apenas começando a ter influência sobre os padrões de emprego. É provável que o maior problema da descentralização do trabalho seja o fato de muitas das inovações relacionadas à microeletrônica ainda estarem na primeira geração, e boa parte da diminuição nos custos de capital e do aumento de flexibilidade ainda esteja por vir. Nos países em desenvolvimento, estes problemas são tornados ainda mais complexos pela distância entre os usuários e os fornecedores de tecnologia, sendo estes normalmente estrangeiros. A proximidade e uma maior interação entre fornecedor e usuário é essencial para o bom funcionamento das novas tecnologias, especialmente no que diz respeito a sua manutenção. Este problema é particularmente crítico para as pequenas empresas, pois seu tamanho não comporta a contratação de uma equipe própria de manutenção.

### 3.3 — As novas tecnologias e as qualificações

A discussão a respeito do efeito da microeletrônica sobre as qualificações não passa de uma nova versão de um velho debate, caracterizado pela controvérsia a respeito do efeito do progresso tecnológico sobre a mão-de-obra — segundo alguns, o efeito é de qualificá-la ainda mais e, segundo

outros, de desqualificá-la. Como a microeletrônica ainda é um fenômeno novo, e como há poucos estudos referentes aos países em desenvolvimento, temos que nos basear principalmente (ainda que não exclusivamente) em dados referentes aos países desenvolvidos.

Vejam algumas opiniões divergentes. Senker, Swords-Isherwood e Arnold (1980, pp. 176-7) concluem seu estudo sobre as exigências de qualificações na indústria de engenharia desta forma:

“A principal mensagem deste livro é que a principal exigência para que se tenha sucesso na competição e na utilização da microeletrônica é dispor de uma força de trabalho altamente instruída, formada e qualificada em todos os níveis. Os países que reconhecerem este fato e implementarem políticas adequadas terão êxito na era da microeletrônica.”

Por outro lado, num estudo sobre a mesma indústria, Shaiken (1980, p. 34) escreve o seguinte:

“A fábrica computadorizada contradiz um mito a respeito da automação que vem sendo aceito por muitos: a idéia de que a automação cria mais qualificações novas para os trabalhadores do que as que destrói. Como acontece com muitos mitos, este tem certo grau de verdade. Algumas novas qualificações são de fato criadas, e alguns empregos existentes são enriquecidos com novas responsabilidades. Porém, um número muito maior de empregos ou são eliminados pura e simplesmente ou passam a exigir menos qualificações.”

Por que esta controvérsia? (Os exemplos acima não são casos isolados.) As diferenças provavelmente se devem menos a uma diferença de realidades do que entre abordagens e questões levantadas pelos pesquisadores. A maioria dos estudos encomendados por equipes de treinamento profissional ou por empresas privadas (e órgãos afiliados) examina basicamente a questão sobre os setores em que deverá ocorrer escassez de mão-de-obra. O fato de se exigirem novas qualificações atualmente escassas (sem as quais as recém-criadas tecnologias não poderiam funcionar) é com frequência interpretado como indício da necessidade de aumentar o nível geral de qualificação da força de trabalho. Por outro lado, a maioria das pesquisas realizadas por estudiosos contratados por organizações de trabalhadores, ou que se identificam com estas, dá mais destaque aos efeitos sobre os trabalhadores e qualificações atualmente existentes e, portanto, ressalta, acima de tudo, a perda de empregos e qualificações. Concluir que a verdade está entre estes dois extremos diz muito pouco. A questão é: existem diferenças sistemáticas (de perdas ou ganhos de qualificação) entre as diversas categorias de trabalhadores?

Tais diferenças parecem existir, na medida em que a microeletrônica tem o potencial de aguçar a polarização de qualificação e *know-how*. A automação do corte de metal por máquinas-ferramenta de controle

numérico (CN) é um bom exemplo.<sup>11</sup> Tais máquinas cortam metal do mesmo modo que as máquinas convencionais para uso geral, utilizando os mesmos tipos de brocas e cortadores. A máquina convencional é guiada pelo próprio operador, cuja tarefa é traduzir a informação dada por desenhos numa peça — uma habilidade que só se adquire após anos de formação e experiência prática. Com o advento do controle numérico, os movimentos da máquina são comandados por informações pré-codificadas. O operador apenas aperta o botão de ligar e desligar e o de carregar e descarregar a máquina através de dispositivos convencionais, atuando na maior parte do tempo mais no sentido de monitorar a máquina do que como participante ativo. Agora o período de formação é de meses e não de anos.<sup>12</sup>

Quem decide de que modo a peça é produzida agora é um programador — e não o operador da máquina — preparando a fita que contém as instruções necessárias. Assim, a qualificação profissional foi deslocada do nível do trabalhador para o do funcionário de escritório. O conhecimento que permite *re*-produzir as peças está armazenado na fita, ao passo que o conhecimento que permite criar peças novas é de propriedade dos programadores, um (pequeno) grupo de empregados cuja formação e “cultura profissional” os aproxima dos administradores.<sup>13</sup>

Porém a desqualificação dos trabalhadores não é uma consequência necessária do avanço tecnológico. A tecnologia só faz criar uma possibilidade que pode ser — e muitas vezes é — aproveitada pelos administradores. Não há nada inerente à tecnologia do controle numérico que faça com que seja necessário que a programação e a operação da máquina tenham de ser atribuídas a indivíduos diferentes. Na verdade, a introdução das máquinas de controle numérico muitas vezes vem acompanhada de conflitos entre operadores de máquinas e programadores, relativamente a quem tem o direito de alterar (“editar”) as fitas. (As máquinas da mais recente geração vêm equipadas com um minicomputador que permite que o programa seja alterado na própria máquina: são as CNC.)

Shaiken (1980) julga que a tendência é de os administradores tomarem o partido dos programadores e imporem uma rígida divisão de trabalho, de modo que o planejamento e o controle da fábrica possam ser feitos à

<sup>11</sup> O CN tornou-se importante quando surgiram componentes eletrônicos bem menos poderosos que os microprocessadores, porém estes contribuíram muito para o aperfeiçoamento das máquinas CN, bem como para a sua difusão.

<sup>12</sup> Jacobsson (1982) estima que o operador de um torno mecânico CN necessita de pelo menos seis (e no máximo 12) meses de treinamento e experiência prática; para tornar-se qualificado para operar um torno convencional, são necessários cinco anos de experiência. Noble (1979) e Shaiken (1980) ressaltam que, nas primeiras máquinas CN, a desqualificação dos operadores não foi tanta quanto se esperava devido à baixa confiabilidade das máquinas. Ao contrário do que diziam os anúncios, elas nem sempre produziam peças dentro dos limites de tolerância sem que o operador precisasse intervir manualmente várias vezes.

<sup>13</sup> As qualificações dos operadores e programadores de máquinas CN são analisadas em detalhe em Tauile (1984a).

distância, no escritório. Da mesma opinião participa Noble (1979), com base em pesquisas realizadas nos Estados Unidos, embora ele também se refira a uma experiência na Noruega, em que "os operadores são encarregados de todas as tarefas de edição". Analogamente, Sorge *et alii* (1983) constataram que as empresas alemãs enfatizavam a utilização da "inteligência na fábrica" e a participação de planejadores, programadores, contramestres e operadores de máquinas nas funções relacionadas à programação. Por outro lado, verificaram que na Grã-Bretanha a programação é geralmente uma tarefa especializada, que não passa pelos contramestres e está fora do controle dos operadores. É também o que ocorre no Brasil, onde segundo Tauile (1984a) estas funções tendem a ser diferenciadas e atribuídas a pessoas diferentes. Aliás, os dados por ele recolhidos indicam que, para as companhias brasileiras, a possibilidade de depender menos da habilitação dos trabalhadores e de aumentar o controle por parte dos funcionários de escritório é um dos principais motivos para a aquisição do equipamento. Além disso, "os fabricantes e vendedores parecem dar ainda mais valor a este fato, chegando a prometer aos compradores em potencial, como estratégia de *marketing*, que seus problemas com os trabalhadores desaparecerão se eles adotarem máquinas-ferramenta de controle numérico" (p. 27).

