

# **O IMPACTO DA AUTOMAÇÃO SOBRE O NÍVEL DO EMPREGO – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

*Cândido Guerra Ferreira e  
Rachel Fernandez Borges\**

A questão da automação e de sua repercussão sobre o nível do emprego passou recentemente a ser discutida com maior insistência, no Brasil, a partir das notícias sobre a introdução de robôs (a tão comentada “robotização”) na indústria brasileira e, em particular, na indústria automobilística. O propósito deste texto não é, evidentemente, traçar um quadro exaustivo a respeito dessa questão; pretende-se tão-somente tecer algumas considerações de ordem geral acerca do impacto da introdução e da difusão do uso de meios automáticos na produção industrial sobre o emprego.<sup>1</sup> Com base nos elementos levantados inicialmente, tentar-se-á, em seguida, introduzir uma breve reflexão sobre as prováveis repercussões do processo de automação no contexto da realidade atual da economia brasileira, procurando, dessa forma, trazer alguma contribuição para o debate que se vem travando a respeito. Finalmente, com o mesmo intuito, apresentar-se-ão algumas observações feitas a partir de estudos de caso realizados na indústria siderúrgica.

## **Automação e Crise**

Vale de início lembrar que a questão do desenvolvimento da automação industrial — e, mais exatamente, das formas avançadas de automação — está intimamente ligada à evolução da tecnologia da microeletrônica e de suas aplicações produtivas. Por outro lado, a chamada “revolução microeletrônica” vem sendo considerada por alguns autores contemporâneos como um dos principais vetores de uma nova revolução tecnológica que se estaria processando e que deverá forjar uma base técnica renovada para a produção capitalista. Ainda de acordo com essa visão,

---

\* Professores do CEDEPLAR da UFMG.

<sup>1</sup> Foge ao escopo deste texto a abordagem dos efeitos diretos das aplicações da tecnologia microeletrônica sobre o emprego nos demais setores da atividade econômica.

a nova base técnica em processo de formação dotará o sistema dos meios materiais necessários para vencer os obstáculos que presentemente se interpõem à retomada da expansão da acumulação. Ou seja, concretamente, ao promover uma forte elevação da produtividade, essa revolução tecnológica abriria o caminho para a superação da crise atual, desencadeando uma nova fase de crescimento para o capitalismo.<sup>2</sup>

No rol das tecnologias (ou “grupos” de inovações técnicas) de ponta que poderão constituir o núcleo central dessa nova base técnica, em geral são incluídas: a) as biotecnologias (dentre estas, a engenharia genética); b) as inovações ligadas às novas formas de produção de energia (energia solar, fusão termonuclear, etc.); c) a microeletrônica.

Dentre essas inovações tecnológicas, são aquelas ligadas ao desenvolvimento da microeletrônica que vêm apresentando os melhores resultados em suas aplicações produtivas (notadamente, em termos de rentabilidade); nessa perspectiva, é a microeletrônica que parece oferecer o maior potencial no que concerne à capacidade de polarizar uma dinamização das atividades econômicas. Segundo G. Friedrichs, “O advento da microeletrônica oferece uma nova dimensão às mudanças tecnológicas e à automação. Existem, no mínimo, cinco fatores que fazem da microeletrônica a tecnologia-chave da nossa época” (Friedrichs, 1983, p.81). Os fatores apontados pelo autor ressaltam: o amplo espectro de aplicações dessa tecnologia, afetando — direta ou indiretamente — todos os setores da atividade econômica (produção, administração pública e privada e serviços);<sup>3</sup> o acelerado processo de difusão dessas inovações; o seu caráter, ao mesmo tempo, “labor-saving” e “capital-saving” e a sua flexibilidade, adaptando-se tanto à produção em larga escala como em pequenas e médias séries.

Cabe ainda levantar, mesmo que de passagem, uma objeção a um tipo de visão estreitamente mecanicista desse processo. A constituição de uma base técnica revolucionada não pode determinar, de “per se”, a saída de uma crise estrutural como essa que o capitalismo atravessa na atualidade; ela não representa condição suficiente para tanto. Essa ótica incorre, na verdade, em um certo determinismo tecnológico que deve ser questionado; é necessário que o processo de introdução e difusão desse conjunto de tecnologias de ponta seja acompanhado de transformações estruturais de natureza sócio-econômica, de modo a engendrar as condições de rentabilização das novas técnicas.

<sup>2</sup> Correspondendo — segundo C. Freeman (s.d.) — à quinta fase ascendente do ciclo de Kondratiev.

<sup>3</sup> Esse aspecto é também destacado por outro autor: “Ademais, vários observadores consideram que o desenvolvimento da microeletrônica, e microprocessadores em particular, é mais potencialmente revolucionário no seu impacto do que qualquer exemplo passado de nova tecnologia. A base principal para tal opinião é a de que a tecnologia microeletrônica exerce influências através de toda a cadeia de processos industriais bem como no setor de serviços” (Sleigh et alii, 1983, p.90).

Uma análise em perspectiva histórica da evolução do capitalismo confirmaria a procedência dessa observação. O amplo processo histórico — transcorrido durante a primeira metade do século — de formação e consolidação das condições estruturais dos regimes de acumulação sobre uma base intensiva constitui um exemplo eloquente nesse sentido. As transformações que ocorreram durante esse período resultaram na constituição de novas normas de produção (nesse contexto é que se situa a nova base técnica de produção), novas normas de consumo (o consumo de massa), novos procedimentos no que concerne à gestão monetária e financeira da acumulação bem como mudanças expressivas nos padrões de concorrência intercapitalística.<sup>4</sup>

No entanto nem por isso se deve cair no erro oposto, que consistiria em subestimar o papel das novas tecnologias de ponta como resposta à crise atual.

