

Empresa y trabajador ante la automatización programable

LAURA PALOMARES*
LEONARD MERTENS**

I. LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL EN LA AUTOMATIZACIÓN

La automatización en los procesos productivos actuales, es parte de la estrategia empresarial que tiene como fin lograr mayor calidad, con menor tiempo y menor costo para alcanzar una ventaja comparativa en la competencia dentro del mercado mundial. La automatización es un fenómeno que involucra al propio proceso de trabajo y al mercado. No sólo se trata de un proceso de transformación del trabajo humano, al sustituir al hombre por la máquina. Sino también, de la aparición de nuevas necesidades de la sociedad, que se ven reflejadas en la demanda en el mercado.

Es así, que la empresa introduce la automatización en el proceso de trabajo para ser competitiva y satisfacer la demanda del mercado, creada también por la propia automatización para dinamizar el sistema económico.

En este primer apartado, empezaremos con la evolución de la automatización en el proceso de trabajo y la manera como se ha transformado el trabajo humano; en el segundo punto tocaremos la relación entre automatización, productividad y mercado. Como tercer inciso, explicaremos las experiencias de automatización programable en México.

* Profesora de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.

** Consultor en Nuevas Tecnologías de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

1. Evolución de la automatización

El origen de la automatización se encuentra en la evolución propiamente de la máquina. Así, inicia el proceso donde empieza a ser sustituido el trabajo humano.

El trabajo humano está integrado por las siguientes acciones fundamentales:

- manipular y alimentar los objetos de trabajo;
- crear, planear y ejecutar las secuencias del trabajo;
- controlar la secuencia del trabajo;
- corregir la secuencia del trabajo: planear y ejecutar la corrección.

De acuerdo al nivel tecnológico, cada uno de estos elementos del trabajo humano pueden ser sustituidos total o parcialmente. Los niveles tecnológicos más generales y el respectivo contenido del trabajo humano, en términos generales, consisten en:¹

- a) previa a la mecanización: la forma típica del trabajo humano es el manual simple (acarrear, mover, tomar, ensamblar, etc.) o el uso y manejo de herramientas mediante la intervención directa del trabajador;
- b) mecanización: las herramientas son transferidas de la mano humana a un mecanismo; la forma típica del trabajo humano es operar la máquina, que consiste en ejercer una influencia continua sobre variables como la velocidad, la temperatura, insertar y retirar objetos de trabajo, instalar y sujetar herramientas.
- c) automatización: la operación de la máquina consiste en tres actividades; la transformación, la transferencia y el control.

¹ J. Christis, en "Technology and the Quality of Work". Holanda, Universidad de Limburg, *Seminario Technology, Labour and Economics*, 1986, pp. 14-15.

En el proceso histórico se ha automatizado secuencialmente cada una de ellas, así llegamos al momento donde se ha empezado a automatizar la parte de la operación que corresponde al control directo en los procesos productivos.

Las operaciones de transformar y transferir que ejecuta el hombre en la máquina, han sido sustituidas en una primera etapa de la automatización, a través de una función de tipo mecánico (automatización rígida).

Actualmente, con la aplicación de la microelectrónica en las máquinas herramientas, el control directo de la máquina por el hombre empieza a ser sustituido por un programa digital (automatización flexible). Con ello, el trabajo humano se concreta al papel de programar, supervisar, inspeccionar la calidad y corregir.

Según el esquema anterior, la aplicación de la automatización flexible incrementará en el proceso productivo las tareas de programar, supervisar, inspeccionar la calidad y corregir, disminuyendo de esa manera, las actividades manuales sin y con herramientas, así como también las de operar directamente la máquina.

Las nuevas tareas arriba señaladas son mentales y están basadas sobre una capacidad teórica y conceptual, a través del enfoque de sistemas, en torno al proceso de transformación del objeto de trabajo.

El proceso de transformación como una relación física del hombre con el objeto de trabajo se convierte en una relación mental; así, el trabajo humano, adquiere la dimensión abstracta de la relación objeto y medio de trabajo.

Lo antes dicho, no significa que estemos ante la sustitución absoluta de la actividad humana, por la de la máquina flexiblemente automatizada en el proceso de trabajo, sino que se trata de un proceso de difusión tecnológica desigual

y combinado, donde coexisten fases de trabajo humano manual con fases de automatización flexible.

Es importante destacar que la tendencia de la difusión de la automatización flexible apunta a una predominancia en el proceso de trabajo. Ese predominio, está subordinando los otros niveles tecnológicos.

El trabajo humano se lleva a cabo en las tres esferas básicas de la empresa que son: el diseño, la gestión y la manufactura.

De acuerdo al esquema de difusión tecnológica de automatización flexible, que apunta a lo que será la fábrica del futuro, es posible distinguir las siguientes fases:

- i) automatización de una actividad específica (intra-actividad);
- ii) automatización de una esfera productiva (intra-esfera);
- iii) automatización entre las esferas productivas de una empresa (entre-esferas).²

La automatización, en cada una de dichas fases, se basará en dos premisas: La primera, será la integración.³ La segunda, la flexibilidad.⁴

² R. Kaplinsky. *Automation, the technology and Society*, London, Longman, 1984, pp. 24-27.

La automatización intra-actividad se conoce también como Unidad de Manufactura Flexible, que consiste en un solo sistema de máquina, por ejemplo, un centro de maquinado equipado con un almacén de herramientas que automáticamente vía el brazo del robot, son insertados. Esta unidad puede operar sin la necesidad del control continuo de un operador. La automatización intra-esfera, se conoce también como Celda de Manufactura Flexible, que comprende a dos o más máquinas, controladas por una computadora como por ejemplo: un torno, una fresadora y un sistema de elevadores para transportar, todos ellos computarizados.

La automatización entre-esferas, se conoce también como Sistema de Manufactura Flexible, que comprende dos o más celdas de manufactura flexible, enlazadas por un sistema de transporte automático, que traslada los embalajes, y todo tipo de objetos de trabajo y herramientas, entre las líneas de trabajo y los almacenes.

³ CIM: Computer Integrated Manufacturing.

⁴ FMS: Flexible Manufacturing Systems.

La fabricación integrada a través de una red de computación, combina y sincroniza actividades que pertenecen a cada una de las tres esferas productivas y que a su vez, constituyen celdas de automatización flexible:

- a) diseño con ayuda de computadora;
- b) manufactura con ayuda de computadora;
- c) manejo automático de materiales;
- d) robótica, y
- e) planificación y control de la manufactura por computadora.

Es pertinente aclarar aquí, que la producción flexible es posible también, sin una integración computarizada completa, aunque la eficacia mayor de la flexibilidad se logrará en el momento en que la integración se alcance.

En la actualidad, el proyecto de la fábrica del futuro en el mundo se encuentra todavía en el nivel intra-actividades; en algunos casos está alcanzando el nivel intra-esferas y en otros, que son los menos, está en el de entre-esferas. En una encuesta realizada en los Estados Unidos, en 1987, entre las 200 empresas líderes en sus respectivas ramas económicas, se encontró que apenas el 5% de dichas empresas, había implementado un sistema de fabricación integrado por computadora, es decir entre-esferas; el 18% estaba en proceso de instalación; mientras que el 37% lo tenía previsto a corto plazo (a dos años, según declararon).⁵

En Alemania Federal a fines de 1985, se habían instalado 35 sistemas de producción completamente integrados con tecnología flexible a través de computadoras. Esto representó el 35% del total instalado en Europa Occidental en ese año. De 1988 a 1991 se estima que el incremento anual será de 33% en ese continente.⁶

⁵ *Modern Materials Handling*, Denver Colorado, marzo de 1988, pp. 9-10.

⁶ *Modern Materials Handling*, mayo de 1988, p. 9.

En Japón, el número de sistemas instalados igualaban en 1986 al total de Europa (aproximadamente cien), sumando a nivel mundial un total de 400.⁷

Un indicador a considerar en cuanto a la velocidad de la difusión de la automatización flexible es la aplicación de los controles electrónicos programables en el proceso de trabajo, especialmente en la planta o taller. Estos controles son en el área de la manufactura, la primera fase de un proyecto de integración computarizado automático.

A nivel mundial, la demanda de tales controles creció de 1.7 mil millones de dólares en 1984 a tres mil millones de dólares en 1986 y, se proyecta que alcanzará los cinco mil millones en 1990. La última cifra sumada a la inversión en partes mecánicas, constituirá los 50 mil millones de dólares que en ese año presumiblemente, se gastarán en automatización de la planta industrial a nivel internacional.⁸

La difusión de máquinas herramientas de control numérico computarizado alcanzó en 1984 un parque instalado de 306 mil unidades en sólo cinco países de la OCDE, (República Federal Alemana, Estados Unidos, Japón, Inglaterra y Suecia). Para 1986, esa cifra se había incrementado en un 50%, representando 9 máquinas de ese tipo, por mil trabajadores en la industria en esos países.⁹

El robot es la parte más flexible a nivel intra-actividad, en comparación a las máquinas herramientas con control numérico computarizado y debe considerarse como un indicador más de la difusión de la automatización flexible.¹⁰

⁷ *Productividad y nuevos procesos de producción en las industrias mecánicas y sus efectos en el empleo y en las condiciones de empleo*, Ginebra, OIT, 1988, p. 33.

⁸ *Electronic Business*, Denver Colorado, junio 15 de 1987, pp. 30-31.

⁹ Elaboración propia con base en *Productividad y nuevos procesos de producción en las industrias mecánicas y sus efectos en el empleo y en las condiciones de empleo*, op. cit., p. 31; y *Anuario de estadísticas del trabajo* (OIT Ginebra, 1987).

¹⁰ *Le Journal de la Robotique*, París, febrero de 1988.

El total de robots instalados en la industria en 15 países industrializados se incrementó de 67,877 en 1983 a 174,248 en 1986. Lo que significa en términos de robots por persona ocupada en la industria, un incremento de 1.01 (por mil) en 1983 a 2.58 (por mil) en 1986, (véase cuadro 1).