Assim, as experiências de diferentes países variam bastante no que diz respeito à polarização de qualificações e *know-how* causada pela adoção do CN ou CNC. A história e as tradições de cada país influenciam as estratégias e enfoques dos administradores, sindicatos e instituições de formação técnica, e estas diferenças, por sua vez, influenciam a maneira como eles reagem às novas tecnologias.

As diferenças nacionais interagem com outros fatores: o tamanho da empresa e o volume do metal processado pela máquina. Por exemplo, referimo-nos acima à conclusão a que chegaram Sorge *et alii* (1983), de que na Alemanha Ocidental era mais comum a programação se dar no nível do operador do que na Inglaterra. Porém, esta diferença era mais pronunciada nas grandes empresas, enquanto nas pequenas foi constatada muita flexibilidade quanto à atribuição das funções ligadas à programação. A influência do volume de metal processado também deve ser levada em conta, pois as grandes empresas podem se especializar em pequenos volumes, e vice-versa. Como ressaltam Sorge *et alii* (1983, p. 150), "a polarização de funções e qualificações está muito intimamente associada ao volume do metal processado. É fácil entender por quê: quanto menor o volume, maior a necessidade de estar freqüentemente alterando a programação das máquinas e, portanto, menor a diferença entre a função de programador e a de operador".<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Porém, suas próprias constatações apontam para a necessidade constante de fazer ressalvas a tais afirmações, já que — especialmente no que diz respeito às grandes empresas que trabalham com pequenos volumes de metal — observaram-se diferenças consideráveis de grau de envolvimento do operador na programação entre Alemanha e Grã-Bretanha.

Em última análise, a questão de a utilização da microeletrônica levar ou não à desqualificação dos trabalhadores depende, naturalmente, dos termos de comparação empregados. Por exemplo, na usinagem de metais pode haver um aumento da qualificação dos trabalhadores se a introdução do controle numérico computadorizado for precedida pela utilização extensa do controle numérico (já que o CNC facilita a programação no nível da fábrica e o CN vem associado à programação centralizada). Analogamente, se o CNC (ou o CN) for introduzido em áreas onde antes não se conheciam máquinas-ferramenta (o que é bastante comum nos países em desenvolvimento), a questão da desqualificação simplesmente não é colocada. Numa abordagem geral como a presente, devem-se levar em conta exemplos como este. Mas o caso mais comum é aquele em que máquinas-ferramenta convencionais são substituídas por outras controladas eletronicamente (CN ou CNC). Não há muita dúvida de que este processo provoca a desqualificação dos trabalhadores, muito embora o grau desta desqualificação varie, principalmente de acordo com uma maior ou menor participação dos operadores nas atividades de programação. Mesmo nos contextos em que prevalece a participação do trabalhador na programação, a tendência é haver uma perda líquida de qualificações, se medirmos os níveis de qualificação pelo tempo que uma pessoa sem experiência leva para executar uma tarefa com produtividade média. As qualificações informáticas exigidas pela programação no nível do operador podem ser adquiridas relativamente depressa, certamente mais depressa do que a qualificação necessária para se trabalhar com máquinas-ferramenta para uso geral do tipo convencional. Este fato básico não deve ser obscurecido pela diversidade de experiências que encontramos no campo da usinagem de metais. Talvez o dado que mais comprove esta conclusão seja o mencionado por Watanabe (1984). Segundo ele, as pequenas empresas japonesas adotam as máquinas CNC principalmente para contornar o problema da escassez de trabalhadores qualificados.

Consideremos agora algumas outras indústrias. A gráfica é uma das que mais sofreram o impacto das novas tecnologias. A composição tipográfica e a fotocomposição computadorizadas não requerem a formação de artesãos por aprendizagem, como ocorria com a velha tecnologia [Zimbalist (1979) e ILO (1981)]. Estudos de casos recentes levantam muitos outros exemplos de desqualificação. Assim, por exemplo, Hugget (1980) comenta que, em certos tipos de soldagens, os novos sistemas controlados por computadores terão menos necessidade de soldadores qualificados (particularmente no setor da engenharia pesada, que lida com grandes volumes e ciclos de soldagem relativamente longos). A automação na indústria do vestuário ainda está nos primórdios, mas Hoffman e Rush (1982 e 1984) mostram que as novas tecnologias adotadas tendem a diminuir o tempo necessário para a formação de trabalhadores nas etapas de compra, corte, costura e acabamento.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Em algumas firmas britânicas, a nova tecnologia foi introduzida com o fim específico de abalar o poder dos cortadores, altamente qualificados e bem-remunerados, e seus sindicatos (informação dada por Kurt Hoffman).

Buchanan e Boddy (1983), examinando a indústria de fabricação de biscoitos, afirmam que, com a introdução de equipamentos computadorizados na preparação da massa, operadores semiqualeificados *substituíram* empregados com muitos anos de experiência. Por outro lado, as novas tecnologias *complementaram* as qualificações e conhecimentos dos "forneiros". Não custa repetir que *a nova tecnologia em si não é desqualificante. Ela tende a ter este efeito quando a administração quer aumentar seu controle sobre o processo industrial.*<sup>16</sup>

O controle é essencial, mas não se deve exagerar, sendo necessário encontrar um ponto de equilíbrio especialmente quando se utilizam tecnologias de automação. O aumento do controle por parte da administração em muitos casos só é possível de se obter em detrimento de três outros objetivos: a inovação no nível da fábrica, o envolvimento e a flexibilidade. Vejamos por quê: a) *Inovação*: para que se possa controlar o modo como as tarefas são feitas e seu ritmo de execução, é necessário separar a concepção da execução para empregar a terminologia de Braverman (1974). Quanto mais se consegue fazer esta separação, menos o trabalhador compreende o processo de produção no qual ele está envolvido, e menos capaz ele se torna de fazer sugestões construtivas para aperfeiçoá-lo. Porém, a literatura mais recente sobre as inovações técnicas (principalmente no que diz respeito aos países em desenvolvimento) dá ênfase à participação do trabalhador. Isto não no sentido de fazer mudanças radicais, e sim pequenos ajustes e adaptações, os quais, somados, podem ser fundamentais para o sucesso na inovação tecnológica. Esta questão, ainda que importante, não poderá ser desenvolvida mais extensamente no presente trabalho, já que nosso tema é o impacto da introdução de novas tecnologias sobre a qualificação do trabalhador, e não as qualificações necessárias para gerar inovações tecnológicas. As duas questões estão interligadas e têm vários pontos em comum, porém a segunda já gerou todo um debate específico, o qual, no caso dos países em desenvolvimento, recebeu a rubrica de "questão da capacidade tecnológica nativa" [ver, por exemplo, Fransman e King (1984)]. b) *Envolvimento*: a separação entre concepção e execução reduz não apenas a compreensão que o trabalhador tem do processo de produção como também seu interesse pelo trabalho. Seria desnecessário mencionar toda a literatura que versa sobre o problema da alienação no trabalho. Porém, a alienação e o desinteresse do trabalhador têm um preço muito alto na produção automatizada, podendo sua negligência causar graves prejuízos. O maior problema cotidiano é minimizar o tempo durante o qual as máquinas permanecem ociosas. Este problema é agravado quando a automação é integrada, pois uma interrupção numa unidade pode causar paradas muito mais dispendiosas nas unidades seguintes. Assim, o que mais se exige do

<sup>16</sup> Neste contexto, a obra de Rosenbrock (1984) e seus colaboradores na University of Manchester (Institute of Science and Technology) deve ser mencionada. Seu objetivo é demonstrar que é possível projetar sistemas automáticos economicamente viáveis que, longe de reduzir, aumentem as qualificações do trabalhador.