“Isoladas, a revolução da microeletrônica ou a redução do tempo de trabalho não podem trazer soluções para a crise. Em contrapartida, . . . através de transformações profundas nos modos de produção e nos modos de vida, as novas tecnologias constituem um dos elementos importantes de resposta à crise atual” (Richonnier, 1983).<sup>5</sup>

O que importa reter dessa discussão é que as perspectivas para o futuro apontam claramente no sentido de um desenvolvimento cada vez mais acelerado da automação dos processos produtivos, disseminando e aprofundando, em consequência, seu impacto sobre as estruturas econômicas e sociais.

## Automação e Emprego: o Debate

O tema automação/emprego remete a um velho debate: os efeitos do progresso técnico sobre o nível de emprego; a criação e destruição de empregos em decorrência da utilização (e do aperfeiçoamento) de máquinas na produção. Essa problemática remonta, como se sabe, à época da Revolução Industrial e à obra de autores clássicos da Economia Política (Ricardo e Marx, em primeiro plano).

Como naquela época, pode-se detectar atualmente, a grosso modo, duas gran-

<sup>4</sup> A esse respeito ver M. Aglietta (1976). Ver ainda outros trabalhos na linha da chamada “teoria da regulação”. Boyer (1978 e 1981) e Coriat (1983).

<sup>5</sup> Uma opinião diversa, baseada em uma avaliação do potencial dessas mutações tecnológicas, é manifestada por B. Real (1981; p.306):

“... estas novas tecnologias não parecem engendrar um ‘modo de consumo’ profundamente novo: poucas inovações importantes de produtos para o consumidor, sem um possante relançamento do crescimento por intermédio do consumo privado. Essas tecnologias reforçarão a tendência a um crescimento fraco, ou até mesmo negativo, nos países industrializados do Ocidente”. (p.305). “Em síntese, não parece que se possa esperar das novas tecnologias uma verdadeira saída para a crise dos países industrializados ocidentais. Elas contribuirão, certamente, para reforçar o nível do desemprego nos próximos dez anos, sem relançar de modo nítido o crescimento”.

des teses a respeito. Para alguns autores, a automação, ao provocar uma elevação substancial da produtividade, acarreta redução do nível do emprego:

“Mas, no conjunto, parece necessário esperar da revolução eletrônica (e notadamente dos microprocessadores) antes uma forte supressão de empregos do que uma retomada do crescimento” (Real, 1981, p.305).

“No período atual, efetivamente o progresso técnico está destruindo inúmeros empregos anteriormente estáveis e propiciando a criação de outros de características freqüentemente distintas e em quantidade insuficiente para absorver a população ativa” (Gaspard, 1981, p.30).

Já para outros, a automação engendra efeitos estimulantes sobre o emprego, e isso basicamente em função dos efeitos de encadeamento cumulativos por ela suscitados sobre o conjunto da economia, o que se traduziria, a termo, em um saldo líquido positivo em termos de emprego.<sup>6</sup>

“Assim, as relações entre a automação e emprego parecem se opor às crenças populares que emergem neste período de subemprego. A análise dos fatos corrobora nossa tese. Os ganhos de produtividade exercem, a longo prazo, um efeito estimulante sobre o emprego” (Fourçans & Tarondeau, 1981, p.201).

É relevante assinalar inicialmente que, ao nível **micro**, isto é, ao nível de cada unidade produtiva afetada diretamente pela automação, o aumento da produtividade deverá implicar uma supressão de postos de trabalho (como fica ilustrado abaixo pelos estudos de caso).<sup>7</sup> Contudo esse nível de análise, embora necessário, é insuficiente: o fenômeno deve ser examinado no âmbito setorial e, de forma mais ampla, no plano macroeconômico e macrosocial, de modo a captar não somente os efeitos diretos e imediatos, mas também toda a gama de efeitos indiretos e secundários desencadeados pela introdução e difusão do uso de dispositivos automáticos de produção.

Especificamente, esse estudo global deverá investigar os possíveis efeitos induzidos, no que concerne:

<sup>6</sup> Nessa direção, J. D. Whitley e R.A. Wilson (1982) tentaram quantificar — no caso da Grã-Bretanha — os efeitos diretos e indiretos do desenvolvimento futuro da microeletrônica sobre o nível do emprego, chegando a um resultado líquido positivo para o período de 1985 a 1990. Segundo a estimativa desses autores, os efeitos compensatórios deverão superar em termos quantitativos o impacto direto negativo oriundo da elevação da produtividade.

<sup>7</sup> No entanto, já a esse nível de investigação da unidade produtiva, é necessário qualificar a questão. Convém que se faça uma observação de ordem metodológica:

“Nesse campo, convém, com efeito, distinguir as supressões **brutas**, em termos de **postos de trabalho**, das supressões **líquidas**, sendo estas últimas as únicas que se pode considerar que se traduzem verdadeiramente em termos de **emprego**. É certo que os ganhos de produtividade permitidos pela informatização conduzem sempre a economias de mão-de-obra. Isto, no entanto, não se traduz necessariamente em supressão de empregos. Assim, um certo número de elementos atuam muito mais no sentido de uma reestruturação do emprego no seio das organizações do que no sentido de uma verdadeira diminuição do número de empregos ocupados” (Pastre, 1981).

- a) à indústria de bens de capital, notadamente o segmento que produz equipamentos automatizados;
- b) à elevação da demanda pelas mercadorias produzidas com a nova tecnologia, em decorrência de uma queda dos seus preços relativos (a possibilidade de transferência dos ganhos de produtividade para os preços);
- c) ao aparecimento e/ou expansão de atividades — produção de bens de serviços — ligadas à automação (e aqui a análise deverá incorporar também o Setor Terciário, onde importantes efeitos induzidos podem ser gerados).