Las proyecciones sobre la difusión de la automatización entre-esferas, son objeto de cuidadosa atención. En un principio las inversiones en el primer nivel (intra-actividad) se hicieron sin una clara visión sobre el costo-beneficio, y frecuentemente sin una claridad sobre el trayecto tecnológico a seguir, provocándose un rápido ascenso en la aplicación de controles electrónicos en la manufactura, seguida por un descenso en la tasa de crecimiento actual.

CUADRO 1

NÚMERO DE ROBOTS INSTALADOS
POR PERSONA OCUPADA (EN MILES) EN LA INDUSTRIA

| Países | 1983 | 1986 |
|---------------------------|------|------|
| Australia | -- | 0.97 |
| Austria | 0.09 | 0.27 |
| Bélgica | 0.62 | 1.31 |
| Dinamarca | 0.15 | 0.41 |
| Finlandia | 0.19 | 0.61 |
| Francia | 0.37 | 1.09 |
| República Federal Alemana | 0.60 | 1.53 |
| Italia | 0.30 | 1.06 |
| Japón | 3.34 | 8.06 |
| Holanda | 0.13 | 0.64 |
| España | 0.17 | 0.35 |
| Suecia | 1.54 | 2.46 |
| Suiza | 0.12 | 0.40 |
| Inglaterra | 0.31 | 0.68 |
| Estados Unidos | 0.40 | 1.19 |
| Total | 1.01 | 2.58 |

Fuente: Elaboración propia con base en *Robotics World* (Atlanta, Communication Channel Inc.) abril de 1988. *Anuario de Estadísticas del Trabajo* (OIT, Ginebra.), 1987.

En la curva de aprendizaje, significa una etapa de consolidación.¹¹ Es bueno recordar que la General Motors instaló su primer robot en 1961 y que el concepto de la fabricación integrada mediante computadoras se creó desde 1973.¹² Confrontando con los datos anteriormente mencionados se puede obtener la conclusión de que el proceso de difusión de la automatización flexible, más que un cambio radical, ha seguido una trayectoria que cuenta con obstáculos y caminos equivocados.¹³

A pesar de los obstáculos, las empresas continuarán invirtiendo en proyectos de automatización flexible. Estados Unidos, abarca más del 50% de la inversión en automatización flexible, convirtiéndose en el inversionista más grande del mundo. Entre 1988 y 1991, se estima que la inversión en automatización flexible en la industria manufacturera, crecerá con una tasa anual del 12.6% en promedio, para alcanzar la suma de 23 mil millones de dólares en 1991. Las ramas que en 1988 sobresalieron en dicha inver-

¹¹ En una encuesta entre gerentes de las más importantes empresas en Inglaterra, sobre el uso de la tecnología de la informática y electrónica, la mayoría de ellos les asignó un papel preponderante en la competitividad. Sin embargo, aunque afirmaron estar en condiciones de operar técnicamente y con eficiencia sus sistemas, admitieron que, aún no saben si sirven totalmente para los fines estratégicos de sus empresas; debido a que, hasta muy recientemente se están aplicando a estas tecnologías los análisis de costo-beneficio. Mientras que en 1983 un 40% de las empresas encuestadas, no habían aplicado ningún tipo de análisis de costo-beneficio, en 1988 dicho porcentaje se redujo a un 12%. *Financial Times*, Londres, 15 de abril de 1988. El presidente de la empresa productora de equipo automatizado y flexible, Allen-Bradley Corp., comentó en relación a la automatización en las plantas de la General Motors, que si bien, son los complejos de automatización flexible más grandes en el mundo, no operan como deberían. Lo que ha llevado a que el esfuerzo de la GM ahora esté dirigido a lograr el óptimo funcionamiento de tales sistemas antes de emprender nuevos proyectos. *Electronic Business*, junio 1, 1988. Sobre la GM, N. Garnett también opinó en el *Financial Times* del 24 de marzo de 1988, que fue una locura costosa el automatizar las plantas sin tener una clara idea sobre qué rumbo y dirección seguir. Por otro lado, señaló que las proyecciones demasiado optimistas de las empresas productoras de equipo de automatización flexible, sobre la demanda del mercado provocó que algunas tuvieran que salir (Westinghouse) y otras sufrieron enormes pérdidas en la lucha por obtener un espacio en el mismo.

¹² *Financial Times*, marzo 24 de 1988.

¹³ Véase también G. Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, Merit, Londres, Printer Publishers, 1988.

sión son en orden de importancia: la automotriz (42.3%), la electrónica y eléctrica (19.4%), fabricación de productos metálicos (16.5%), la aeroespacial (11.4%), otras manufacturas no continuas (7%) y, la alimentaria y de bebidas (3.4%). Cabe mencionar que la tasa de crecimiento hasta 1991, no corresponde al orden arriba señalado para dichas ramas, en donde las más dinámicas serán las de otras manufacturas, alimentos y bebidas y electrónica y eléctrica, (véase cuadro 2).

En las plantas industriales a nivel mundial las fases de automatización flexible se encuentran en las siguientes áreas: en la de manejo de materiales; en la carga, descarga, desplazamiento y almacenamiento. En el área de transformación; en el corte, en la elaboración de las formas que adquirirá el producto, en la pintura, en el metal, cuando se trata del estampado; en el plástico, nos referimos a la inyección. En el área de ensamble; en el insertado, pegado

CUADRO 2

INVERSIÓN EN AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE
EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA
EN LOS ESTADOS UNIDOS POR RAMAS
(PARTICIPACIÓN Y CRECIMIENTO EN %)

| Ramas | 1988 | 1991 | TCMA 1988-1991* |
|--|-------|-------|--------------------|
| Aeroespacial | 11.4 | 8.7 | 3.1 |
| Automotriz | 42.3 | 39.5 | 10.1 |
| Productos metálicos (incluyendo maquinaria) | 16.5 | 16.1 | 11.0 |
| Electrónica y eléctrica | 19.4 | 23.4 | 19.8 |
| Otras manufacturas no continuas | 7.0 | 8.6 | 20.3 |
| Alimentos y bebidas | 3.4 | 3.7 | 15.6 |
| Total | 100 % | 100 % | 12.6% |

* TCMA: Tasa de crecimiento media anual.

Fuente: Elaboración propia basada en *Financial Times*, 24 de marzo de 1988.

y soldadura. En el área de prueba; en medición, en la verificación y en la inspección.

El tipo de maquinaria más utilizado son herramientas de control numérico computarizado (tornos, fresas, centros de maquinado), en cuanto a corte de metales se refiere. Robots para pintar, insertar, soldar y ensamblar. Carros de conducción automática y brazos robotizados para el manejo de materiales.¹⁴

2. Automatización programable, productividad y mercado

Desde la perspectiva del proceso productivo, la causa de la crisis de 'crecimiento' de los años setenta y principios de los ochenta, se localiza en factores que han obstaculizado un mayor desarrollo de la productividad.

La productividad es la base del crecimiento económico de la sociedad así como el origen de los excedentes que impulsarán la inversión y por consecuencia, la producción. Además, en lo individual, la productividad es también la base de la competitividad entre empresas y también entre naciones.

Antes de llegar a los años setenta, la productividad del trabajo oscilaba alrededor del 4% anual en los países de la OECD.¹⁵ En los años 1973-85 había bajado al 1.4% anual.

La parte del crecimiento de la producción que no fue generada por mayores insumos de capital o trabajo y que puede considerarse como producto de la mayor eficiencia en el proceso de trabajo, es decir el excedente, se redujo de 3% en los años previos a los setentas, a 0.6% en el periodo 1973-85.¹⁶

¹⁴ *The Industrial Robot*, marzo de 1985, p. 45.; *Economic Commission for Europe: Recent Trends in Flexible Manufacturing*, Nueva York, Naciones Unidas, 1986, pp. 45-54.

¹⁵ OECD. *Economic Outlook*, no. 42, París, diciembre, 1987, p. 41.

¹⁶ *Ibid.*

La crisis de rentabilidad en las empresas a partir de los años setenta,¹⁷ provocó que el capital buscara sus ganancias en el sistema financiero y especulativo.

La crisis de la productividad no se debió a la falta de innovaciones científicas y tecnológicas (la microelectrónica fue desarrollada en los sesenta-setenta), sino a cómo se aplicaban éstas al proceso productivo. La aplicación de las mencionadas innovaciones, estaba basada en dos ideas centrales de cómo incrementar la productividad:

- a) una división interna del trabajo, convirtiendo tareas complejas en simples, usando mano de obra no calificada;
- b) una producción a gran escala de mercancías idénticas dirigida al consumo de masa, usando tecnologías como la línea de montaje, en aras de abatir los costos unitarios.

El punto a) significó que las actividades de los ingenieros y de los técnicos se convirtieran en la única fuente de la productividad. Ésta se incrementó con un alto costo en capital (constante) por trabajador, en la medida que se hizo necesaria una mayor inversión para introducir máquinas cada vez más complejas, logrando hacer del obrero su extensión.¹⁸

La productividad obtenida mediante el proceso descrito en el punto a), al relacionarse con el punto b), significa el trayecto del desarrollo científico-tecnológico, tratando de lograr la recuperación de la inversión a través de la producción de masa, empleando máquinas de uso específico en reemplazo de las universales.¹⁹ La línea de montaje, que implica el movimiento de materiales y de productos

¹⁷ A. Lipietz. *Mirages and Miracles*, Londres, Verso, 1987, p. 43.

¹⁸ *Idem*, p. 44.

¹⁹ C. F. Sabel. *Work and Politics. The Division of Labor in Industry*, Londres, Cambridge University Press, 1982, p. 194.

en proceso, en una forma fija, es un ejemplo de lo anterior.

Cada vez que hubo una innovación tecnológica, se requirieron mayores volúmenes de productos idénticos. La saturación de productos de masa en el mercado capitalista, agravó los problemas de la rentabilidad por las siguientes razones:

Primero, la carrera de la competencia basada en la productividad hacía que las empresas continuaran ampliando sus plantas para obtener mayores economías de escala y así mantener y expandir su presencia en el mercado, aun cuando ellas sabían que el mercado ya no resistiría tantos productos idénticos. Se llegó al límite, causando una sobreproducción en casi todos los sectores (siderúrgica, automotriz, eléctrica, textil). En virtud de que se trataba de tecnología rígida, las posibilidades de otros usos eran limitadas, acelerándose la depreciación de la maquinaria con las consecuentes pérdidas.