trabalhador não é qualificação técnica e sim atenção, vigilância, responsabilidade e capacidade de prever. Já mencionamos essa questão quando discutimos a produção em fluxo contínuo (Subseção 2.4). O que se deve ressaltar aqui é, primeiro, que um problema semelhante vai surgir com a automação baseada na eletrônica e, segundo, que quanto maior o controle sobre o processo de trabalho, menor o envolvimento ativo dos trabalhadores no processo de produção, a menos que a administração consiga obter esta colaboração ativa através de outros meios. Voltaremos a esta questão na Subseção 3.4. c) *Flexibilidade*: quanto maior a separação entre concepção e execução, mais difícil se torna reagir rapidamente a mudanças na demanda. Porém, este é um dos principais motivos para se adotarem as novas tecnologias; já que elas reduzem consideravelmente o tempo de conversão, é possível gerar produtos variáveis a um custo que antes só era viável através de economias de escala. Esta vantagem pode vir a ser particularmente importante em épocas de crise generalizada. Assim, Sorge *et alii* (1983, p. 154) comentam que, “numa situação de crescimento econômico lento ou inexistente, as empresas precisam servir a pequenos nichos de mercado e não a grandes mercados de massa homogêneos. Assim, torna-se necessário fabricar produtos mais individualizados, personalizados, e um número maior de produtos variantes ... A expansão do mercado, ou mesmo a manutenção da participação no mercado, só é considerada possível com uma maior variedade de produção”.

Muito embora os tempos de conversão sejam muito mais curtos em equipamentos programáveis, a alta variabilidade dos volumes de metal é um problema para as firmas em que há um alto grau de divisão de trabalho e controle sobre o processo de produção. Surge a necessidade de alta variabilidade no nível da máquina e do operador desta, o que é inviável quando se dispõe de uma força de trabalho de baixa qualificação. Porém, não se deve exagerar, como parece ser o caso de Sorge *et alii* (1983, p. 155), que chegam a concluir que a necessidade geral de “conversões freqüentes de máquinas e volumes menores ... requer um tipo de organização sócio-técnica em que cada vez se dá mais ênfase à manutenção ou aumento de qualificações dos trabalhadores”, o que resulta numa “despolarização das estruturas de qualificações”.

Seja como for, nossas posições básicas no que diz respeito às qualificações dos trabalhadores são: primeiro, a tecnologia baseada na eletrônica em si não implica necessariamente nenhum tipo de conseqüência; segundo, a desqualificação é uma questão que deve ser entendida dentro do contexto das estratégias de administração que visam aumentar o controle sobre o processo de produção; terceiro, ainda que as novas tecnologias permitam que a administração exerça um grau de controle jamais alcançado anteriormente, há restrições e efeitos indesejáveis deste controle que se tornam mais importantes com a difusão das novas tecnologias.

Para avaliar de que modo essas tecnologias alteram as exigências de qualificação, é preciso dar igual atenção ao modo como elas afetam os trabalhadores semiquualificados ou relativamente não-qualificados. O que elas fazem é reduzir substancialmente o número de trabalhadores desse

tipo. Um bom exemplo nos é dado pelos robôs empregados em atividades como a pintura e a soldagem:

“Na produção em grande escala, tende a haver uma redução de demanda de trabalhadores menos qualificados. Os novos sistemas empregarão máquinas para substituir os trabalhadores menos qualificados que atuam em: *a*) tarefas relativamente simples de manipular equipamentos de soldagem de modo repetitivo e padronizado — em alguns casos, trata-se de rotinas muito simples de ligar e desligar e de monitoramento básico; e *b*) tarefas auxiliares de manipulação que ainda não foram mecanizadas, mas que deverão vir a sê-lo” [Hugget (1980, p. 46)].

A montagem é provavelmente a atividade que mais emprega trabalhadores de baixa qualificação na indústria. Tal atividade ocorre principalmente na produção de equipamentos elétricos, instrumentos e aparelhos eletrônicos e na fabricação de veículos motorizados. Embora a maior parte do trabalho de montagem continue a ser realizada manualmente (mesmo nos países desenvolvidos), os equipamentos automatizados estão ganhando espaço. O método não manual mais empregado em atividades de montagem em grande escala é o das máquinas de montagem automática fixas. Trata-se de um conjunto de máquinas simples, cada uma colocada num ponto de uma correia transportadora; cada qual desempenha uma tarefa simples sobre o produto, tarefa esta que antigamente era executada por trabalhadores de baixa qualificação. Nos casos em que se torna necessário inserir componentes eletrônicos em circuitos, máquinas de inserção automática reduziram a necessidade de empregar trabalhadores (por exemplo, nas indústrias de computadores, equipamentos de escritório, televisão e telecomunicações). Porém, mesmo quando a inserção automática é empregada, certos componentes muitas vezes precisam ser inseridos manualmente, devido à sua forma irregular ou à variação de componentes [Senker (1980)].

A sobrevivência ou não do trabalho manual em linhas de montagem vai depender muito do progresso no campo da automação de montagem *programável*. Pesquisas intensas estão sendo realizadas nos Estados Unidos, Japão e Europa no sentido de produzir robôs de montagem economicamente viáveis e programáveis (em oposição a máquinas para uso específico). A chave desta tecnologia está no *feedback* contínuo de informações visuais ou sensoriais, de modo que a máquina possa se ajustar à medida que for havendo necessidade. Já existem robôs deste tipo em uso, mas ainda há um número relativamente pequeno de robôs de montagem, em comparação com o número de “robôs de processamento”, que executam tarefas tais como soldar, furar ou pintar. Está claro que ambos os tipos de robô podem incumbir-se de trabalhos monótonos e/ou perigosos e, portanto, reduzir o contingente de trabalhadores de baixa ou nenhuma qualificação empregados na indústria.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Com relação ao uso de robôs em vários países europeus, ver Commission of the European Communities (1982).

Porém, os efeitos da robotização sobre a mão-de-obra de baixa ou nenhuma qualificação não estão claramente definidos, como se depreende de um estudo de caso de uma fábrica de automóveis americana, em Shaiken, Kuhn e Herzberg (1984, p. 58) :

“O Robogate, os robôs *respot*, as máquinas de soldagem automática e as correias transportadoras controladas por computadores instalados em 1980 preencheram as expectativas: melhoraram a produtividade e a qualidade do trabalho e baixaram consideravelmente os custos de conversão de máquinas. O sistema também eliminou uma série de empregos perigosos e indesejáveis. Para muitos trabalhadores de produção ... que permanecem na fábrica, porém, houve uma deterioração significativa no ambiente de trabalho.

Houve uma intensificação do trabalho e uma perda de qualidade de vida no local do trabalho dos operários que trabalham na construção de carrocerias, devido ao fato de que as tarefas de submontagem agora estão ligadas a uma linha, a qual, juntamente com a linha de montagem principal, se desloca mais depressa e sofre interrupções que escapam ao controle dos trabalhadores.”

Embora seja necessário levar em conta casos como este, também vale a pena lembrar que tais casos não são uma consequência direta nem necessária da automação. Eles surgem, em primeiro lugar, porque a automação da fábrica não é uniforme em todas as suas unidades e, em segundo, devido à maneira como a administração organiza o processo de produção.

As mudanças sofridas pelas qualificações já examinadas são acompanhadas por novas exigências de qualificação, essencialmente em duas áreas: *programação* (produção de *software*) e *manutenção* (conservação do *hardware*). Começemos com a manutenção. Sem dúvida, as qualificações tradicionais de pessoal de manutenção são inadequadas para lidar com equipamentos automáticos cada vez mais sofisticados. A questão é saber se isto implica um aumento de qualificações de toda a força de trabalho ou só de alguns indivíduos. Num dos primeiros estudos sobre o efeito da microeletrônica sobre a indústria de engenharia, Senker, Swords-Isherwood e Arnold (1980, pp. 172-3) tendem a aceitar a segunda alternativa:

“A instalação e a manutenção tendem a sofrer mudanças drásticas com o advento da microeletrônica. Onde ocorre a substituição de equipamentos eletromecânicos por equipamentos microeletrônicos, pode-se dizer, com base em dados substanciais, ... que o número de pessoas necessárias para o desempenho destas funções sofre uma redução considerável. Porém, tudo indica que há uma demanda pequena, mas importante, por indivíduos altamente qualificados para trabalhar em instalação e manutenção ...