Além disso, alguns autores observam que esse estudo não deve-se limitar apenas a uma dimensão nacional; ele deve extrapolar o espaço produtivo nacional, contemplando inclusive as repercussões da automação no plano da divisão internacional do trabalho. Concretamente, é preciso ter em conta a possibilidade do crescimento das exportações — e portanto do emprego — em função de um aumento de competitividade dos setores automatizados no contexto do mercado mundial. Por outro lado, um atraso na adoção dessas mudanças tecnológicas poderia ter consequências negativas sobre o nível de emprego:

“Se certos países exploram mais rapidamente a nova tecnologia do que outros, seus mercados internacionais (incluindo sua parcela no mercado doméstico dos países tecnologicamente em atraso) ampliar-se-ão em detrimento dos demais países . . . Embora não se possa dizer com certeza que uma bem sucedida adaptação tecnológica resulte em pleno emprego, pode-se afirmar seguramente que o atraso na mudança tecnológica face aos competidores leva a um desemprego mais considerável” (Sleigh et alii, 1983, p.92).

Segundo a tese “otimista” que encontramos nas chamadas **teorias da compensação** do emprego, os efeitos positivos do incremento da produtividade sobre a economia devem, a médio e a longo prazo, mais do que compensar a supressão imediata de postos de trabalho no interior da unidade ou mesmo do ramo de produção atingido pela automação. Contudo podemos, de imediato, levantar alguns reparos a essa tese. Esse questionamento — é bom esclarecer — não significa que essa tese da **transferência de empregos** seja absolutamente equivocada. O que se deseja refutar é o pretendido automatismo desses **mecanismos compensatórios**,<sup>8</sup> alertando para a existência de alguns fatores que inibem a flexibilidade do sistema, conferindo a este uma certa “viscosidade”. Dentre esses fatores, destacaremos os seguintes:<sup>9</sup>

a) a correspondência entre empregos suprimidos e criados é problemática; a adaptação da estrutura de qualificações da força de trabalho existente aos novos tipos de ocupação criados pela automação está longe de se verificar sem uma certa “fricção”. Isto significa que a efetiva realização da transferência de mão-de-obra depende de uma considerável maleabilidade do mercado de trabalho e forçosamente

<sup>8</sup> Observa M. Richonier (1983, p.22) que as **teorias da compensação** do emprego têm um caráter **atemporal** e **anespacial**.

<sup>9</sup> Para essa crítica nos baseamos nos trabalhos de Caire (1981) e Jeandon & Zarader (1983).

exigirá vultosos gastos para adaptar a qualificação da força de trabalho à evolução das oportunidades de emprego (em retreinamento da mão-de-obra por exemplo);

b) a hipótese de queda dos preços relativos dos produtos dos ramos atingidos pela automação nem sempre é realista; as estruturas monopolistas ou oligopolistas de grande número de mercados podem reduzir e mesmo obstruir esse efeito;

c) há que se levar necessariamente em conta na análise a posição que o País ocupa na competição internacional e sua forma de inserção na divisão internacional do trabalho.<sup>10</sup> Em particular, deve ser considerado o grau de internalização da produção de bens de capital (DI), especialmente no que tange à capacidade de produção interna de bens de equipamento automatizados (como veremos em seguida, essa questão é de relevância no caso brasileiro).

Em síntese, vemos que, dada a diversidade e a complexidade dos fatores envolvidos, se torna extremamente difícil avaliar e prognosticar o impacto real da automação sobre o nível geral do emprego. As tentativas de avaliação quantitativa desse impacto não são, via de regra, satisfatórias. Essa dificuldade explica, em certa medida, o julgamento pessimista — formulado em alguns trabalhos — acerca da possibilidade de se chegar a conclusões definitivas a respeito dos efeitos da automação sobre o emprego: “O resultado comum de todos os estudos científicos é o seguinte: é impossível formular prognósticos macroeconômicos quantitativos conclusivos em relação à influência da microeletrônica sobre a oferta de oportunidades de trabalho disponíveis” (Krupp apud Pastré, 1981, p.56).<sup>11</sup>

Entretanto, apenas à guisa de ilustração, podemos mencionar um exemplo que ganha um interesse especial na medida em que se refere a um país que é considerado por muitos como o paradigma do capitalismo do futuro — o novo “modelo” de economia capitalista. País onde o grande dinamismo verificado no desen-

<sup>10</sup> A propósito, alguns autores chamam a atenção para o fato de que a automação provoca significativas modificações nas vantagens comparativas entre as nações e regiões. Assinalam que essas mudanças tendem a reforçar a posição relativa dos países do centro em detrimento do Terceiro Mundo:

“A nova tecnologia, envolvendo o uso parcial ou total de microeletrônica, é particularmente apropriada aos países do Norte e pouco apropriada às demais regiões. O Norte tende, portanto, a aumentar sua vantagem comparativa na produção e aplicação da nova tecnologia, e os países do grupo NIC e o resto do Sul enfrentam uma deterioração de sua vantagem comparativa”. (Boon, 1983, p.65).

“Ademais, a introdução da microeletrônica reduz as possibilidades de instalação de fábricas nos países em desenvolvimento. À medida que as indústrias tradicionais são atingidas por mudanças em seus produtos e processos, elas saem progressivamente fora do alcance dos países em desenvolvimento” (Rada, 1983, p.97).