La segunda, los consumidores de los países industrializados ante el incremento de su poder de compra en las últimas décadas (gracias a la producción de masa), llegaron al punto de encontrar poco atractivo el producto masivo.²⁰ Así se da un fenómeno singular. Los consumidores ahora, están predispuestos a pagar más por un producto que los diferencie del consumo de la masa, y por otro lado, exigen un menor precio para el producto en serie. La oferta de diferentes tipos de productos incrementa a su vez la diferenciación de los gustos en el consumidor.

²⁰ *Idem*, p. 199. Es importante señalar que la dinámica de la crisis ha conducido a una mayor polarización en la distribución del ingreso. La consecuencia es que el sector que incrementó sus ingresos demanda un mercado de productos diferenciados.

El caso de los EUA es muy claro: el ingreso promedio corregido por la inflación, de las familias que pertenecen al segmento de las 20% más pobres, bajó en 1.4% entre 1979 y 1987. Mientras el ingreso promedio de las familias del segmento de las 20% más ricas, creció en un 12%. Dicho de otra manera, la distancia entre los ingresos de las familias más pobres y más ricas se abrió en un 13.4% más en 1987 en comparación a 1979. *Business Week*, abril 24, 1989.

Surge entonces, un mercado de productos diferenciados creciente que difícilmente la empresa que continúa trabajando con máquinas específicas y poco versátiles podrá aprovechar, soportando los bajos precios del mercado masivo.

Un tercer factor que ha disminuido las ganancias de las empresas de producción masiva se localiza en el alto costo ecológico que la tecnología de la producción y el consumo de masa representa, en cuanto al uso de materias primas, energéticos, generación de basura y contaminación, elementos todos ellos incrementados en proporción igual o mayor a la productividad.

Un cuarto elemento consistió en que la empresa, con la precisa delimitación de funciones de cada trabajador, podía exigir la realización de las tareas que aparecían en la descripción del puesto. El trabajador por su parte, se defendía al utilizar dicha descripción para no realizar una tarea no definida en el contrato.

La extrema división interna del trabajo donde el obrero fue considerado como una extensión de la máquina, sin considerar sus facultades intelectuales, provocaba resistencias individuales ante el proceso monótono, la descalificación y el ritmo elevado; por consiguiente, la rotación, el ausentismo y el sabotaje, fueron las expresiones más comunes.²¹ para que surgieran los tiempos muertos, el bajo nivel de calidad del proceso y producto, el alto índice de desechos y retoques, factores todos que elevaron el costo del capital de trabajo, reduciendo la rentabilidad, fueron el resultado.

En quinto lugar, la fábrica moderna si bien ocupaba personal no calificado para la producción en masa, restó aún bastantes funciones cuya complejidad o bajo volumen no permitió subdividirlas en operaciones simples. Oficios

²¹ J. Hirsch y R. Roth. *Das Neue Gesicht des Kapitalismus*, Hamburgo, USA-Verlag, 1986, p. 172.

como el de herramentista, el tornero, fresador, y muchas otras más, se conservaron en un número importante en la industria en general. Este trabajo calificado, requiere años de práctica para dominar el oficio.

Dichos oficios mantuvieron una relativa autonomía ante la gestión de las empresas. En la Ford, en los Estados Unidos, la gestión no logró 'disciplinar' los departamentos donde la producción se basaba en oficios.²² En los movimientos obreros, estos trabajadores cumplen muchas veces un papel de vanguardia, obstaculizando la movilidad y la flexibilidad; esto es posible gracias a que la empresa dependía de esa mano de obra calificada, escasa en el mercado.

La aplicación de herramientas y sistemas programables debe contrarrestar los mencionados obstáculos de la productividad y de la rentabilidad, que no se limitan únicamente a la reducción del costo de mano de obra directa en el producto (estrategia seguida hasta ahora por la empresa de producción en masa). De igual o en ocasiones mayor importancia, son:

- i) la reducción del capital circulante, por la disminución de la producción en proceso e insumos en almacén;
- ii) una mayor tasa de rotación del capital constante fijo por, una mayor utilización de las máquinas, y de los metros de construcción de las naves industriales;
- iii) ahorro de energéticos y materias primas;
- iv) desarrollo más rápido de la producción, y
- v) mejor y mucho más constante calidad del producto.²³

Cada uno de estos elementos, incluyendo el costo de mano de obra, tiene su peso específico en una decisión

²² H. Shaiken. *Work Transformed. Automation and Labor in the Computer Age*. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston, 1984, pp. 42-43.

²³ *Economic Commission for Europe, op. cit.*, p. 5.

concreta para seleccionar el tipo de tecnología: la manual, la mecánica, la automatización rígida (máquina de uso específico), o la programable.

Antes de la aparición de la automatización programable la decisión que se tomaba consistía en la selección de una tecnología versátil, manual, sin o con herramientas (máquina-herramienta con intervención directa de la fuerza humana), o la selección de una tecnología rígida (máquinas automáticas de uso específico). El criterio de selección se fundamentaba en el volumen a trabajarse: solamente la producción de grandes series, era costeable con el uso de la automatización rígida.

La mayoría de la industria metalmecánica se dedica a la producción de series pequeñas y medianas, por ello la automatización rígida no fue una opción.

Con la automatización flexible, si bien el criterio del volumen continúa, el hecho de que se trate de un universo de productos diversos dentro de márgenes preestablecidos (una familia de productos) hace posible que sea una opción viable para la producción de series medianas o pequeñas en sectores industriales como el metalmecánico o la electrónica.

La automatización programable pone al alcance de la empresa, la posibilidad de optimizar criterios como el de calidad en el producto y de ahorro de materias primas.

Verbigracia, el corte, maquinado y soldadura de una compuerta para presa hidroeléctrica que requiere ser hecha bajo una precisión y exactitud de milésimas de milímetros, llevándose dos o más años en su elaboración. Se trata de un producto único. El hecho de ser producto único impidió el uso de maquinaria rígida automatizada. Al usar máquinas universales operadas manualmente el riesgo de no obtener la calidad y de generar importantes volúmenes de desechos, era a pesar de lo anterior, costeable.

Con la aparición de las máquinas programables los gastos de inversión en capital fijo se incrementaron. Sin

embargo, resultó económicamente costeable su aplicación, ya que dichas máquinas pueden ser reutilizadas con cierta facilidad para la fabricación de otras piezas únicas, evitándose riesgos en la obtención de la calidad, la precisión, y disminuyendo la cantidad de desechos.

La flexibilidad de la automatización encierra un potencial de incremento de productividad sobre el capital invertido, cualitativamente diferente y hasta ahora no contemplado.

La flexibilidad integrada a la producción como sistema totalizador nos permite ver un horizonte más amplio de posibilidades que intervienen en la mejoría del producto y la rentabilidad de la inversión.

En los talleres industriales tradicionales (de los años setenta), se ha calculado que en promedio, sólo el 30% de las máquinas herramientas estuvieron en operación por jornada de trabajo, mientras que el restante 70% se ocupaba en instalar, centrar, calibrar y sujetar una serie de piezas y herramientas a la máquina, o se encontraba simplemente parada.

De otro lado, los objetos de trabajo en el 5% del tiempo que se encontraban en el taller, solamente eran ocupados en el propio proceso de transformación, el restante 95% del tiempo, fue ocupado en desplazamientos y espera.²⁴

Los principales elementos que intervienen en la decisión de escoger la automatización programable se circunscriben en la concatenación de la integración y la flexibilidad bajo el objetivo de lograr una alta calidad del producto y del proceso.

La integración es un requisito *sine qua non* para evitar tiempos muertos y reducir el volumen de producción en proceso, así como el número de productos en almacén, es

²⁴ *Idem.*, p. 3. En 1986, el stock de la General Motors superaba los 9,000 millones de dólares, teniendo un costo financiero superior a los 3,000 millones de dólares, según A. Cuesta: *Los cambios tecnológicos y sociales en la industria española del automóvil*, Madrid, mimeografiado, 1986, p. 12.

decir, obtener ganancias en la productividad, por el uso más eficiente de capital de trabajo (capital circulante y mano de obra).

La integración requiere en la organización un alto nivel de control, no sólo sobre los tiempos y movimientos que involucra el proceso de trabajo, sino también de la calidad del proceso y producto. El objetivo del control es evitar los errores y defectos, corrigiéndolos a tiempo. Es importante considerar, para entender el papel del control, que la empresa busca reducir las fases de transformación y ensamble, o sea, integrar varias fases en una.

Ejemplo: en la fábrica Hitachi de Tokai se producen alrededor de 400 mil magnetoscopios (instrumento que ejecuta el registro de las imágenes en cintas magnéticas) por mes. Desde hace seis años, se lograron integrar 6 mil fases en 2 mil y el objetivo es reducirlas a mil.²⁵

En la empresa Velcon (Grupo Spicer, Celaya, México) la introducción del equipo programable condujo a una reducción de 87 a 51 operaciones para fabricar la misma flecha, integrando así, 36 operaciones con otras simultáneamente o en una secuencia automática.

La calidad es una variable que implica tolerancias y un adecuado control hace posible su optimización.

El estudio de tiempos y movimientos tiene que estar en función de la optimización de la calidad y no como solía hacerse antes, únicamente en relación a la velocidad del mismo proceso.

Lo antes dicho conlleva a lograr una combinación de tareas altamente especializadas desde la perspectiva de lo que es el flujo continuo en el proceso de trabajo con aquellas tareas de nivel más integrado, en lo que se refiere al control de calidad del proceso y del producto: por ejemplo, soldar solamente cuatro puntos en un subensamble de una carrocería de un auto es una tarea que consiste en la reali-

²⁵ *Le Journal de la Robotique*, no. 38, París, diciembre de 1987, p. 11.

zación de operaciones en ciclos cortos, y es sólo una fase dentro de las 5 mil que componen todo el proceso. Sin embargo, dicha tarea actualmente incluye la inspección, que comprende la elaboración de gráficas de control de calidad y el mantenimiento preventivo de la maquinaria.