Os industriais estão conscientes da necessidade de utilizar equipamentos automáticos de detecção de falhas para simplificar a manutenção ... se o conseguirem, então será pequena a demanda por empre-

gados na área de manutenção altamente qualificados em diversas áreas ... os equipamentos automáticos de detecção de falhas talvez reduzam as exigências de qualificação — e até o número necessário — de pessoal de manutenção menos qualificado. Esta possibilidade de polarização de qualificações tem muitas conseqüências, talvez sérias ...”

Porém, num estudo realizado posteriormente a respeito das qualificações na área de manutenção da indústria de engenharia britânica, os próprios Senker *et alii* (1981, p. 34) constataram:

“Nada indica que as novas tarefas criadas que não exigem qualificações — tais como a substituição de placas de circuitos eletrônicos — estejam sendo subdivididas em empregos que não exigem trabalhadores qualificados. Na verdade, a necessidade de rapidez na detecção e conserto de falhas exige que um mesmo trabalhador possua diversas qualificações diferentes.”

E concluem (p. 33):

“... que a proporção entre pessoal qualificado de manutenção e total da força de trabalho tende a crescer; que este pessoal de manutenção tende a precisar de uma gama mais ampla de qualificações no futuro ... A tendência é no sentido de o pessoal de manutenção ganhar mais qualificações, e não se desqualificar.”

Hoffman e Rush (1984, p. 5.37) chegam a uma conclusão semelhante em sua pesquisa sobre empresas na indústria do vestuário que estão se automatizando: “Embora as mudanças ocorram lentamente, claramente a tendência é no sentido de aumentar a qualificação do pessoal de manutenção no campo da eletrônica”. Foi também esta a conclusão a que chegaram Shaiken, Kuhn e Herzberg (1984, p. 34) em seu estudo de caso sobre o emprego de mecanismos automáticos programáveis na produção de automóveis:

“O advento de robôs soldadores ampliou a gama de qualificações exigidas dos reparadores de soldagens ... Tornou-se necessário que eles saibam programar e cuidar da manutenção dos robôs e compreendam os controladores lógicos programáveis ..., bem como saibam consertar as correias transportadoras e *monotracors* mais sofisticados que levam as peças até os robôs soldadores. Até certo ponto, os reparadores de soldagens assumiram responsabilidades tradicionalmente atribuídas a artesãos, especialmente reparadores de máquinas, eletricitas e ferramenteiros. Aliás, o diretor de engenharia de fabricação considera o reparo de soldas uma parte importante da estratégia da empresa de aumentar a produtividade combinando classificações.”

A necessidade de mais qualificações na área de manutenção é provavelmente ainda maior nos países em desenvolvimento, devido à distância que os separa dos fornecedores de tecnologia. As empresas localizadas nos países desenvolvidos têm acesso mais imediato aos serviços de manutenção oferecidos pelo fornecedor do equipamento ou por firmas especializadas em reparos; mesmo quando utilizam basicamente suas próprias equipes de manutenção, a possibilidade de recorrer a uma fonte externa de manutenção é importante. Nos países em desenvolvimento, isto é extremamente difícil, especialmente quando se trata de novas tecnologias baseadas na eletrônica. Escreve Tauile (1984a, p. 102) :

“A difusão das máquinas-ferramenta de controle numérico no Brasil foi prejudicada pela dificuldade de assegurar uma manutenção eficiente. Por um lado ... havia uma escassez de mão-de-obra qualificada e competente nos quadros das empresas que adotaram as novas máquinas-ferramenta e no mercado de trabalho em geral. Por outro lado, os serviços de manutenção oferecidos pelos fornecedores de máquinas importadas e de máquinas de produção nacional eram bastante deficientes. Os fabricantes de máquinas exportadas para o Brasil estavam longe demais para atender seus clientes prontamente ... Havia também — como ainda há — entraves legais e burocráticos à importação de peças e componentes. Os serviços de manutenção prestados pelos fornecedores locais eram inadequados, devido à falta de experiência do próprio fabricante na produção local de tecnologia de ponta.”

A situação é bem semelhante no campo do *software* — a estrutura e seqüência detalhada de instruções de programação. De início, o termo “programação” abrangia todas as atividades necessárias para se instruir o computador. Hoje em dia há muitas subdivisões. Em particular, a tarefa conceitual de criar um programa está cada vez mais sendo separada da tarefa mecânica de escrever as instruções detalhadas. Aquela tarefa é atribuição do “analista de sistemas”, e exige um conhecimento extenso das potencialidades tanto do *software* quanto do *hardware*. Já esta pode caber a um especialista menos qualificado, pois exige basicamente o conhecimento da “linguagem” que o computador entende. Assim, embora a sofisticação crescente do *hardware* apresente desafios constantes à criatividade dos especialistas em *software*, ela não implica um aumento *geral* das qualificações na área da informática. Pelo contrário: “no campo do *software*, está havendo uma polarização de profissões ... A programação sofre um processo contínuo de fragmentação e rotinização, e os programadores, enquanto grupo, sofreram uma acelerada desqualificação” [Kraft (1979, p. 17); ver também Duncan (1981)].

Esta conclusão aparentemente categórica deve ser encarada com diversas ressalvas, principalmente quando se consideram as qualificações no campo do *software* nos países em desenvolvimento. Em primeiro lugar, a programação ainda é uma profissão em estado de formação, em que as divisões de trabalho ainda podem mudar bastante. Em segundo, várias formas de

fragmentação de tarefas, como a “programação estruturada”, só são viáveis quando há necessidade de programação em grande escala. Em terceiro, a questão da desqualificação só se coloca quando antes já existiam qualificações integradas. Em quarto, a tendência à polarização de qualificações é neutralizada por uma escassez de programadores, especialmente — mas não exclusivamente — os mais qualificados.<sup>18</sup>

A maneira mais fácil de resolver o problema da escassez de programadores é utilizar a programação de aplicações (a adaptação de programas-padrão a tarefas específicas) e programas de operação para microcomputadores. Estas são as tarefas que mais surgem na programação de robôs e máquinas de controle numérico. A escassez de analistas e engenheiros de sistemas é mais problemática. Entre estas tarefas incluem-se a criação de novos programas, a realização de alterações simultâneas em *hardware* e *software* e a associação de atividades diferentes (como projeto e fabricação) por meio do computador. Em princípio, seria possível contratar indivíduos com as qualificações desejadas à medida que surgissem necessidades específicas. Mas nesse caso, como no da manutenção, as empresas localizadas em países em desenvolvimento são muitas vezes prejudicadas. A distância geográfica entre a empresa e os fornecedores de tecnologia torna desaconselhável que se dependa de qualificações no campo do *software* só encontráveis no estrangeiro. De modo geral, a informática e a eletrônica são duas áreas em que a escassez de qualificações é um problema sério.

O surgimento de novas profissões no campo da informática é um fenómeno incontestável em todo o mundo, e a necessidade de uma maior expansão na área é constantemente enfatizada na literatura. Porém, é necessário que se dê mais atenção à introdução de novos componentes informáticos em qualificações já existentes, ao invés de se preocupar exclusivamente com a formação de especialistas em computadores. Isto não deve ser uma tarefa difícil, pois por trás do jargão da informática não há tantos segredos assim. Como ressaltaram Sorge *et alii* (1983), as aplicações da microeletrônica estão se tornando menos intelectualmente exigentes, menos dependentes de conhecimentos especializados e mais fáceis de empregar. Embora seja verdade que os engenheiros de *software* ainda sejam muito disputados, há que reconhecer que o trabalho destes especialistas vem tendo o efeito de tornar o processamento de dados cada vez mais fácil para o leigo. Assim, à medida que se difunde a tecnologia de informação, cada vez torna-se menos necessária a criação de especialidades altamente qualificadas no campo da informática. O que aumenta

<sup>18</sup> Cumpre acrescentar que as diversas formas de fragmentação de tarefas e simplificação de trabalho aumentaram a produtividade no *software*, mas foram muito mais rápidos ainda os aumentos na produção de *hardware*. Na verdade, o custo do *software* aumentou consideravelmente em relação ao do *hardware* [Wills (1983)]. Também este fator deve diminuir a velocidade de difusão das inovações baseadas na microeletrônica, principalmente nos países em desenvolvimento.