<sup>11</sup> Em seu artigo, Pastré, ao cabo de uma discussão de caráter metodológico, chega a uma conclusão menos pessimista quanto à factibilidade de estudos consistentes — e prognósticos realistas — sobre a relação automação/emprego:

“... nós queremos mostrar aqui que é ainda possível levar a bom termo uma verdadeira análise econômica do impacto da informatização sobre o emprego, evidentemente, desde que sejam evitados um certo número de falsos debates” (Pastré, 1981, p.45).

volvimento da automação vem sendo — pelo menos é o que se afirma com frequência — assimilado de maneira perfeitamente harmoniosa por parte da organização econômica e social. Os resultados de uma pesquisa realizada no Japão, envolvendo 106 casos de automação na indústria daquele país, revelaram que “as supressões de empregos produtivos registrados variam entre 40% e 70% segundo as diferentes aplicações (montagem, usinagem, soldagem, controle de qualidade, etc.)” (Geze, 1981, p.225). Mas, evidentemente, apesar da amplitude da amostra, trata-se de uma percepção apenas parcial do fenômeno, na medida em que esse levantamento não capta os possíveis efeitos indiretos e secundários desses casos de automação.

## Breve Reflexão sobre o Caso Brasileiro

No que concerne ao caso brasileiro, convém antes de mais nada registrar duas observações. A primeira refere-se ao estágio ainda incipiente do processo de difusão do uso de equipamentos automatizados na indústria brasileira: “Como já realçamos no início desse relatório, o processo de automação da manufatura no Brasil é recente e ainda com difusão limitada” (Secretaria Especial de Informática, 1983, p.8).<sup>12</sup> A segunda diz respeito ao precário conhecimento que se tem atualmente em relação a esse fenômeno. Escassas e deficientes são as informações e raros, os estudos realizados sobre a difusão da automação na indústria do País e suas conseqüências:

“O trabalho da subcomissão revelou o incipiente conhecimento existente no país sobre os impactos sociais da automação não só sobre a indústria como também em relação a outros setores sócio-econômicos. Daí a sugestão da subcomissão no sentido de que se empreenda pesquisas nesta área, já que o aprofundamento dos conhecimentos nestas matérias abrirão possibilidades de uma maior quantificação e qualificação dos impactos sociais da automação” (Secretaria Especial de Informática, 1983, p.39).

Apesar dessas limitações, uma breve reflexão sobre o impacto do desenvolvimento da automação na indústria brasileira pode conduzir à opinião de que, provavelmente, esse movimento viria reforçar a tendência em relação ao aumento do desemprego, tendência essa que já se faz sentir de forma bastante vigorosa, no momento, em função da conjuntura de profunda crise econômica do País.

Algumas constatações dão respaldo a essa opinião. No caso brasileiro, os possíveis efeitos positivos de encadeamento (geradores de emprego) seriam consideravelmente arrefecidos. Isso porque grande parte dos equipamentos automatizados

<sup>12</sup> Cabe esclarecer, porém que essa constatação é pertinente, sobretudo no que tange às formas avançadas de automação (robôs, autômatos programáveis, máquinas-ferramenta com controle numérico, etc.) aplicáveis principalmente nas indústrias de produção em série ou sob encomenda. No tocante às indústrias de processo contínuo (petroquímica, cimento, siderurgia, etc.), a difusão de dispositivos automáticos de controle (local ou centralizado) do processo é, evidentemente, mais ampla e mais antiga.

(e, principalmente, aqueles que incorporam as tecnologias mais sofisticadas) devem ser obtidos via importação. Além do mais, mesmo dentre aqueles equipamentos cuja produção interna já foi viabilizada, uma grande parcela é produzida mediante utilização de tecnologias e/ou peças e componentes importados.

Com efeito, uma pesquisa realizada recentemente sobre a difusão de Máquinas-Ferramenta com Controle Numérico(MFCN) no Brasil<sup>13</sup> verificou que:

a) em sua maior parte, esses equipamentos instalados no País foram importados: “Estimamos que hoje existam cerca de 680 MFCN em uso no parque industrial brasileiro (importadas até dezembro de 1979 e produzidas aqui até junho de 1980) ... Destas, aproximadamente 130 foram fabricadas no Brasil” (Tauile, s.d., p.169);

b) por outro lado, a presença do capital estrangeiro era dominante na produção local desses equipamentos: “A oferta interna total de MFCN, em 1980, era feita por 8 firmas, das quais 6 são de propriedade de capital alemão” (Tauile, 1982, p.18);

c) além disso, mesmo em relação às MFCN montadas no País, constatou-se que suas partes e componentes mais sofisticados eram importados: “De qualquer modo, o que nos interessa registrar é que as partes e componentes mais sofisticados são ainda importados mesmo nos melhores casos, pois a indústria (micro) eletrônica no Brasil ainda está em seus estágios iniciais de formação e consolidação” (Tauile, 1982, p.19).

É bom ressaltar que a questão não se restringe à produção direta do equipamento automatizado e seus componentes. Há que se considerar também toda a constelação de atividades ligadas à concepção-produção dessa tecnologia (pesquisa básica, pesquisa e desenvolvimento, engenharia, etc.); atividades essas capazes de gerar empregos altamente qualificados. Como se sabe, essas atividades estão igualmente concentradas em determinadas economias centrais do sistema capitalista.

Diante desse quadro, evidencia-se a necessidade da criação de mecanismos no sentido de se exercer um controle efetivo sobre o processo de automação na indústria brasileira, evitando o agravamento do problema do desemprego que já adquire proporções bastante sérias no presente.<sup>14</sup>

## Observações a Partir de Estudos de Caso na Siderurgia

Em uma usina siderúrgica integrada, encontramos três fases principais do processo de produção do aço, quais sejam: a **redução** do minério de ferro (altos-fornos),

<sup>13</sup> Para exame de alguns dos resultados da referida pesquisa, ver Tauile (1982 e /s.d./) e Machline et alii (1982).

<sup>14</sup> Acrescente-se que, logicamente, será impossível conceber a implementação de tais mecanismos de controle — de forma eficaz — sem a participação efetiva dos trabalhadores, as maiores vítimas do desemprego tecnológico suscitado pela automação.

o **refino** do ferro-gusa (ou fabricação do aço nas aciarias) e a **laminação** (transformação mecânica da estrutura e da forma do aço). Estas etapas são interdependentes, embora se apresentem espacialmente separadas.