La flexibilidad permite el uso óptimo de la fuerza de trabajo y de la capacidad instalada, de acuerdo a las fluctuaciones en la demanda del mercado; y logra un aumento de la productividad de la fuerza de trabajo y una mayor rotación del capital fijo invertido.²⁶

La mayor rotación del capital fijo se obtiene, en principio, por la aplicación de dispositivos electrónicos programables a lo largo del proceso, dando la posibilidad de optimizar los tiempos de vida del capital fijo instalado a través de dos vías:

La primera consiste en la disminución de los tiempos muertos de la maquinaria y equipo en el proceso de un producto determinado. Las operaciones que antes estaban separadas, ahora una misma máquina es capaz de realizarlas. Por ejemplo: un centro de maquinado de piezas metálicas es posible programarlo para hacer perforaciones, cortes y perfiles en una sola máquina y al mismo tiempo, reducir las fases; una prensa programable de transferencia triaxial (como la que ha instalado la Ford en Hermosillo, México) para el estampado de una pieza metálica usada en la industria automotriz, después de cambiar los datos manualmente, ahora se calibra automáticamente. El tiempo de dicha operación se redujo considerablemente de horas a segundos.

Estos dos ejemplos muestran cómo la reducción de los tiempos muertos del equipo es posible gracias a la flexibili-

²⁶ B. Coriat. "Automatización programable y productos diferenciados", en *El movimiento obrero ante la reconversión productiva*, no. 1, México, CTM, OIT, FES, 1988, p. 15.

dad de la automatización, la que además permite realizar operaciones simultáneas.

La segunda vía pretende lograr un tiempo de vida más largo para el equipo y maquinaria instalado. El hecho de que sean reprogramables, al modificar el tipo o modelo de producto permite su reutilización, por ejemplo: la gran inversión que significa la planta de la Fiat en Cassino, donde se instalaron 403 robots y 49 sistemas de videocontrol; es recuperable, según la dirección de la empresa, por el alto grado de versatilidad de la maquinaria y equipo que permitirá en un futuro próximo producir otros modelos diferentes al "TIPO" con que se inició esta planta, aplicando modificaciones mínimas.²⁷

Después de lograr un tiempo de vida más largo para la maquinaria y equipo se incrementa la capacidad de respuesta de la empresa, ante las fluctuaciones en el mercado y, al mismo tiempo, la posibilidad de provocar modificaciones más rápidas en un mercado de consumo de masa saturado. La rapidez con que la empresa se adapta y modifica un modelo de producto es un indicador cada día más importante en la competencia.

En los últimos diez años el ciclo de introducción de nuevos productos y de nuevos procesos de producción se redujo de aproximadamente 4.5 años a 1.5 años a nivel mundial. Es así que el nuevo trayecto tecnológico no se limita a una mayor capacidad de adaptación a circunstancias cambiantes, sino es también, la causa de que los cambios se aceleran en los mercados.

Hemos discutido hasta aquí que la flexibilidad incrementa la rotación del capital fijo, como una vertiente; la otra, es el análisis de la flexibilidad en la intensificación del consumo de la fuerza de trabajo en el proceso productivo.

²⁷ *Financial Times*, Londres, marzo 24 de 1988.

La versatilidad que la automatización programable presenta en la maquinaria y equipo, permite en las operaciones reducir las interrupciones al no depender de una secuencia rígida, verbigracia: en el ramo de seguros, la empresa Grupo Nacional Provincial antes contrataba cotizadores para la emisión de pólizas de vida, por un lado, y para las pólizas de daño por el otro. Actualmente los mismos que cotizan unas hacen las otras, a partir de un programa de cómputo, es decir, los cotizadores ahora se han convertido en captadores de datos, con lo que la aseguradora ha desterrado los tiempos ociosos de la fuerza de trabajo que ocupa.

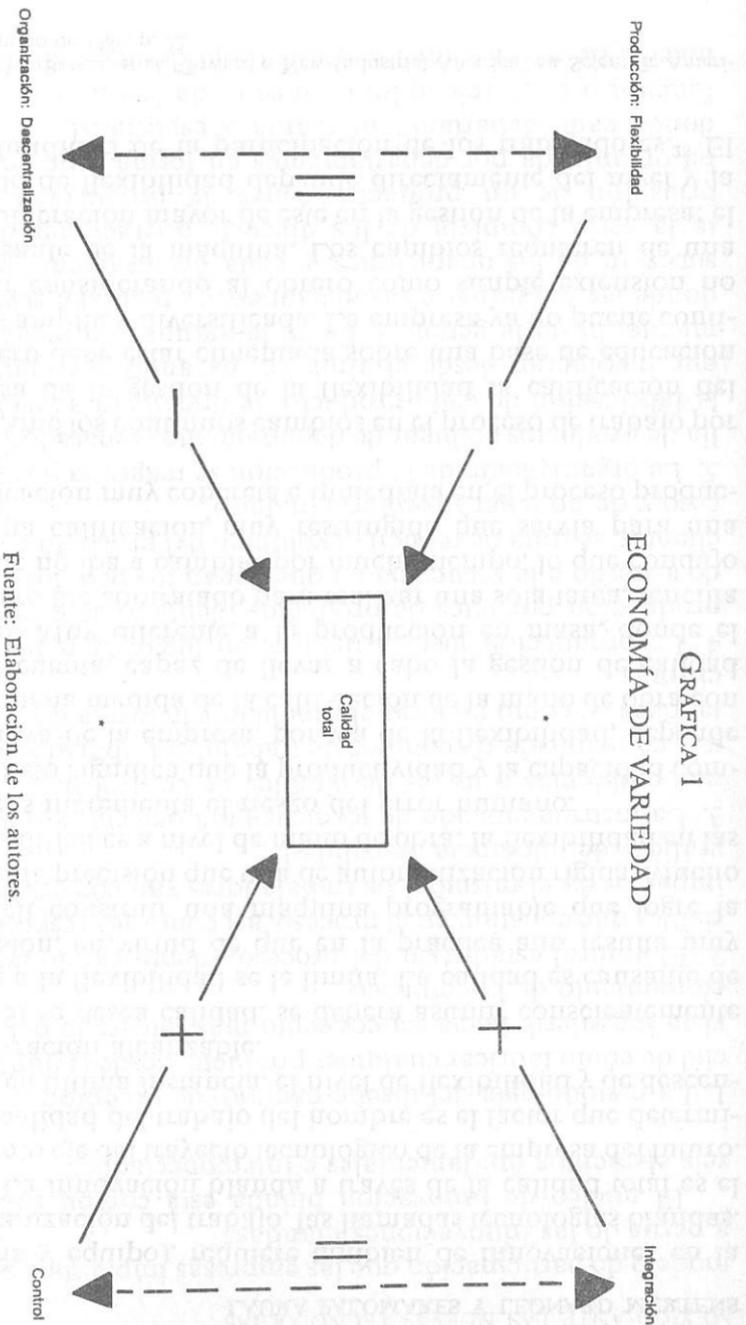
La flexibilidad en la producción requiere de una descentralización en la organización por especialización: surge entonces un nuevo concepto de subcontratación, donde la empresa se concentra en aquellas actividades con mayor valor agregado, subcontratando las demás actividades.

Los cuatro ejes flexibilidad-integración en la producción, descentralización y control en la organización constituyen los elementos básicos de la nueva trayectoria tecnológica de las empresas.

Los cuatro ejes son complementarios en un sentido y contradictorios en el otro. La flexibilidad en la producción requiere de una descentralización en la organización; igualmente la integración necesita un control centralizado en la organización. Dominar y avanzar estos aspectos contradictorios, constituye el reto de la empresa del 'futuro' (véase gráfica 1).

El elemento medular que tiene que equilibrar las contradicciones, entre flexibilidad y centralización del control por un lado, y descentralización e integración por el otro, es el hombre, a través del cumplimiento de un programa de calidad total del proceso y producto.

Reducción de tiempos muertos, de los desechos y retoques, no es más que mejorar la calidad en todos sus sentidos. Aquí no basta la aplicación de tecnologías duras (maqui-



GRÁFICA 1

ECONOMÍA DE VARIEDAD

Fuente: Elaboración de los autores.

naria y equipo), requiere también de innovaciones en la organización del trabajo, las llamadas tecnologías blandas.

La innovación blanda a través de la calidad total es el quinto eje del trayecto tecnológico de la empresa del futuro. La calidad del trabajo del hombre es el factor que determina, en última instancia, el nivel de flexibilidad y de descentralización alcanzable.

Si se desea calidad, se deberá asumir conscientemente que a la flexibilidad se le limita. La calidad es causante de tensión, en virtud de que en la práctica aún resulta muy difícil construir una máquina programable que logre la misma precisión que una de automatización rígida. Mucho más difícil es a nivel de mano de obra: la flexibilidad en las tareas incrementa el riesgo del error humano.

Esto significa que la productividad y la capacidad competitiva de la empresa, por vía de la flexibilidad, depende en buena medida de la calificación de la mano de obra con que cuenta, capaz de llevar a cabo la gestión de calidad total. Muy diferente a la producción en masa, donde el obrero fue contratado para realizar una sola tarea, sencilla y que no iba a cambiar por mucho tiempo, lo que condujo a una calificación muy restringida que servía para una aplicación muy concreta e inmediata en el proceso productivo.

Ante los continuos cambios en el proceso de trabajo por causa de la gestión de la flexibilidad la calificación del obrero debe estar cimentada sobre una base de educación más amplia y diversificada. La empresa ya no puede continuar considerando al obrero como simple extensión no pensante de la máquina. Los cambios requieren de una involucración mayor de éste en la gestión de la empresa: el grado de flexibilidad depende directamente del nivel y la profundidad de la participación de los trabajadores.²⁸ El

²⁸ S. Berger, *et al.* "Toward a New Industrial America" en *Scientific American*, junio de 1989, p. 22.

modelo de participación que las empresas implantan, se da a partir de las innovaciones blandas.