é a necessidade da introdução de elementos de *software* e/ou *hardware* nos cursos de formação já existentes, com aplicações muito específicas às diferentes atividades.

Resumindo nossa avaliação das mudanças no campo das qualificações: embora ainda seja cedo para se chegar a conclusões definitivas, já se podem perceber certas tendências. Em muitos casos, a adoção de novas tecnologias significa que tarefas que antes eram assumidas por indivíduos altamente qualificados, no nível da fábrica, agora podem ser executadas por um número menor de trabalhadores menos qualificados. Em outros casos, tarefas que já haviam sido desqualificadas foram inteiramente abolidas pela automação. Estas mudanças são acompanhadas por um crescimento no número de qualificações em duas áreas em particular: programação e manutenção eletrônica.

É necessário encarar a maneira como a administração aborda as questões de qualificação e treinamento no contexto de uma estratégia geral de produção automatizada. Sem dúvida, o advento da microeletrônica torna um pouco mais realista um velho sonho taylorista: a centralização do planejamento e do controle de produção no escritório. Hoje, como nunca antes, a administração pode determinar a velocidade e o modo como os produtos são feitos alimentando instruções, através de um programa de computador, diretamente na máquina. Porém, este processo é contraditório: se por um lado as novas tecnologias criam possibilidades sequer imaginadas antes no que diz respeito ao controle por parte da administração, a adoção de um modelo taylorista rígido é contraproducente no caso da automação.<sup>19</sup> As interrupções imprevistas e o alto custo da ociosidade dos equipamentos exigem acima de tudo uma força de trabalho flexível, envolvida e atenta, e a responsabilidade passa a ser uma qualidade mais importante do que a simples qualificação técnica. Na subseção seguinte, continuaremos a investigar esta questão.

### 3.4 — A automação e o salário-confiabilidade

Nossas pesquisas no campo da *produção em fluxo contínuo* e as constatações de outros pesquisadores nos levam a propor a existência de um “salário-confiabilidade” (Subseção 2.4). Recapitulando: os empresários que adotam a produção automatizada parecem estar dispostos a pagar salários altos (e oferecer possibilidades de promoção na empresa) a fim de estabilizar sua força de trabalho e conseguir um desempenho *confiável*. A justificativa desta política em relação aos empregados parece ser acima de tudo determinada pelas condições tecnológicas. Os custos das interrupções na produção são extremamente altos, como também o são os custos dos danos ao equipamento e da fabricação de produtos de qualidade inferior.

<sup>19</sup> Esta minha conclusão foi influenciada por conversas com Benjamin Coriat.

É a conclusão a que chegamos após analisarmos as fábricas automatizadas que fabricam produtos *dimensionais*, tais como fibras sintéticas, aço ou cimento. Acima de tudo, a microeletrônica teve o efeito de facilitar a automação da fabricação de produtos *descontínuos* (por exemplo, peças de metal, automóveis e máquinas de escrever). A questão é se as empresas que fabricam produtos descontínuos adotam políticas em relação à mão-de-obra semelhantes às das que fabricam produtos dimensionais.

No momento, dispomos de poucos estudos que abordem tais questões, mas já existem alguns indícios que parecem confirmar nossa proposição. São dados oriundos de diversos tipos de usinagem de metais, em que a automação tende a reduzir as exigências de qualificação. Portanto, em relação às qualificações, a seleção de operadores manuais é relativamente fácil, embora os empregadores se preocupem com a responsabilidade destes. Afirma com veemência um executivo da área de máquinas-ferramenta: "Se você tem um centro de usinagem de 500.000 dólares, você não quer que um palhaço qualquer aperte o botão errado, mesmo que a máquina tenha todos os mecanismos de segurança já inventados" [citado em Shaiken (1980, p. 17)].

Sem dúvida, a vontade de reduzir o envolvimento do operador nem sempre vem acompanhada da capacidade de fazê-lo. O corte de metal é um processo tão variado que mesmo nos equipamentos de CN da última geração o operador tem de monitorar a máquina e intervir quando ocorre algum problema. Não é necessário pensar-se nos casos mais sérios em que o operador não desliga uma máquina que está prestes a arrebentar-se. A preocupação cotidiana mais comum é minimizar o tempo de ociosidade dos equipamentos caros. Neste ponto, os empregadores continuam a depender de seus operadores (ainda que menos do que no caso de máquinas convencionais). A questão é abordada por dois engenheiros, Doring e Salling (1971):

"Afirma-se que, com a automação, o ciclo de fabricação é basicamente controlado pela máquina e, portanto, o papel do trabalhador é menos importante. A falácia deste raciocínio reside no fato de que, se o trabalhador se esquiva do serviço ou se descuida da máquina por qualquer motivo, tanto a utilização quanto o lucro subsequente sobre o investimento sofrem drasticamente."

As premissas básicas por trás da concepção e desenvolvimento das máquinas CN visam à capacidade de usinar configurações além do alcance das máquinas convencionais. Além disso, elas "desqualificam" o operador. Porém, surpreendentemente, o elemento humano continua a ser um fator importante na otimização da utilização e produção destas máquinas. Este fato representa um problema constante para os administradores, pois torna-se necessário um nível máximo de utilização para que se possa garantir um rendimento satisfatório do investimento [citado em Noble (1979, p. 44)].

Se os empregadores ajustam suas políticas em relação à mão-de-obra a esta realidade já é uma outra questão. O estudo de Tauile (1984a) a respeito da utilização de máquinas CN no Brasil indica que sim. O autor constata (pp. 109-10) :

“... uma tendência a pagar salários mais altos aos operadores de MFCNs (máquinas-ferramenta de controle numérico), ou concedendo-lhes promoções ou proporcionando-lhes um nível salarial superior ao dos empregados que trabalham em atividades de usinagem semelhantes em equipamentos convencionais ... apesar de ser necessário menos tempo de treinamento para um trabalhador poder operar uma MFCN ... Julgamos que esta diferenciação salarial representa essencialmente uma remuneração pela confiabilidade dos empregados responsáveis pela operação de equipamentos tão caros e estratégicos.”

Curiosamente, o autor constatou também que estes operadores eram geralmente recrutados dentro da própria empresa e que a rotatividade de mão-de-obra era baixa.

A gravidade do problema do tempo de ociosidade das máquinas fica particularmente clara após a leitura do estudo já mencionado sobre uma fábrica de automóveis americana [Shaiken, Kuhn e Herzberg (1984)], que adotou a tecnologia de soldagem de chassi mais avançada que existe (o sistema Robogate) :

“Antes da adoção do sistema Robogate, as tarefas de montagem da carroceria não eram muito interdependentes. Assim, por exemplo, se o equipamento de soldagem sofresse alguma avaria, o processo de produção só era interrompido por pouco tempo e numa área muito limitada (p. 12).

[Com a nova tecnologia,] quando há algum problema em uma parte do sistema, de 30 a 100% do processo de montagem da carroceria são rapidamente paralisados. Explicou o superintendente de soldagem: ‘Agora tudo está interligado. Quando uma parte é paralisada, ela afeta um número muito maior de operações do que ocorria no passado ...’ Um supervisor de produção foi mais sucinto: ‘Se um dos sistemas pára, logo pára todo o sistema’ (p. 27).

O tempo de ociosidade elevado e variável do sistema é um problema sério, e tem uma influência negativa direta sobre a qualidade de vida no local de trabalho, afetando tanto os supervisores quanto os trabalhadores no processo de montagem da carroceria” (p. 21).