Trata-se de um processo de produção que consiste na realização de cadeias de reações físico-químicas e mecânicas, no qual é limitada a possibilidade de intervenção direta do trabalho humano, e de grande relevância os investimentos em capital fixo e na capacidade instalada. Como nas “indústrias de processo contínuo” (“process”),<sup>15</sup> a introdução da automação<sup>16</sup> na siderurgia busca atender à necessidade de se obter maior controle sobre o desenrolar do processo produtivo, bem como de integrar ao máximo suas seqüências produtivas temporais assegurando a maior utilização possível da capacidade instalada. Utiliza-se, para tanto, comandos automati-

---

<sup>15</sup> As características das indústrias de “process”, bem como do processo de trabalho que lhes é peculiar – o processo de trabalho do tipo “processo contínuo” – são desenvolvidas por Benjamin Coriat (1980).

<sup>16</sup> O princípio automático não consiste apenas na substituição do homem pela máquina – Isso já é realizado pela mecanização. A automação distingue-se, de imediato, pela aplicação da eletrônica no sistema de produção, assegurando total ou parcialmente as funções de fabricação e de gestão dos fluxos produtivos, tornando-os mais contínuos e reduzindo os requerimentos de intervenção do trabalho humano direto no processo produtivo (Ginsbourger [s.d.]).

Segundo B. Coriat (1980, p.90), pode-se determinar o nível de automação e de mecanização a partir de quatro princípios, a que obedece um conjunto de meios de trabalho, e de sua combinação.

- a) Princípio de operação – é o princípio que permite distinguir as máquinas umas das outras (torno, furadeira, etc.).
- b) Princípio de informação – esse tem dois aspectos. O primeiro refere-se à capacidade de determinado meio de trabalho ser alimentado em normas técnicas que especificam a operação a ser efetuada. Numa máquina simples, essa alimentação em normas técnicas é feita diretamente pelo operário que necessita, para isso, de uma certa qualificação. Numa máquina informatizada, essa alimentação em normas técnicas é feita através de uma fita perfurada, que é preparada previamente pelos técnicos, como é o caso das máquinas-ferramenta com controle numérico. O segundo concerne à capacidade que tem esse meio de trabalho de fornecer informações sobre o processo em andamento. Essa propriedade é indispensável nas indústrias de processo contínuo, em razão da necessidade de se ter algum controle sobre as reações físico-químicas em curso.
- c) Princípio de regulação – trata-se da última fase da automação. Esse princípio pode ser definido pela capacidade que tem o meio de trabalho ou sistema de máquinas não somente de fornecer as informações, mas também de interpretar essas informações e de decidir sobre as correções que devem ser efetuadas. Nos equipamentos mais aperfeiçoados, atinge-se a capacidade de efetuar essas correções, restabelecendo a marcha da produção conforme o programa previamente definido.
- d) Princípio de deslocamento ou de circulação dos objetos de trabalho durante o processo produtivo.

A mecanização diz respeito à ativação dos princípios a e d. A automação, por etapas sucessivas, inclui a superposição dos aspectos do princípio de informação. Ela pode ser considerada completa desde que compreenda também o princípio de regulação.

zados locais (em partes do processo) ou centralizados que se combinam com sistemas mais ou menos mecanizados.

A partir de investigações realizadas em usinas siderúrgicas localizadas em Minas Gerais,<sup>17</sup> observou-se que apenas algumas partes do processo produtivo foram automatizadas. Assim, ao lado de sofisticados computadores de processo, são encontrados diversos pontos da produção onde o controle e a execução das operações ainda cabem aos operários — pontos de descontinuidade do fluxo produtivo —, configurando desse modo um processo de trabalho semicontínuo.

A seguir, serão examinados alguns efeitos sobre o trabalho, decorrentes da recente introdução da automação, verificados em duas usinas diferentes e em duas etapas distintas do processo de produção siderúrgico: altos-fornos e aciarias.

## A — Instalação de um alto-forno automatizado

### Processo e operação no setor de altos-fornos

O alto-forno é um equipamento tubular vertical, cuja função é produzir ferro-gusa a partir do minério de ferro.

A carga do alto-forno é composta de minério de ferro (o qual deve ser desoxidado durante o processo), carvão (que contém o agente redutor  $\text{CO}$  e gera calor — quando em estado de combustão —, sendo utilizado para fundir e aquecer a carga), e fundentes (utiliza-se principalmente o calcário).

A fabricação do ferro-gusa baseia-se fundamentalmente em um processo de trocas térmicas e químicas durante o movimento ascendente dos gases e o descendente da carga. A carga desce, progressivamente, até o leito de fusão, submetendo-se a uma série de reações químicas. Na parte inferior do forno estão as **ventaneiras** que conduzem para dentro do forno o ar pré-aquecido ( $800^{\circ}$  a  $1.000^{\circ}\text{C}$ ), soprado pelos **turbos-sopradores**, o qual é necessário para a combustão do carvão. Os “cowpers” (aparelhos armazenadores de calor) são responsáveis pelo fornecimento de ar pré-aquecido. Através da combustão do carvão é formado o agente redutor que se combina com os óxidos do minério de ferro, transformando-o em carga metálica (formada por Fe, Si, Mn, Al, P, etc.) e gases ( $\text{CO}_2$ ).