El núcleo de innovación blanda está compuesto por seis elementos fundamentales e interconectados:

1. La metodología del diseño cambió: de un enfoque parcial de cómo fabricar cualquier producto, desde el punto de vista ingenieril, hacia un concepto más integrado del funcionamiento de la empresa.
2. El control estadístico del proceso: identificando las variables que constituyen el proceso, así como sus respectivos impactos en el mismo. Los trabajadores van construyendo gráficas de tolerancia de calidad.
3. La instrumentación de técnicas para detectar y solucionar problemas a través de círculos de control de calidad y la constitución de equipos de trabajo: el trabajador aporta ideas de cómo mejorar el producto y la forma de producir más.
4. La producción justo a tiempo: en lugar de planear la producción por lotes de productos idénticos se programa de acuerdo a la secuencia en que llegan los pedidos de los clientes; se trata de reducir el volumen del producto en proceso y de no tener inventario 'muerto'.
5. La organización de la producción se reagrupa por familia de productos en lugar de departamentos separados, para la fabricación de cada producto, se organizan actividades que involucran desde el almacén, pasando por mantenimiento, hasta la gerencia. Es en la agrupación secuencial donde las máquinas e instalaciones se organizan según la sucesión de las operaciones, y cada departamento ejecuta la serie completa de las diversas operaciones de fabricación de un producto. Antes, la producción estaba organizada por departamentos en forma funcional en donde cada departamento reunía a especialistas de una función o tarea (ejemplo: de tornos, de fresadoras, de almacén, de mantenimiento, de manejo de materiales, etc.),

apoyando todos la elaboración de los diferentes productos.²⁹

La organización de las máquinas en línea 'U' es una variante de ese cambio donde varios tipos de maquinaria enlazadas en forma de U, permiten que un solo operario controle cada una de las diferentes tareas específicas, dándole una visión del (sub)conjunto del proceso, que, anteriormente y en forma recta, requería de varios operarios, en tareas parciales.

La línea U también sirve para estrechar la comunicación entre varios operarios, que antes trabajaban en línea recta, controlando entre todos la calidad del proceso y del producto de una fase del proceso de trabajo.³⁰

6. La modificación radical del comportamiento de los proveedores, que consiste en el cumplimiento estricto de calidad y entrega en tiempo.

Un estudio realizado en 1986 en los EUA reveló que en las empresas donde se habían aplicado innovaciones blandas y en particular la participación de obreros, la productividad creció en 52% más, que en las otras empresas que no habían implementado esas innovaciones.³¹

Veamos un ejemplo de la importancia de la innovación blanda en el sector automotriz. Durante el periodo 1980-1988 se estima que la General Motors invirtió 50 mil millones de dólares en la modernización de su equipo de fabricación, con la proyección de contar en 1990 con 14 mil robots instalados en sus plantas.

²⁹ J. M. Clerc. *Introducción a las condiciones y el medio ambiente de trabajo*, Ginebra, OIT, 1987, p. 216.

³⁰ En la filial maquiladora de la TRW en la ciudad de Reynosa, México, fabricante de cinturones de seguridad para automóviles, antes ocupaba una línea recta para la producción de un modelo de cinturón, actualmente la producción del mismo se realiza en línea U donde 20 personas están ubicadas más cerca unas de otras y la comunicación se ha mejorado en el sentido de que todos entre sí pueden comunicarse sin la dificultad que presentaba la línea recta que dejaba distante al primer trabajador del último, y así sucesivamente.

³¹ *Business Week*, mayo de 1989.

En estas inversiones se incluyó la compra de las empresas líderes en electrónica de comunicación, control, simulación y fabricación, ellas son la EDS, Hughes Aircraft y Fanuc; sus plantas son consideradas como las de mayor nivel de automatización flexible en el sector automotriz a nivel mundial. La estrategia seguida se ha denominado "big bang" (el gran golpe). Sin embargo, la GM sigue siendo la empresa con el mayor costo de producción, debido a que las innovaciones blandas fueron obstruidas por el gigantesco aparato burocrático de gerentes de mando medio, organizados en departamento por función, que la compañía había creado durante la época de la producción en masa (1960), y sus ventas le aseguraron el 50% del mercado estadounidense. Participación que en 1988 había bajado a menos del 40%.³²

Empresas como la Ford y Chrysler lograron mayores tasas de ganancia con una inversión relativamente menor en equipo programable, gracias a que aplicaron con mucha mayor intensidad las innovaciones blandas basadas sustancialmente en la mano de obra.

Un indicador de la difusión de las innovaciones blandas se da en la industria electrónica en los Estados Unidos, donde una encuesta entre las mil empresas más importantes del sector, reveló en 1986, que el 35% de ellas ha organizado el proceso de trabajo a través de los equipos o grupos de trabajo.³³

A pesar de que las empresas automotrices norteamericanas han reconocido la importancia de las innovaciones blandas, la calidad del producto y proceso alcanzado ha distado de ser lo deseado. En un estudio llevado a cabo por el MIT en 1986 y 1987 se encontró que el número de defectos localizados en los automóviles en los primeros tres meses después de adquirirlos, era 2 veces mayor en los

³² *Electronic Business*, junio 1 de 1988; *Business Week*, mayo 9 de 1988; E. Lof. "Een Volttooid Partituur" en *Intermediar*, Amsterdam, abril 14 de 1989.

³³ *Electronic Business*, octubre 1 de 1986.

autos producidos por empresas norteamericanas, en comparación a los japoneses. Además, a los norteamericanos les llevó 5 años realizar el proceso, entre la concepción del diseño y la introducción comercial del automóvil, mientras que los japoneses hicieron el mismo ciclo en tres años y medio.³⁴

3. La automatización programable en México

En los procesos de producción en la región latinoamericana, está más difundida la aplicación de la microelectrónica en el sector de comunicaciones y en el de servicios financieros.³⁵ El primero es considerado como la 'carretera' del futuro; el segundo basa su proceso de trabajo en la elaboración y almacenamiento de información: elemento central de la automatización a partir de la electrónica.

En el sector manufacturero mexicano, las empresas líderes, en particular aquéllas que participan en el mercado exterior, están experimentando la automatización programable y la gestión de calidad total. Estimamos que el parque de máquinas herramientas de control computarizado instalado en el país hasta 1989 es de 1,500, y 250 robots.³⁶

Una muestra de 35 empresas de electrónica de exportación (maquiladoras), mostró que en 1986 el 30% tenía instalado equipo de automatización flexible, además contaban con el 25% del empleo del total del número de empresas maquiladoras electrónicas instaladas en el país.

³⁴ S. Berger, *et al.* *Op. cit.*, p. 24.

³⁵ *Mesa redonda latinoamericana sobre las nuevas tecnologías y sus implicaciones para las condiciones de trabajo*, Caracas, OIT, abril de 1989.

³⁶ Estimaciones propias basadas en más de 200 visitas hechas por Palomares y Mertens de 1986 a 1989, a empresas de las diferentes ramas industriales, en particular la metalmecánica, automotriz, electrónica, eléctrica, computación, petroquímica secundaria; complementadas con datos de otras fuentes, como el de F. Brown, L. Domínguez. "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación", en *Comercio Exterior*, México, marzo de 1989.

Otra muestra de 20 empresas ubicadas en Ciudad Juárez, indicó que el 60% tenía equipo de automatización flexible en 1987, representando esta muestra el 25% del total del empleo de la maquiladora en dicha ciudad.

En otra muestra de 45 empresas en el sector metalmeccánico de bienes de capital, el 40% tenía instalado equipo de automatización flexible en 1986, representando la muestra el 7% del empleo total del sector.

Otra muestra en la industria petroquímica secundaria de 14 empresas, contaba con equipo programable en un 50%, representando la muestra el 15% del total del empleo del sector.

Los datos anteriores, (que aparecen en el cuadro 3), respecto a la incidencia de automatización programable en cada rama de actividad, adquieren mayor certeza al relacionarlos con el tamaño de la empresa.

Las empresas sin equipo programable eran básicamente de tamaño mediano y pequeño, con excepción de la elec-

CUADRO 3
MUESTRAS DE EMPRESAS
QUE USAN AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE EN MÉXICO

| Rama de actividad | % de empresas con automatización flexible | % del empleo representado por la muestra | Número de la muestra |
|----------------------------------|---|--|----------------------|
| Electrónica de exportación | 30 | 25 | 35 |
| Maquiladoras Ciudad Juárez* | 60 | 25 | 20 |
| Metalmeccánica bienes de capital | 40 | 7 | 45 |
| Petroquímica secundaria | 50 | 15 | 14 |

* Datos proporcionados por Liliana Domínguez.

Fuente: Cálculos elaborados con base en encuestas realizadas por los autores en 1986.

trónica de exportación, donde el 50% de este universo era empresa grande, (véase cuadro 4).

Las empresas con maquinaria programable se caracterizan por ser grandes y concentrar la difusión de dicha maquinaria, aunque no todas las empresas grandes cuentan con él. El panorama difiere según la rama de que se trate. Mientras que en la electrónica de exportación el 45% de las grandes empresas contaban con equipo programable, en la petroquímica secundaria, tal proporción representó el 100%.

En la industria metalmecánica, el 14% de las empresas pequeñas tenía equipo programable, mientras que ninguna empresa pequeña de la petroquímica y la electrónica contaba con este tipo de equipo (véase cuadro 5).

Otra variable considerada, es el grado de producción para la exportación. En las ramas metalmecánica y petroquímica secundaria las empresas con equipo programable exportan más que las que no lo tienen (véase cuadro 6).