Já abordamos (Subseção 3.3) as conseqüências deste fato para os trabalhadores que atuam no processo de produção. Quanto aos supervisores, “a responsabilidade pela operação e manutenção do sistema, que é complexo e altamente integrado, faz com que os supervisores — principalmente os supervisores de reparos — trabalhem sob muita tensão” (p. 58). A “pressão tecnológica” causada pela natureza integrada da produção é ainda exa-

cerbada pela “pressão social” oriunda dos superintendentes e administradores de escalão mais elevado. Shaiken, Kuhn e Herzberg ressaltam que, como conseqüência das tensões do ambiente de trabalho, a rotatividade de mão-de-obra na categoria de supervisão é extremamente elevada. Assim, a rotatividade elevada é colocada como uma *conseqüência* do alto custo da ociosidade.

A questão que gostaríamos de colocar é: não seria esta alta rotatividade de mão-de-obra a *causa* das freqüentes interrupções do fluxo de produção? Em outras palavras: nas fábricas automatizadas, para que o fluxo de produção seja contínuo é necessário que a administração encare a mão-de-obra de modo diferente. É necessária uma abordagem que: *a)* reconheça a pressão psicológica implicada pela operação e manutenção de um sistema complexo e integrado; e *b)* aumente a capacidade dos trabalhadores e supervisores de suportar esta pressão. (Observe-se que nosso argumento não tem fundamentação moral, e sim econômica.) E voltamos aos conceitos que consideramos fundamentais para uma análise da produção automatizada: *eficiência* e *confiabilidade coletivas*. Como ressaltamos acima (Subseção 2.4), estes dois objetivos só podem ser alcançados se as relações de trabalho forem estáveis. A estabilidade, por sua vez, só pode ser obtida (sob as condições de um mercado de trabalho competitivo) se a administração oferecer salários altos<sup>20</sup> e boas perspectivas de promoção.

Resumindo nossa defesa do salário-confiabilidade na automação baseada na microeletrônica: há pressões tecnológicas fortes que pedem que a utilização da mão-de-obra tenda à produção em fluxo contínuo; porém, os dados que indicam que este tipo de produção está de fato sendo implementada são escassos, talvez até insignificantes e indiretos. É de se esperar que esta questão seja explorada em estudos futuros, porque — como já observamos na Subseção 2.4 — o salário-confiabilidade tem implicações teóricas e políticas que vão além dos limites estreitos da utilização de mão-de-obra num contexto tecnológico.

### 3.5 — A fábrica do futuro

Para concluir esta seção, gostaríamos de colocar uma pergunta de caráter geral sobre a “revolução da microeletrônica”: será que a microeletrônica, no que diz respeito ao seu *impacto sobre a mão-de-obra*, implica de fato uma solução de continuidade?<sup>21</sup> Temos algumas dúvidas quanto a isto.

No presente trabalho, examinamos o impacto de diversas tecnologias, das mais rudimentares às mais sofisticadas. Constatamos algumas tendên-

<sup>20</sup> Na sociedade japonesa, o incentivo material parece ser menos importante, primeiro por causa de uma tradição histórica de responsabilidade grupal e, segundo, por causa do sistema de emprego vitalício adotado pelas grandes empresas [cf. Watanabe (1984)].

<sup>21</sup> Erber (1984) apresenta uma visão geral, ainda que breve, dessa questão.

cias, particularmente no que diz respeito à composição da força de trabalho, qualificações exigidas, rotatividade de mão-de-obra e salários. Nossa conclusão é que a difusão das tecnologias baseadas na microeletrônica implica uma continuação de tendências já existentes, referentes a mudanças induzidas na utilização de mão-de-obra.<sup>22</sup> Porém, ela pode vir a acelerar estas tendências no futuro.

Esta aceleração vai depender da rapidez e do padrão de difusão da microeletrônica. As aplicações já ocorridas implicam, de modo geral, que apenas partes do processo de trabalho das empresas são afetadas. Porém, o potencial total das novas tecnologias de automação só é explorado quando são realizadas *economias de sistemas*. Como todos eles utilizam a mesma lógica binária, os sistemas eletrônicos oferecem a possibilidade de associar diversas atividades. O exemplo mais conhecido é o desenho auxiliado por computador/fabricação auxiliada por computador (CAD/CAM). Esta associação teria de ser ainda mais intensificada, incluindo a utilização da eletrônica na contabilidade e no *marketing*, para que o aproveitamento dos sistemas fosse maximizado. Algumas firmas japonesas, européias e americanas já estão partindo para estas "fábricas do futuro", sendo que os obstáculos que vêm encontrando são menos de ordem técnica do que financeira e política [Kaplinsky (1984)]. Mesmo que esses obstáculos possam vir a ser vencidos, é pouco provável que tais fábricas se tornem comuns nos países menos desenvolvidos antes do ano 2000.

#### 4 — O que falta fazer

Nesta seção final, examinamos as perspectivas para o futuro próximo e questionamos que posição os países em desenvolvimento devem adotar em relação às novas tecnologias e quais as necessidades de pesquisa que se colocam.

Numa época em que os países em desenvolvimento estão sofrendo altos níveis de desemprego estrutural e cíclico, eles têm de enfrentar mais um desafio indesejável: o advento da automação baseada na microeletrônica. Resumindo, o dilema destes países é o seguinte: se eles não usarem as tecnologias avançadas, estão ameaçados de perderem a vantagem duramente conseguida numa situação competitiva e, conseqüentemente, de sofrerem uma redução de suas oportunidades de emprego na indústria. Por outro lado, se adotarem a automação, terão de sofrer mudanças sociais difíceis que provavelmente implicarão perda de empregos.

O efeito das novas tecnologias não vai se dar da noite para o dia, e alguns países e setores serão mais atingidos do que outros. Não obstante,

<sup>22</sup> Com a possível exceção do impacto da microeletrônica sobre a descentralização da produção e o trabalho externo (ver Subseção 3.2).

é certo que as implicações econômicas e sociais destas tecnologias estão se tornando questões inevitáveis para a maioria dos países em desenvolvimento.

A urgência destas questões decorre das características das novas tecnologias, que oferecem uma série de vantagens: maior flexibilidade, aumento da qualidade dos produtos, redução do capital de giro e (às vezes) do custo do capital fixo, redução dos insumos de mão-de-obra e material. Porém, como já vimos, os primeiros estudos (realizados em países desenvolvidos) tendiam a subestimar a diferença entre tecnologia disponível e tecnologia aplicada. Assim, a velocidade de difusão, ainda que alta se comparada com exemplos históricos, é menor que a esperada. Da mesma forma, os efeitos de dispensa de mão-de-obra não foram tão severos quanto se previa. Assim, não é preciso cair na retórica de catástrofes sociais, sendo ao mesmo tempo necessário enfrentar o desafio, porque, apesar de os períodos de difusão e transição serem mais longos do que os esperados, as vantagens das novas tecnologias são uma realidade. Portanto, a questão que se coloca para os países em desenvolvimento não pode (ou não deve) ser se vale ou não a pena adotar as novas tecnologias, e sim sob quais condições elas devem ser adotadas.<sup>23</sup> Os governos, as empresas locais e os sindicatos podem determinar estas condições, e não estão inteiramente à mercê das multinacionais e dos fornecedores de tecnologia estrangeira.