As operações realizadas para a produção de ferro-gusa nos altos-fornos convencionais da usina são basicamente, três:

a) operação de carregamento — é realizada por um veículo (“monta-carga”) que transporta a carga desde o fosso — onde é abastecido — até a “goela”(boca) do forno, quando a carga é introduzida dentro do forno. O comando dessa operação é feito pelo operador de carregamento, a partir de sua cabine. São necessários ain-

<sup>17</sup> Estas observações se baseiam em alguns resultados da pesquisa: (UFMG, s.d.).

da trabalhos braçais na área de carregamento (fora da cabine de controle), executados por um ajudante-limpeza, correção manual de possíveis anormalidades no fluxo de matérias-primas, etc;

b) o controle termo-químico — trata-se do controle da marcha do forno (pressão, temperatura, vazão do óleo) e dos “cowpers” (ar pré-aquecido) efetuado pelos operadores de regenerador — um deles fica na cabine de aparelhagem e outros dois na área de produção (para observarem o processo visualmente e realizarem os controles locais necessários);

c) a vazão do ferro-gusa — três vezes por turno (de oito horas), em média, o gusa produzido em cada alto-forno é vazado, ou seja, o “bocal” do forno é furado manualmente (com talhadeira) pelos forneiros para a saída do gusa líquido. Este corre por canais e bicas de “corrida”, construídas na própria área junto aos fornos.

## **O alto-forno automatizado**

O novo alto-forno instalado em 1981, em uma das usinas pesquisadas, funciona segundo o processo descrito acima, trazendo, como novidade, um maior nível de automação em relação aos outros altos-fornos em operação nesta usina, nas seguintes partes do processo:

- a) a operação de carregamento do forno é programada antecipadamente pelo operador de cabine e se processa de forma automática, requerendo poucas intervenções deste, e eliminando o trabalho realizado na área de produção fora da cabine;
- b) a aparelhagem utilizada para captação de informações sobre o processo em curso (carregamento, marcha do forno) é mais complexa, enviando um número maior de informações detalhadas para os painéis eletrônicos localizados na cabine de comando;
- c) a operação de reversão dos “cowpers” (alternância do uso dos três aparelhos existentes) é automatizada.

## **Modificações no trabalho**

Foram constatadas as seguintes modificações no trabalho, introduzidas pelo novo alto-forno automatizado, em comparação com o trabalho nos fornos mais antigos:

a) com a automação, foi possível centralizar o comando e o controle das operações de carregamento dos altos-fornos e o controle termo-químico em uma só cabine central de comando, de onde apenas um operador e um ajudante executam todas as tarefas necessárias a essa parte do processo;

b) o maior grau de centralização das operações, juntamente com a aparelhagem mais sofisticada para a captação de informações sobre a marcha do carregamento e do forno, possibilitou a redução dos pontos de descontinuidade do fluxo pro-

utivo, como por exemplo: as informações obtidas por verificações visuais dos equipamentos e processos e a abertura manual de registros para a vazão de óleo, ar, etc., realizada na área junto aos fornos. Como resultado, obteve-se maior continuidade do fluxo produtivo e redução das necessidades de intervenção do trabalho vivo;

c) foram extintos os cargos de operador de carregamento (quatro postos de trabalho por turno) e o de seu ajudante (quatro postos), bem como o do operador de regenerador (um posto) da área de produção (manteve-se o posto de operador de regenerador da cabine que acumulou as atividades de controle termo-químico e de carregamento do forno), e foi criado o cargo de ajudante de regenerador (um posto).<sup>18</sup> Houve, portanto, um saldo líquido negativo com a supressão de oito postos de trabalho em cada turno — a usina funciona ininterruptamente, em três turnos de oito horas cada um — ou, ao todo, 32 postos de trabalho, se consideradas as quatro turmas de operários existentes para o revezamento;

d) a aparelhagem eletrônica mais sofisticada, para transmitir à cabine de comando informações sobre o processo em curso, eliminou a necessidade de alguns conhecimentos empíricos sobre o processo por parte do operador (controle visual direto: da granulometria das matérias-primas carregadas, da composição seqüencial da carga no balão para melhor distribuição desta no forno, do sistema de refrigeração do forno, etc.).

Enfim, como resultado do conjunto dessas alterações, constatou-se um aumento da relação quantidade produzida/número de operários envolvidos na produção direta de aproximadamente 76%, concernente ao novo alto-forno instalado, tendo-se como referência os demais altos-fornos utilizados na usina em pauta.

## **B — Automatização de uma aciaria L. D.**

A aciaria é a unidade de produção de maior importância em uma usina siderúrgica, pois é aí que se fabrica o aço propriamente dito. O rigor e a precisão com que é necessário fabricar cada tipo de aço, obedecendo a especificações diversas de acordo com as exigências dos clientes e obviamente atingindo um nível de produtividade compatível com os interesses de rentabilidade da empresa, fazem do processo de trabalho na aciaria elemento decisivo quanto ao sucesso ou fracasso de uma usina siderúrgica.

### **Processo e operação**

O aço é obtido pelo refino do ferro-gusa, ou seja, por oxidação do carbono e de outros elementos contidos no ferro-gusa, como o silício, o manganês, o enxô-

<sup>18</sup> Não foram obtidas, durante a pesquisa, evidências sobre a criação de mais postos de trabalho além destes já registrados. No que se refere ao pessoal incumbido das tarefas de manutenção eletroeletrônica, houve apenas a necessidade de aperfeiçoar seus conhecimentos específicos a respeito da aparelhagem nova.

fre, o fósforo, etc. O refino do material é necessário para torná-lo mais resistente e maleável. O aço contém no máximo 2% de carbono (o ferro-gusa contém cerca de 4%) e uma série de elementos de liga que vão conferir-lhe propriedades específicas.

O processo L.D., que começou a ser difundido no início da década de 1950, tem como característica principal o mecanismo de sopragem direta do oxigênio (através de uma lança) na carga do convertedor (equipamento dentro do qual se fabrica o aço) para refiná-lo.