CUADRO 4

EMPRESAS SIN Y CON EQUIPO PROGRAMABLE SEGÚN TAMAÑO (en %)

| <i>Rama de actividad</i> | <i>Pequeñas (0-50)</i> | <i>Medianas (51-250)</i> | <i>Grandes (250-)</i> |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Electrónica de exportación: | | | |
| sin equipo programable | 4 | 46 | 50 |
| con equipo programable | 0 | 9 | 91 |
| Metalmecánica, bienes de capital: | | | |
| sin equipo programable | 22 | 67 | 11 |
| con equipo programable | 6 | 31 | 62 |
| Petroquímica secundaria: | | | |
| sin equipo programable | 14 | 86 | 0 |
| con equipo programable | 0 | 14 | 86 |

Fuente: Cálculos elaborados con base en encuestas realizadas por los autores en 1986.

CUADRO 5

**PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS
CON EQUIPO PROGRAMABLE
SEGÚN TAMAÑO DE LA UNIDAD PRODUCTIVA**
(en %)

| <i>Rama de actividad</i> | <i>Pequeñas (0-50)</i> | <i>Medianas (51-250)</i> | <i>Grandes (250-)</i> |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Electrónica de exportación | 0 | 8 | 46 |
| Metal mecánica, bienes de capital | 14 | 22 | 77 |
| Petroquímica secundaria | 0 | 14 | 100 |

Fuente: Cálculos elaborados con base en encuestas realizadas por los autores en 1986.

CUADRO 6

**EMPLEO PROMEDIO Y PORCENTAJE DE EXPORTACIÓN
DE LA PRODUCCIÓN SEGÚN EMPRESA**

| <i>Rama de la actividad</i> | <i>Empleo promedio</i> | <i>Porcentaje de exportación</i> |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Electrónica de exportación: | | |
| sin equipo programable | 438 | 100 |
| con equipo programable | 1,357 | 100 |
| Metalmecánica, bienes de capital: | | |
| sin equipo programable | 149 | 1 |
| con equipo programable | 403 | 14 |
| Petroquímica secundaria: | | |
| sin equipo programable | 108 | 5 |
| con equipo programable | 2,239 | 30 |

Fuente: Cálculos elaborados con base en encuestas realizadas por los autores en 1986.

La empresa grande y la producción para la exportación, son variables que determinan una tendencia de difusión de equipo programable. Lo que no significa que no se pueda exportar sin contar con este equipo programable, como lo demuestra la electrónica de exportación. Tampoco significa que, la automatización programable solamente se tiene en empresas que producen única y exclusivamente para el mercado exterior.³⁷

La proyección de la difusión del equipo programable en la industria mexicana si bien es cierto que dependerá de la expansión de los mercados internos y externos, es sobre todo producto de la capacidad tecnológica que las empresas tengan para ir asimilando las nuevas tecnologías de proceso y adaptándolas a los requerimientos de su proceso de producción.

La anterior tesis está sustentada en el carácter heterogéneo de la estructura productiva mexicana, con una diversidad enorme de niveles tecnológicos. Así, tenemos que el 63% de la industria establecida en el país, utiliza tecnología artesanal, el 28% emplea tecnología media y en muchos casos obsoleta, y sólo el 9% cuenta con tecnología avanzada (de éste último, el 92% es empresa trasnacional).³⁸

La difusión del equipo programable para los años próximos se relaciona con el interés de las empresas para realizar proyectos en materia de innovación de producto y proceso.

Una manera de medir la capacidad de las empresas para desarrollar innovación de producto es la actividad desplegada en Investigación y Desarrollo (IyD). En cuanto a innovación de proceso, las adaptaciones que la empresa haga al equipo por comprarse y al ya instalado.

³⁷ Para abundar en este tema véase el trabajo de L. Domínguez. *Microelectronics Based Innovations and Employment in Mexican Industries*, Ginebra, OIT, Working Paper, 1988 pp. 21-23.

³⁸ *Expansión*, mayo 24 de 1989.

Empezando por la innovación de producto, encontramos en la encuesta realizada entre las empresas del sector metalmecánico de bienes de capital que el 50% de las empresas entrevistadas manifestaron que llevaban a cabo proyectos de investigación y desarrollo (IyD). Una cifra alta en el contexto nacional,³⁹ pero baja si consideramos que los bienes de capital deben incorporar un alto componente de innovación por su función productiva. Un indicador de la baja capacidad de la IyD de estas empresas se demuestra por el hecho de que apenas la mitad de las que realizan proyectos de IyD habían desarrollado patentes durante los cinco años previos a la entrevista.

En otra encuesta, entre 35 empresas fabricantes de microcomputadoras en México, sector que se caracteriza por la innovación de producto, apenas el 17% llevaban proyectos de IyD.

Es probable que la capacidad tecnológica de la mayoría de las empresas mexicanas no permitan el desarrollo exitoso de una actividad de IyD, que sería lo máximo deseable. Sin embargo, hay niveles intermedios, que aún no se han explotado mucho. Empezando por el nivel más sencillo, que sería "copiar y hacer mejor". Solamente en una empresa pequeña, fabricante de rectificadoras, encontramos tal actitud. (El pequeño empresario fue a Taiwán, compró una rectificadora, la desarmó y quiere hacerla mejor, con igual o más bajo precio; con éxito ha probado con otra maquinaria.)

Al alcance del productor nacional está también, la incorporación de dispositivos de nuevas tecnologías en los productos. Sin embargo, en la muestra de empresas metalmecánicas, fueron apenas el 5% de los productores quienes incorporaron un dispositivo electrónico a sus productos.

³⁹ Una encuesta realizada por la revista *Expansión*, reveló que el 40% de la muestra de 300 empresas, desarrollaba una actividad de IyD. *Expansión*, México, mayo 24 de 1989.

En la innovación de proceso, lo realmente importante es contar con la capacidad para continuar en el trayecto tecnológico e imprimir un sello propio a dicho desarrollo. Esta capacidad además, dependerá de otros factores no necesariamente tecnológicos, como son el financiamiento, el comportamiento de la economía en su conjunto, etcétera.

La IyD no necesariamente tendrá que hacerse en equipo, como tal, pero sí es importante considerarla para mejorar la instalación, adaptación y mantenimiento de la planta.

En la encuesta entre empresas metalmeccánicas, encontramos que el 90%, hacía su propio mantenimiento del equipo en general.

Al instalar un equipo nuevo, el 54% de las empresas, 'nunca' cambia algo en el diseño de la máquina. El 29% 'a veces'; y el 17% lo hacía 'frecuentemente'. El 48% manifestó que nunca había realizado una adaptación a la maquinaria por situaciones cambiantes en el mercado o la materia prima. El 35% 'a veces' y sólo el 17% lo hacía 'frecuentemente'.

Con la excepción de casos como el de Tremec, empresa que ha sabido adaptar controles computarizados a sus viejas máquinas, los datos anteriores mencionados, reflejan que la empresa en México ha dinamizado muy poco su capacidad técnica, usándola solamente para mantenimiento.

La difusión de la automatización programable en la industria mexicana dependerá de la dinamización de su capacidad tecnológica. El impulso de la actividad en IyD en la planta industrial será la condición básica de dicha dinamización, y tendrán que fijarse metas de acuerdo a los parámetros de los países industrializados que son entre el 8 y el 10% de las ventas realizadas, lo que destinan a IyD en promedio y donde además, empresas líderes en su rama invierten hasta el 25% de sus ventas en IyD.⁴⁰

⁴⁰ *Electronic Business*, agosto 7 de 1989.

En el marco de la competencia internacional, la actividad desplegada por las empresas en México en IyD deberá estar enfocada a la innovación de proceso en principio, para que en un segundo momento, y con una base tecnológica nueva, pueda dedicarse a la innovación del producto.⁴¹

Es un hecho que la competencia internacional se ha situado en un nuevo paradigma tecnológico, el cual hemos venido describiendo en este trabajo. Así, encontramos que las empresas japonesas dedican $\frac{2}{3}$ partes de su presupuesto en IyD en tecnología de proceso mientras las norteamericanas solamente destinan $\frac{1}{3}$ parte a innovación de proceso y el resto a la innovación del producto; esta fórmula ha resultado ser una seria preocupación para definir la política industrial futura de los Estados Unidos.⁴² No se trata de una simple decisión sino de cómo articular la innovación del proceso con la innovación del producto, partiendo de una nueva base tecnológica del proceso.

Así se comprende que empresas como la 3M (Minnesota Mining & Manufacturing) considerada como la número uno en innovación de producto en los EUA, tiene como regla que, el 25% de las ventas tendrán que ser generadas por los productos nuevos lanzados al mercado en los últimos 5 años; parte de esa política es que el 15% de su tiempo ordinario de trabajo, el trabajador puede dedicarlo a actividades que le interesen, siempre y cuando guarden alguna relación con la producción. Otras empresas como la Hewlett Packard, Dow Corning y Black & Decker, emplean formas de gestión parecidas, muchas veces relacionadas estrechamente con el consumidor.⁴³

⁴¹ En Saltillo, Coahuila, México, la empresa de acero, productora de malla de alambre se ha dedicado a la innovación de proceso, logrando una reducción del producto en proceso con la introducción de quipo programable. Lo que le ha permitido exportar el 70% de la producción de un producto que durante décadas ha permanecido igual.

⁴² S. Berger, *et al. Op. cit.*, p. 24.

⁴³ *Business Week*, abril 10 de 1989.

La nueva base tecnológica comprende no solamente la innovación dura sino también la blanda. La innovación en la organización y en particular la participación de los trabajadores en la dirección de la empresa, son la piedra angular en la aplicación de la automatización programable.

Aun cuando la automatización flexible llega a altos grados de integración computarizados (CIM) el hombre continúa siendo el factor preponderante en la optimización de la calidad del proceso y del producto,⁴⁴ y ese elemento es el que puede permitir a la empresa mexicana un cierto margen de competencia, en esta primera fase de la aplicación a nivel mundial de la automatización programable (a pesar de las carencias financiero-tecnológicas), sin la necesidad de recurrir en forma inmediata a una enorme inversión en maquinaria programable.

En México, la base de su competencia es la mano de obra barata, que incluye trabajadores calificados y especialmente, a técnicos e ingenieros. Para que esa mano de obra sea competitiva tendrá que ser organizada y capacitada en forma distinta de lo que hasta la fecha ha sido.