Quais as implicações para as pesquisas futuras a respeito do impacto das novas tecnologias sobre a mão-de-obra? Parece-nos essencial comparar os efeitos sociais da adoção da automação com os da não adoção. A hipótese em que se baseia este raciocínio é a de que o custo social da não adoção é mais alto que o da adoção. É óbvio que a hipótese em si não pode ser testada, mas ela é de grande valor para orientar o raciocínio. Do ponto de vista dos países em desenvolvimento, a pesquisa de que existe a necessidade mais premente é um levantamento de cada setor, examinando os casos em que a competitividade e, portanto, os empregos estão mais ameaçados. Naturalmente, a viabilidade desta tarefa depende da disponibilidade de estudos setoriais razoavelmente específicos. Como já dissemos, a principal limitação dos estudos já realizados sobre a competitividade é eles não examinarem até as últimas conseqüências as implicações do fenômeno no que diz respeito aos empregos

Analogamente, os problemas sociais causados pela difusão das novas tecnologias só podem ser bem examinados através de estudos setoriais, especialmente quando temos de levar em conta tanto a *quantidade* quanto a *qualidade dos empregos*. Porém, como já ressaltamos acima (Subseção 3.1), tais estudos são muito limitados no que diz respeito à avaliação do efeito *líquido* sobre o número de empregos. Isto exige uma abordagem macroeconômica. O problema é que a medição dos efeitos diretos e indiretos sobre os empregos é uma tarefa difícil, mesmo em economias a

<sup>23</sup> Por exemplo, no Brasil é este o consenso que começa a se formar entre governo, iniciativa privada e sindicatos.

respeito das quais existe uma boa base de dados e modelos macroeconômicos computadorizados. No momento, nem mesmo os países em desenvolvimento mais avançados dispõem de dados intersetoriais abrangentes a respeito de questões tão básicas quanto a difusão das novas tecnologias.

Tendo em vista estes obstáculos e a escassez de informações, parece mais promissor realizar estudos setoriais no momento. Ao fazê-lo, é essencial que se estabeleça, desde o início, uma distinção entre as diferentes fases da automação, porque: a) nos países em desenvolvimento, a automação baseada na microeletrônica ainda está no estágio inicial; b) os efeitos que surgem no período de transição são diferentes dos que aparecem na etapa de maturidade; e c) o período de transição e aprendizado pode durar muitos anos. Há também a pressão e o risco de, em desespero, fazerem-se extrapolações com base em dados fragmentários e experiências longe de definitivas com a automação, e julgar-se que elas representam implicações sócio-econômicas concretas.

## Bibliografia

ACERO, L. *Technical change, skills and the labour process in a newly industrializing country: a study of a Brazilian firm and worker's perceptions in the textile sector*. Tese de Doutorado. Brighton, University of Sussex, 1983.

———. *Technical change in a newly industrializing country: a case study of the impacts on employment and skills in the Brazilian textiles industry*. SPRU Occasional Paper Series, 22. Brighton, University of Sussex, Science Policy Research Unit, 1984.

ARNOLD, E., *et alii*. *Microelectronics and women's employment in Britain*. SPRU Occasional Paper Series, 17. Brighton, University of Sussex, 1982. [Baseado num relatório para o Departamento de Emprego e a Comissão de Serviços de Mão-de-Obra, SPRU Women and Technology Studies.]

AYRES, R. U., e MILLER, S. *Robotics, CAM, and industrial productivity*. *National Productivity Review (The Journal of Productivity Management)*, 1 (1), 1981/82.

BESSANT, J. R., *et alii*. *The impact of microelectronics: a review of the literature*. Londres, Frances Pinter, 1981.

BORGES, R. F. *Transferência tecnológica e processo de trabalho na siderurgia mineira: um estudo de caso*. Mimeo. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 1983.

- BRAVERMAN, H. *Labor and monopoly capital*. New York, Monthly Review Press, 1974.
- BUCHANAN, D. A., e BODDY, D. Advanced technology and the quality of working life: the effects of computerised controls on biscuit making operators. *Journal of Occupational Psychology*, Leicester, 56, 1983.
- CLARK, J., org. *Basic process industries*. Technological Trends and Employment, 2. Aldershot, Gower, no prelo.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Social change and technology in Europe: robotics. *Information Bulletin*, Bruxelles, 10, nov./dez. 1982.
- COOPER, C. *Some mistakes about microprocessors*. Mimeo. Brighton, University of Sussex, 1979.
- CORIAT, B. Transfert de techniques, division du travail et politique de main-d'oeuvre: une étude de cas dans l'industrie brésilienne. *Critiques de l'Économie Politique*, Paris, 14, jan./mar. 1981.
- . *Économie de la robotique industrielle*. Mimeo. Paris, Université de Paris, 1984.
- CRONBERG, T., e SANGREGORIO, J. L. More of the same: the impact of information technology on domestic life in Japan. *Development Dialogue*, Uppsala, Suécia, 2, 1981.
- DAVIS, L. E. The coming crisis for production management: technology and organization. *International Journal of Production Research*, Londres, 9 (4), 1971a.
- . Job satisfaction research: the post-industrial view. *Industrial Relations*, Berkeley, CA, 10, 1971b.
- DAVIS, L. E., e TAYLOR, J. C., orgs. *Design of jobs*. Harmondsworth, Penguin, 1972.
- DORING, M., e SALLING, R. A case for wage incentives in the N. C. age. *Manufacturing Engineering and Management*, Dearborn, MI, 66 (6), 1971.
- DUNCAN, M. Microelectronics: free areas of subordination. In: LEVIDOW, L., e YOUNG, B., orgs. *Science, technology and the labour process*. Marxist Studies, 1. Londres, CSE Books, 1981.
- EDQUIST, C., e JACOBSSON, S. *Trends in the diffusion of electronics technology in the capital goods sector*. Mimeo. Lund, University of Lund/Research Policy Institute, 1984.

- ERBER, F. S. Microeletrônica: reforma ou revolução? *Revista Brasileira de Tecnologia*, Brasília, 15, jan./fev. 1984.
- ERNST, D. *Restructuring word industry in a period of crisis the role of innovation: an analysis of recent developments in the semi-conductor industry*. Viena, Global and Conceptual Studies Branch/Division of Industrial Studies, 1982.
- EUROPEAN TRADE UNION INSTITUTE. *The impacts of microelectronics on employment in Western Europe in the 1980's*. Bruxelas, 1979.
- FAIRBAIRN, R. The impact of information technology on employment. *Science and Public Policy*, Guildford, Surrey, Inglaterra, 9 (5), out. 1982.
- FRANSMAN, M., e KING, K., orgs. *Technological capability in the Third World*. Londres, Macmillan, 1984.
- FREEMAN, C., org. *Engineering and vehicles*. Technological Trends and Employment, 4. Aldershot, Gower, no prelo.
- FREEMAN, C., CLARK, J. A., e SOETE, L. *Unemployment and technical innovation: a study of long wares in economic development*. Londres, Frances Pinter, 1982.
- FRIEDRICH, G. Microelectronics and macroeconomics. In: FRIEDRICH, G., e SCHAFF, A., orgs. *Microelectronics and society: for better or for worse: a report to the Club of Rome*. Oxford, Pergamon Press, 1982.
- GREEN, K., COOMBS, R., e HOLROYD, K. *The effects of microelectronics technologies on employment prospects: a case study of Tameside*. Farnborough, Gower, 1980.
- GUY, K., org. *Basic consumer goods*. Technological trends and employment, 1. Aldershot, Gower, no prelo.
- HINES, C., e SEARLE, G. *Automatic unemployment*. Londres, Earth Resources Research, 1979.
- HOFFMAN, K. *Microelectronics and industry in the Third World: policy issues and research priorities*. Mimeo. Brighton, University of Sussex/ Science Policy Research Unit, 1982.
- HOFFMAN, K., org. Microelectronics, international competition and development strategies. *World Development*, 13 (3), 1985.
- HOFFMAN, K., e RUSH, H. Microelectronics and the garment industry: not yet a perfect fit. *IDS Bulletin*, Brighton, 13 (2) :35-41, mar. 1982.