Quanto às operações, em primeiro lugar, o convertedor é carregado com ferro-gusa (proveniente dos altos-fornos) a uma temperatura de  $1.200^{\circ}\text{C}$ , em média, e sucata (pedaços de aço rejeitados durante a produção). A seguir, a lança de oxigênio é introduzida no convertedor, e inicia-se a sopragem de oxigênio que permite a queima do carbono e outras impurezas do gusa. Essa tem uma duração de, aproximadamente, 18 minutos, sendo controlada **visualmente** pelo operador de acordo com o aspecto e a luminosidade da chama que sai do convertedor (a intensidade da chama diminui na medida em que cai o teor de carbono do material). A temperatura “fim-de-sopro” é de cerca de  $1.600^{\circ}\text{C}$ . O operador define o momento de parar a sopragem e quais adições devem ser feitas ao material para corrigir a temperatura ou para dar ao aço determinadas características conforme o programado.

A amostra de aço, que é retirada do convertedor, é enviada para o laboratório e analisada, a fim de confirmar a análise visual do operador. Entretanto esse exame é demorado e, normalmente, não se presta a corrigir aquela “corrida”<sup>19</sup> que está sendo elaborada. Portanto, conforme decisão do operador — se não for necessário ressoprar a carga ou resfriá-la —, procede-se à operação de vazamento do aço na panela pelo furo de “corrida” do convertedor. Cada “corrida” de aço é elaborada em cerca de 30 minutos.

Observe-se que o cargo estratégico numa aciaria é o de operador de convertedor: é ele quem comanda, de sua cabine, todo o processo de fabricação do aço, a partir, fundamentalmente, de sua experiência prática nessa atividade.

## A aciaria automatizada

Na usina aqui focalizada, encontram-se em funcionamento duas aciarias L.D.: uma com nível reduzido de automação (aciaria I), e que funciona basicamente conforme o descrito anteriormente, e uma automatizada (aciaria II).

Nesta última, foi instalado um computador de processo para controlar a “corrida” do aço. Esse computador calcula o tipo de carga a ser carregada no convertedor (de acordo com o tipo de aço que deverá ser produzido segundo programação prévia), a quantidade de adições de ferros-liga e de outros elementos que deve ser feita ao aço para a obtenção de determinada composição química do produto e co-

---

<sup>19</sup> Uma “corrida” corresponde a um conjunto dessas operações, do carregamento do convertedor ao vazamento do aço.

manda a operação de sopragem do oxigênio. À lança de oxigênio é acoplado um aparelho eletrônico — a “sublança” — capaz de detectar as informações sobre as reações físico-químicas que ocorrem dentro do convertedor em “tempo real” de produção (ou seja, no decorrer do processo de refino). Essas informações sobre a temperatura do aço em fabricação, seu teor de carbono, fósforo, etc., são enviadas, continuamente, para o computador. De posse de todos esses parâmetros, o computador determina — sempre de acordo com o programa — as correções que devem ser efetuadas no processo e o momento de parar a “corrida”.

## Modificações no trabalho

Por ocasião da pesquisa, a aciaria L.D. automatizada estava ainda em início de operação. Foi possível, contudo, observar aqueles efeitos mais imediatos das novas instalações sobre o trabalho:

a) o processo de trabalho numa aciaria L.D. convencional apresenta vários pontos de descontinuidade, entre os quais podemos destacar os exames visuais realizados pelo operador de convertedor, a introdução manual do pirômetro no convertedor para medir a temperatura do aço após a sopragem de oxigênio e a retirada de amostras de aço para a análise através da introdução manual de uma “concha” dentro do convertedor. Já na aciaria L.D. automatizada, esses pontos de descontinuidade foram eliminados, ou seja, essas operações passaram a ser realizadas por mecanismos automáticos e não mais pelo trabalho vivo. O que significa, por um lado, maior grau de continuidade do processo — que se traduz por obtenção de economias de tempo — e, por outro, que a integração temporal das seqüências produtivas nessa parte do processo foi retirada do estado de dependência, anteriormente existente, em relação ao “saber-fazer” operário e à capacidade de iniciativa e cooperação dos trabalhadores;

b) houve uma mudança substancial do conteúdo do trabalho do operador de convertedor, até então o oposto estratégico dentro da aciaria. Toda a produção do aço dependia de seu conhecimento empírico. O seu “saber-fazer” foi — através de dados recolhidos, analisados e sintetizados pelos engenheiros que acompanharam seu trabalho durante um certo período de tempo — expropriado e transferido para o equipamento automático. Agora, o operador passou a ter a função de controle-vigilância ativa da marcha automática do sistema de máquinas. Nesse caso, a automação do processo gerou uma **requalificação** desse tipo de operário;<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Não é objeto deste texto a análise dos efeitos da automação sobre a qualificação da força de trabalho; a intenção aqui é tão-somente registrar essa significativa alteração no conteúdo do trabalho do operador de convertedor, cuja atividade, antes decisiva para o sucesso da fabricação do aço, teve sua importância diminuída com as modificações tecnológicas. Mas talvez caiba, rapidamente, aduzir que, de um modo geral, a automação conduz a uma reestruturação das qualificações e da divisão do trabalho dentro das fábricas, o que implica reorganização da produção e redistribuição de forças de trabalho em seu interior. Há que se considerar ainda a possibilidade real de que a automação elimine tarefas penosas, realizadas em locais insalubres (existentes em grande quantidade na siderurgia).