Cada vez más empresas en México han entendido que tienen que tomar el camino de las innovaciones blandas. Transnacionales como la GM en Ramos Arizpe, compiten en el mercado exterior no tanto a partir de la maquinaria sino gracias a que la mano de obra ha desarrollado su saber para controlar la calidad del proceso y del producto, para aplicar las estadísticas de control de proce-

⁴⁴ Véase K. H. Ebel: *Work in the Factory of the Future- is Computer-Integrated Manufacturing a Mirage?*, Ginebra, OIT, mimeografiado, 1989, p. 9. Los sistemas CIM son altamente complejos e involucran un riesgo mayor de falla que los sistemas en máquinas convencionales. De hecho, frecuentemente se descomponen causando altos costos. Los sistemas pueden ser reparados y mejorados, pero esto requiere una mano de obra calificada con una actitud de responsabilidad y de motivación, así como una capacidad para la toma de decisiones que, ningún sistema técnico puede sustituir. El factor humano entonces, es indispensable para el uso eficiente del equipo automatizado.

so, para aportar ideas en cómo resolver problemas; pero es importante destacar, igualmente, el esfuerzo físico que se despliega para lograr la productividad en términos de volumen.

El límite de lo dicho anteriormente está dado por una serie de obstáculos:

- i) Los mandos medios son los primeros en oponerse a los nuevos sistemas de participación, donde el supervisor se convierte en un 'consultor', y el trabajador en el 'socio-técnico'.
- ii) Existe el peligro de que las empresas ante la ausencia de inversión en equipo, carguen sobre los trabajadores demasiadas responsabilidades, aumentando exageradamente la carga física y mental en el desempeño de sus funciones.
- iii) No se establece una relación clara entre el logro de una mayor productividad y la remuneración que el trabajador debe recibir, como parte de una distribución más equitativa de las riquezas sociales generadas por él.

Finalmente, el verdadero obstáculo radica en el hecho de que la empresa necesita que el trabajador se identifique plenamente con los objetivos de la misma, es decir, que los haga suyos. La identificación, ¿cómo lograrla?

Los empresarios han tomado opciones: los norteamericanos, han dado acciones de la empresa a sus trabajadores e implantado modelos de relaciones laborales 'positivas' -las empresas Hewlett Packard e IBM han abarcado de manera muy amplia tanto esferas de trabajo como de la vida privada del trabajador. Otras organizan "días de campo" (Wang), fiestas (Digital), deporte y cultura (Millipore)-; los alemanes, con modelos de cogestión; los japoneses aprovechan la educación y cultura (en donde se acepta a la sociedad dividida en estamentos), auxiliados

por la flexibilidad del salario basado en la premiación del esfuerzo físico-mental y, en las grandes empresas les han garantizado el trabajo de por vida.

Los empresarios mexicanos han sabido aprovechar algunas deficiencias del Estado benefactor propias del subdesarrollo, otorgando las facilidades para proporcionar a los trabajadores, casa, becas, canasta básica, transporte, aseo personal dentro de la fábrica, bonos de ropa y zapatos, servicio médico privado; además aprovechar la cultura del subdesarrollo, haciendo sentir al trabajador que puede competir con los del extranjero y, en ocasiones, ser mejor, exhibiendo su fotografía, dándoles trofeos, colgando banderines encima de las líneas, todo ello para estimularlos personalmente, así como el hecho de colgar el estandarte de primer lugar para la empresa (por ejemplo, las empresas automotrices dan a sus suministradores el "Q1") en la entrada de la planta, agradeciendo a los trabajadores por su esfuerzo y colaboración.

Pero no pueden ser equitativas mediante estos modelos, las relaciones entre esfuerzo físico-mental y la remuneración de todos los integrantes de la empresa, debido a la oposición de intereses entre capital y trabajo. Para lograr el objetivo de hacer participar a los trabajadores, mediante las diversas opciones que el capital ha implementado, fue necesario complementarlas con la amenaza de la competencia y el desempleo, haciendo sentir al trabajador que tales amenazas son connaturales del sistema, por tanto ajenas a las relaciones que establece con el capital.

La amenaza se hace real en virtud de que la informática incorporada al proceso productivo y los sistemas de telecomunicación digitales, permiten un mayor intercambio entre plantas ubicadas en diferentes partes del mundo de todo tipo de mercancías, haciendo flexible la cadena productiva y reduciendo la dependencia de la empresa de la mano de obra local, insumos o mercado; en caso de un conflicto obrero-patronal.

Aparte de la amenaza, hay otro factor que facilita la identificación del trabajador con los objetivos de la empresa: la participación por el mayor nivel de calificación. En la medida en que la calificación de los trabajadores es mayor, ellos exigen una mayor participación en las decisiones de la empresa, teniendo además la capacidad de hacérsela efectiva.⁴⁵ Al lograrla, se identificarán más con la empresa.

La identificación del trabajador con la empresa se basa entonces en la simbiosis entre amenaza y participación.

II. LA PRESENCIA DE LOS TRABAJADORES EN LA NUEVA AUTOMATIZACIÓN

Los trabajadores mexicanos expuestos a operar máquinas programables, serán todos aquéllos que en principio laboren en plantas grandes y especialmente transnacionales, aun cuando hay excepciones, como vimos en el capítulo anterior. En menor medida, aquéllos que trabajen en medianas y pequeñas empresas.

El universo se amplía al considerar las innovaciones blandas como parte integral del paradigma económico de la automatización programable.

Si bien las empresas grandes constituyen apenas el 2% del total de las empresas manufactureras en México, en términos de empleo absorben el 50% aproximadamente de ese total.⁴⁶ Es decir, 1.5 millones de trabajadores del sector manufacturero estarán involucrados en un proceso de restructuración.

A continuación analizaremos los efectos que la automatización programable está produciendo en los trabajadores en materia de empleo; calificación y educación; salario, productividad e intensidad, y las relaciones obrero-patronales.

⁴⁵ A. Steentjes: "Share Economy" en *Intermediar*, Amsterdam, abril de 1989.

⁴⁶ *La economía mexicana en cifras*, México, Nacional Financiera, 1988, p. 167-169.

1. Automatización programable y empleo

Crecimiento económico y generación de empleo dependen de los niveles de inversión productiva. En México la inversión bruta en capital fijo oscilaba en 1988 en el 60% del nivel alcanzado en 1981, lo que ha limitado enormemente la generación de empleos.

Adicional al monto de inversión para la generación de empleo es importante diferenciar entre inversiones que reemplazan bienes de capital instalados y aquéllas que amplían la planta productiva. De la relación entre ambas depende la capacidad de generar empleo.

Un ejemplo es Francia, donde se calculó que la innovación en automatización programable había causado el desempleo de 90 mil trabajadores por año entre 1973 y 1985.

Las innovaciones tecnológicas por el contrario, habían generado en el mismo periodo, 290 mil nuevos empleos por año en Japón y 960 mil en los EUA. La diferencia radicaría en que en unos países se impulsó la elevación de la productividad, mientras que en otros, hubo un incremento sustancial de la demanda, lo que ha dado lugar a una creación de puestos de trabajo superior a los suprimidos.⁴⁷

En México, la fuerte contracción de las inversiones en capital fijo a partir de 1982 y el estancamiento del empleo en el sector manufacturero, indicaría que las inversiones de reemplazo y las de expansión, mantienen compensados sus efectos en el empleo.

A nivel micro en la empresa, en el momento que la automatización programable sólo sustituye a equipo obsoleto y al trabajo humano, sin una expansión de la producción que rebasa el incremento de la productividad laboral habrá una disminución en el empleo en la planta.

⁴⁷ J. C. Bossio. *Las nuevas tecnologías y sus implicaciones para la seguridad en el empleo*, Caracas, OIT, mimeografiado.

Así, en la empresa Velcon de México, miembro del grupo Spicer, a partir de la introducción del equipo programable y de innovaciones blandas, el número de operaciones para fabricar una flecha para automóviles de tracción delantera se redujo de 87 a 51 operaciones y la mano de obra disminuyó en un 40% entre 1985 y 1989, mientras la producción de flechas por trabajador se incrementó de 600 a 1,000.

La posibilidad de incrementar la producción por encima de la productividad laboral dependerá del sector y mercado en que opera la empresa. En un mercado interno contraído como el mexicano y en un sector de tecnología de producto maduro, como es el automotriz, no es fácil lograr una expansión sustancial de la producción. La opción de no introducir equipo programable, significará para muchas empresas, la salida del mercado ante la competencia.

En las muestras de empresas de las ramas industriales metalmecánica, petroquímica secundaria y electrónica de exportación, encontramos el siguiente comportamiento en el empleo (véase cuadro 7).

Entre 1982 y 1986, la rama metalmecánica enfrentaba un mercado nacional profundamente contraído. Las empresas sin equipo programable redujeron ligeramente más el empleo en términos proporcionales que las con equipo. Las últimas lograron con la introducción de esa maquinaria ser más competitivas en el mercado internacional y así, evitar una mayor desocupación.

La rama petroquímica secundaria, estaba ante un mercado parcialmente en expansión, tanto nacional como internacional. Algunas empresas sin equipo programable habían introducido con éxito nuevos productos al mercado nacional, permitiendo la expansión mayor del empleo que las empresas con equipo, quienes lograron mayor penetración en el mercado exterior, pero sin que se lograra generar mayores niveles de empleo.

En la rama electrónica de exportación -maquiladoras- las empresas que introdujeron equipo programable, resul-

CUADRO 7

EVOLUCIÓN DEL EMPLEO EN EMPRESAS
CON Y SIN EQUIPO PROGRAMABLE

| Rama de actividad | 1980-1986 | 1983-1986 |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Metalmecánica: | | |
| sin equipo programable | (-) 22% | |
| con equipo programable | (-) 19% | |
| Petroquímica secundaria: | | |
| sin equipo programable | 19% | |
| con equipo programable | 8% | |
| Electrónica de exportación: | | |
| sin equipo programable | | 0.5% |
| con equipo programable | | 12 % |

Fuente: Cálculos elaborados con base en encuestas realizadas por los autores en 1986.

taron más competitivas en el mercado internacional que las otras, a tal grado que pudieron incrementar el empleo en un 11% entre 1983-1986, mientras que el empleo se estancó en las que no tenían.