- . *Microelectronics and clothing: the impact of technical change on a global industry*. Brighton, University of Sussex/Science Policy Research Unit, 1984.
- HUGGET, C. Welding. In: SWORDS-ISHERWOOD, N., e SENKER, P., orgs. *Microelectronics and the engineering industry: the need for skills*. Londres, Frances Pinter, 1980.
- HUWS, U. *The new homeworkers: new technology and the changing location of white collar work*. Londres, Low Pay Unit, 1984.
- ILO — International Labour Office. *Training and retraining needs in the printing and allied trades and technological developments and their implications for employment in the printing and allied trades, with particular reference to developing countries*. Report 2 and 3 of the Second Tripartite Technical Meeting for the Printing and Allied Trades. Geneva, 1981.
- JACOBSSON, S. Electronics and the technology gap: the case of numerically controlled machine tools. *IDS Bulletin*, Brighton, 13 (2) :42-6, mar. 1982.
- JENKINS, C., e SHERMAN, B. *The collapse of work*. Londres, Eyre Methuen, 1979.
- KAPLINSKY, R., org. Comparative advantage in an automating world. *IDS Bulletin*, Brighton, 13 (2), mar. 1982.
- . *Automation: the technology and society*. Harlow, Longman, 1984.
- KRAFT, P. The industrialisation of computer programming: from programming to software production. In: ZIMBALIST, A., org. *Case studies on the labour process*. New York, Monthly Review Press, 1979.
- LEPPAN, E. D. *A literature survey and partially annotated bibliography on the impact of microelectronics on the Third World*. México, D. F., Ministério da Indústria; Ottawa, International Development Research Centre, 1983.
- MARSTRAND, P., org. *New technology and the future of work and skills*. Londres, Frances Pinter, 1984.
- MILES, I. *Information technology and service employment: recent research*. Mimeo. Brighton, University of Sussex/Science Policy Research Unit, 1984.
- MURRAY, F. The decentralization of production: the decline of the mass-collective worker? *Capital and Class*, Londres, 19, 1983.

- NOBLE, D. F. Social choice in machine design: the case of automatically controlled machine tools. In: ZIMBALIST, A., org. *Case studies on the labour process*. New York, Monthly Review Press, 1979.
- NORTHCOTT, J., e ROGERS, P. *Microelectronics in industry: what's happening in Britain*. Londres, Policy Studies Institute, 1982.
- . *Microelectronics in British industry: the pattern of change*. Londres, Policy Studies Institute, 1984.
- OECD. *Microelectronics, robotics and jobs*. Paris, Information Computer Communication Policy, 1982.
- PELIANO, J. C. P. *Automação, emprego e qualificação da mão-de-obra na indústria brasileira: notas preliminares*. Documento de Trabalho, 16. Brasília, IPEA/CNRH, 1983.
- RADA, J. F. The microelectronics revolution: implications for the Third World. *Development Dialogue*, Uppsala, Suécia, 2:41-67, 1981.
- . *Structure and behaviour of the semiconductor industry*. Relatório preparado para o United Nations Center on Transnational Corporations. New York, 1982.
- ROSENBROCK, H. H. Designing automated systems: need skills be lost? In: MARSTRAND, P., org. *New technology and the future of work and skills*. Londres, Frances Pinter, 1984.
- ROTHWELL, R., e ZEGVELD, W. *Technical change and employment*. Londres, Frances Pinter, 1979.
- SCHMITZ, H. *Technology and employment practices: industrial labour processes in developing countries*. Ver. rev. aum. Londres, Croom Helm, 1985.
- SCHMITZ, H., et alii. *Projeto impactos econômicos e sociais da tecnologia microeletrônica na indústria brasileira: hipóteses de trabalho*. Mimeo. Brasília, IPEA/CNRH, 1984.
- SEI — Secretaria Especial de Informática. *Automação manufatureira: relatório da Subcomissão de Aspectos Sociais, Econômicos e Trabalhistas*. In: *Impactos sócio-econômicos da automação*. Brasília, 1984.
- SENKER, P. Assembly. In: SWORDS-ISHERWOOD, N., e SENKER, P., orgs. *Microelectronics and the engineering industry: the need for skills*. Londres, Frances Pinter, 1980.

- . *Learning to use microelectronics: a review of empirical research on the implications of microelectronics for work organization, skills and industrial relations*. Mimeo. Brighton, University of Sussex/ Science Policy Research Unit, 1984.
- SENKER, P., SWORDS-ISHERWOOD, N., e ARNOLD, E. Conclusions: skill requirements arising from microelectronics. In: SWORDS-ISHERWOOD, N., e SENKER, P., orgs. *Microelectronics and the engineering industry: the need for skills*. Londres, Frances Pinter, 1980.
- SENKER, P., et alii. *Maintenance skills in the engineering industry: the influence of technological change*. Watford, Engineering Industry Training Board, 1981.
- SHAIKEN, H. *Computer technology and the relations of power in the workplace*. Discussion Paper, II VG/dp 80-217. Berlim, International Institute for Comparative Research, 1980.
- SHAIKEN, H., KUHN, S., e HERZBERG, S. The effects of programmable automation of the work environment: a case study of an auto assembly plant. In: ESTADOS UNIDOS. Congress. Office of Technology Assessment. *Computerized manufacturing automation: employment, education and the workplace*. V. 2. Washington, 1984.
- SHINOHARA, M. A survey of the Japanese literature on small industry. In: HOSELITZ, B. F. *The role of small industry in the process of economic growth*. Haia, Mouton, 1968.
- SLEIGH, J., et alii. *The manpower implications of microelectronic technology*. Londres, HMSO, 1979.
- SOETE, L., org. *Electronics and communications*. Technological Trends and Employment, 3. Aldershot, Gower, no prelo.
- SOETE, L., e DOSI, G. *Technology and employment in the electronics industry*. Londres, Frances Pinter, 1983.
- SOETE, L., e FREEMAN, C. *New technologies, investment and employment growth*. Paris, OECD, 1983. [Trabalho preparado para a Intergovernmental Conference on Employment in the Context of Structural Change, Directorate for Social Affairs, Manpower and Education.]
- SORGE, A., et alii. *Microelectronics and manpower in manufacturing*. Aldershot, Gower, 1983.
- SWORDS-ISHERWOOD, N., e SENKER, P., orgs. *Microelectronics and the engineering industry: the need for skills*. Londres, Frances Pinter, 1980.

- TAUJLE, J. R. *Microelectronics, automation and economic development: the case of numerically controlled machine tools in Brazil*. Tese de Doutorado. New York, New School for Social Research, 1984a.
- . *Employment effect of microelectronic equipment in the Brazilian automobile industry*. Technology and Employment Programme. Working Paper, WEP 2-22/W.P. 131. Genebra, ILO, 1984b.
- THE RACE to the automatic factory. *Fortune*, New York, 21 fev. 1983.
- THE SPEEDUP in automation. *Business Week*, New York, 31 ago. 1981.
- TIGRE, P. *Technology and competition in the Brazilian computer industry*. Londres, Frances Pinter, 1983.
- WATANABE, S. Subcontracting, industrialization and employment creation. *International Labour Review*, Genebra, 104 (1/2), jul./ago. 1971.
- . *Market structure, industrial organization and technological development: the case of the Japanese electronics based NC-machine tool industry*. Technological and Employment Programme, Working Paper, WEP 2-22/W.P. 111. Genebra, ILO, 1983.
- . *Microelectronics and employment in the Japanese automobile industry*. Technology and Employment Programme, Working Paper, WEP 2-22/W.P. 129. Genebra, ILO, 1984.
- WHITLEY, J. D., e WILSON, R. A. Quantifying the employment effects of microelectronics. *Futures*, Surrey, 14 (6):486-95, dez. 1982.
- WILKINSON, B. *The shopfloor politics of new technology*. Londres, Heinemann, 1983.
- WILLIAMS, B. Microprocessors and employment. *SSRC Newsletter*, Londres, 49, jun. 1983.
- WILLS, R. M. *Software policies for the developing world*. Relatório preparado para o International Development Research Centre. Mimeo. Ottawa, 1983.
- ZIMBALIST, A., org. *Case studies on the labour process*. New York, Monthly Review Press, 1979.
- ZMROCZEK, Shannon C., e HENWOOD, F. *New information technology and women's employment*. Occasional Paper, FOP 54. Bruxelas, European Commission/FAST Programme, 1983.

(Originais recebidos em maio de 1985. Revistos em setembro de 1985.)