c) foram suprimidos 116 postos de trabalho entre aqueles relativos à manutenção e à produção;

d) foi aumentada — segundo depoimento de um engenheiro do setor — a proporção de acerto das “corridas” de 35% para 60% do total, o que se traduz por ganhos de produtividade, à medida em que o tempo médio de cada “corrida” diminuiu, pois menos tempo é gasto em correções da fabricação do aço (ressopragem, resfriamento, etc.);

e) a aciaria I, segundo relatório da empresa, produziu em 1982 915.093 t de aço, empregando 271 pessoas no serviço de produção e de manutenção. A produção da aciaria II, no mesmo período, foi de 1.620.911 t, ocupando 155 pessoas. A relação quantidade produzida/trabalhador na aciaria automatizada foi, portanto, cerca de 210% superior à verificada na aciaria I.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — AGLIETTA, M. *Régulation et crise du capitalisme*. Paris, Calmann-Levy, 1976.
- 2 — BOON, G. K. Some thoughts on changing comparative advantages. In: PROBLEMAS do emprego e do trabalho. /s.l./, Instituto Euvaldo Lodi, abr. 1983. v.1, n.1, p.65.
- 3 — BOYER, R. La crise actuelle — une mise au point en perspective historique. *Critiques de l'économie politique*, Paris, (7-8), 1978.
- 4 — ———. Les transformations du rapport salarial dans la crise. *Critiques de l'économie politique*, Paris, (15-16), 1981.
- 5 — CAIRE, G. Automation: technologie, travail, relations sociales. In: LES MUTATIONS technologiques. Paris, Economica, 1981. (Actes du Colloque ADEFI).
- 6 — CORIAT, Benjamin. *Ouvriers et automates: trois études sur la notion d'industrie de processus*. Paris, CRESST, 1980.
- 7 — ———. Relations industrielles, rapport salarial et régulation: l'inflexion neo-libérale. *Problèmes Economiques*, Paris, (1816), 1983.
- 8 — FOURÇANS, A & TARONDEAU, J. C. Automatisation et emploi: mythes et réalités. In: LES MUTATIONS technologiques. Paris, Economica, 1981. p.201. (Actes du Colloque ADEFI).

- 9 – FREEMAN, C. **Innovation and long cycles of economic development.** /Campinas/, UNICAMP, /s.d./. (Seminário Internacional sobre Inovação e Desenvolvimento no setor industrial).
- 10 – FRIEDRICHS, G. Microeletronics; a new dimension of technological change and automation. In: **PROBLEMAS do emprego e do trabalho.** /s.l./, Instituto Euvaldo Lodi, abr.1983. v.1, n.1, p.81. (Mutaç o Tecnológica, Emprego e Crise).
- 11 – GASPARD, M. Mutations technologiques et emploi   travers la crise. In: **PROBLEMAS do emprego e do trabalho.** /s.l./, Instituto Euvaldo Lodi, abr.1983. v.1, n.1, p.30.
- 12 – GEZE, F. Automatisation, productivité et emploi: quelques réflexions sur le cas japonais. In: **LES MUTATIONS technologiques.** Paris, Econ mica, 1981. p.225. (Actes du Colloque ADEFI).
- 13 – GINSBOURGER, F. **Introduction   un débat sur l'automatisation industrielle.** /s.n.t./. (mimeo)
- 14 – JEANDON, J. P. & ZARADER, R. Automotion et emploi: pour un vrai débat autour de vrais problèmes. **Problèmes Economiques**, Paris, (1822), 4 mai.1983.
- 15 – KRUPP, H. Aperçu des effets techniques, économiques et sociaux de la micro-eletronique, apud PASTRÉ, O. Informatisation et emploi: de faux débats autour d'un vrai problème. **Revue d'Economie Industrielle**, /s.l./, (16):56, 2.trim. 1981.
- 16 – MACHLINE, C. et alii. Máquinas-ferramentas de controle numérico: efeitos administrativos de sua introdu o na ind stria nacional. **Revista de administra o de empresas**, Rio de Janeiro, 2(22), abr./jun. 1982.
- 17 – PASTRÉ, O. Informatisation et emploi: de faux d bats autour d'un vrai probl me. **Revue d'Economie Industrielle**, /s.l./, (16), 2.trimest. 1981.
- 18 – RADA, J. The impact of micro-eletronics. In: **PROBLEMAS do emprego e do trabalho.** /s.l./, Instituto Euvaldo Lodi, abr. 1983. v.1, n.1, p.97.
- 19 – REAL, B. Mutations technologiques et crise. In: **LES MUTATIONS technologiques.** Paris, Econ mica, 1981. P.306 (Actes du Colloque ADEFI).
- 20 – RICHONNIER, M. Les nouvelles technologies: une réponse   la crise? **Probl mes Economiques**, Paris (1819):19, 13 avr. 1983.
- 21 – SECRETARIA ESPECIAL DE INFORMÁTICA. Comissão de Estudos da Automa o na Manufatura. **Aspectos sociais, econ micos e trabalhistas da automa o na manufatura.** /Brasília/, maio 1983. p.8. (Relatório da sub-comissão III).
- 22 – SLEIGH, J. et alii. The manpower implications of micro-eletronic technology. In: **PROBLEMAS do emprego e do trabalho.** /s.l./, Instituto Euvaldo Lodi, abr.1983. v.1, n.1.

- 23 – TAUILE, J. R. **A difusão de máquinas-ferramenta com controle numérico no Brasil.** Rio de Janeiro, UFRJ, 1982. (mimeo).
- 24 – \_\_\_\_\_. A difusão de MFCM no Brasil e algumas implicações para o desenvolvimento econômico. **Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento**, /s.l./, UNESCO/CNPq, (2), s.d.
- 25 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. CEDEPLAR. **Processo de trabalho e transferência de tecnologia na indústria siderúrgica de Minas Gerais.** Belo Horizonte, /s.ed., s.d./.
- 26 – WHITLEY, J. D. & WILSON, R. A. Quantifying the employ-effects of micro-electronics. **Futures**, /s.l./, 14(6), dez.1982.