Para lograr un acercamiento más conceptual en cuanto a los efectos que la nueva tecnología tendrá en el desplazamiento de mano de obra por un lado, y la generación de nuevos empleo por el otro, proponemos un enfoque sectorial dinámico donde se relaciona nivel de innovación de productos -madura, intermedia y nueva- con la dinámica de la innovación de producto y proceso en la empresa (véase cuadro 8).

Véamos entonces en primer lugar, el universo de tecnología de producto existente dividido en las siguientes categorías:

- i) tecnología madura, es decir ampliamente difundida en el tiempo y espacio (por ejemplo textil, calzado, automotriz, servicios financieras aseguradoras);

CUADRO 8
EL IMPACTO DIFERENCIADO
DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL EMPLEO

| Tecnología de producto | Dinámica innovativa sectorial: | | | |
|------------------------|---|--|--|---|
| | Sector de empresas con innovación de producto | Sector de empresas con innovación de producto y de proceso | Sector de empresas con innovación de proceso | Sector de empresas sin innovación de producto ni de proceso |
| Madura | o | - | --- | --- |
| Intermedia | + | o | - | --- |
| Nueva | ++ | + | o | - |

+: más empleos
-: menos empleos
o: estancamiento de empleo
Fuente: Elaboración de los autores.

- ii) tecnología de difusión y novedad intermedia (petroquímica, farmacéutica, electrónica de consumo), y
- iii) tecnología de producto totalmente nueva (electrónica de computación, metalmecánica de precisión).

En segundo lugar, los sectores de innovación de producto y de proceso:

- i) las empresas que aplican solamente innovaciones de producto;
- ii) las empresas que aplican innovaciones de producto y de proceso;
- iii) las empresas que aplican solamente innovaciones de proceso, y
- iv) empresas que no aplican innovaciones de producto ni de proceso.

Dejando fuera de consideración todas aquellas empresas que operan en nichos de mercado cautivos (por razones de reglamentación gubernamental o por el carácter mismo del producto), podemos aproximarnos a los efectos del volumen del empleo, originados por la innovación tecnológica (véase cuadro 8).

En el universo de tecnología de producto maduro, tenemos que el sector de empresas que solamente aplica innovación de producto, mantendrá el empleo constante. El resto de los sectores reducirá el empleo. Verbigracia, dentro de los fabricantes de tornos, aquéllos que introducen un control computarizado a la máquina pero que no modifican el proceso de fabricación, podrían sostener, como sub-sector, el empleo constante, al incrementar su participación en un mercado de productos maduros. Ahora bien, aquellos fabricantes que aparte de introducir el control computarizado, aplican innovaciones en el proceso productivo -como subsector-, disminuirán la ocupación.

El subsector que no hace ningún tipo de innovación apenas se sostendrá en el mercado, con grandes bajas en el empleo.

Sin embargo, al nivel de empresa individual en los dos subsectores que incluyen a la innovación de proceso, es posible encontrar una empresa que logró primero, y en forma exitosa, aplicar nuevas tecnologías de proceso. Ésta podría mantener y hasta crecer en su empleo, naturalmente a costo del empleo, y proporcionalmente mucho más, en otras empresas del mismo subsector. Un caso concreto en este sentido es la industria automotriz, donde las plantas más modernas incrementan el empleo en menor número del que las viejas automotrices desplazan.

En el tramo de la tecnología intermedia, tenemos la posibilidad de un crecimiento de empleo en el sector de empresas aplicadoras solamente de innovación de producto. Por ejemplo, el sector de empresas que introducen un nuevo producto petroquímico, sin cambiar la tecnología de proceso. Sólo en caso de que aplicaran al mismo tiempo controles computarizados y biorreactores el empleo se mantendría. Sin embargo, en el subsector que produciría el mismo producto que antes, aplicando esas innovaciones de proceso, el empleo bajaría. En la muestra referente a esta rama vimos anteriormente los casos que afirman esa hipótesis.

Finalmente, el nivel más promisorio en cuanto a generación de empleo, es el de la tecnología innovadora de producto. El sector productor de computadoras, incluyendo el subsector que produce los programas, creció a nivel mundial en los últimos años. Entre 1978 y 1985 en los EUA el empleo en las subramas de semiconductores y de computación aumentó a una tasa anual de 7%, mientras la industria electrónica, como rama, presentó una tasa promedio anual del 4.3%. En términos absolutos la última representó a aproximadamente 500 mil trabajadores. En el mismo periodo, el empleo en la industria manufacturera norteameri-

cana no creció, y en el conjunto de la economía, se había elevado con una tasa anual del 1.5%.⁴⁸

Cuando las innovaciones de producto se fabrican con innovaciones de proceso, los efectos positivos sobre la generación de empleos son menos fuertes; se estanca la generación de empleo en el subsector de empresas que fabrica un producto de la categoría nueva, pero ya no le introduce innovaciones y sólo aplica cambios de proceso.

Las perspectivas de generación de empleo se dan sobre todo cuando hay innovación de producto. El problema es que las nuevas tecnologías presuponen que la innovación de proceso es una condición para lograr una de producto. Es decir, para poder desarrollar un nuevo circuito integrado, el uso de un sistema de diseño mediante computadora es indispensable.

En la actualidad, la primera columna que es la más promisoría en creación de empleos, quedaría anulada.

Como sector que generaría empleos, tendríamos a las empresas que aplican tanto innovación de proceso como de producto, ubicadas en un universo de productos de tecnología nueva.

Aquí, la demanda de los nuevos productos tendrá que compensar el desplazamiento que significan las innovaciones de proceso. Se calcula que por ahora, los robots reemplazan de 4 a 7 trabajadores, y que los efectos en su conjunto en la economía industrializada han sido compensados por el empleo generado en la fabricación de esa nueva maquinaria. Sin embargo, los efectos verdaderos de desplazamiento se espera que se darán en el momento en que la automatización alcance el nivel de un sistema flexible integrado. Entonces, un trabajador nuevo, operando el sistema, desplazará a treinta.⁴⁹

⁴⁸ L. Mertens. *Innovación tecnológica, proceso de trabajo y empleo en la industria electrónica internacional*, México, inédito, 1987, p. 135.

⁴⁹ R. Vreeman, y W. van Gelder. "Mieuwe Technologieën en Arbeid" en *Touwtrekken de technologie*, Amsterdam, Anne Vondeling Sichtung, 1987, pp. 60-61.

A nivel mundial se está haciendo una gran pregunta: ¿qué nuevos productos están esperando los individuos que tienen capacidad de compra? Ellos están saturados con lavadoras, automóviles, televisores, estufas, refrigeradores, tostadores, licuadoras, videocaseteras, y muchas otras mercancías que a su vez han generado la construcción de carreteras, compañías constructoras, despachos de ingeniería civil, gasolineras, transporte de carga, redes de abastecimiento de insumos, talleres de mantenimiento y reparación, tiendas de piezas y refacciones, etcétera.

Entonces, ¿cuáles necesidades de los compradores, no satisfechas, podrán sustituir el papel multiplicador en la economía, que juegan los antes citados bienes? Algunos autores hablan de que una de las necesidades no satisfechas serían los servicios públicos, como educación, servicio médico, transporte, medio ambiente, etcétera.⁵⁰

Esto significaría que la primera columna sí tendría futuro de expansión, y con ello, el empleo; aquí el sector público tendría que continuar y expandir su participación.

En México, las perspectivas de generación de empleos se vuelven problemáticas ante las innovaciones tecnológicas. La política actual de las empresas, se explica mejor si observamos las columnas tres y cuatro del cuadro 8, donde veremos que, la capacidad de generación de empleos es negativa en el sector de empresas que solamente aplica innovación de proceso, así como en las empresas que no aplican innovación de proceso ni de producto.

En la medida en que el país no crea sus propias innovaciones de producto y de proceso, relacionadas con sus necesidades específicas, nunca llegaríamos a la primera y segunda columna (véase cuadro 8).

Independientemente de cada uno de los niveles tecnológicos tanto de producto como de proceso, encontramos dentro de cada tramo tecnológico correspondiente, una

⁵⁰ B. Kooistra, "Sociale Innovatie en Nieuwe Produkten" en *op. cit.*, p. 84.

clara diferenciación entre fases intensivas y menos intensivas en mano de obra. La tendencia es aminorar la intensidad de mano de obra en la transformación directa, e intensificarla en la fase donde se idean los nuevos productos y procesos (IyD), así como donde se comercializan y distribuyen. Ejemplo de esto podría ser el servicio bancario, donde cada vez menos personal se dedica a procesar -en diferentes fases del proceso-, captándose sólo una vez la información, delegando la tarea de captación de la información al propio cliente. Los departamentos que crecieron en empleo son aquéllos dedicados a atender al público, sobre todo el relacionado con clientes especiales (valores), y el de programación y desarrollo de nuevos productos o servicios.

Esta tendencia de diferenciación en intensidad de fases intensivas y menos intensivas en mano de obra, corresponde al nuevo contenido de las tareas y, consecuentemente, a otro perfil de calificación de mano de obra. En otras palabras, a un nuevo contenido del empleo de mano de obra.

El empleo en México ante las innovaciones tecnológicas también es afectado de manera indirecta, al transformarse los patrones de la división internacional del trabajo.

Los años sesenta-setenta se caracterizaron por una nueva división internacional del trabajo en donde algunos países en desarrollo (los NIC's) ya no sólo participaban en el mercado mundial a partir de la exportación de materias primas, sino también en forma creciente, de productos manufacturados.

Mientras los países industrializados batallaban con el elevado costo de mano de obra, la alta intensidad de capital y el aprovisionamiento de materias primas -particularmente energéticos y minerales-, el impacto en el medio ambiente y la rigidez de las cadenas productivas, los países en desarrollo aprovechaban esa situación al disponer de mano de obra barata, materias primas -incluyendo petró-

leo y minerales-, y de productos agrícolas no sustituibles en la cadena productiva, tales como la caña de azúcar, cacao, harina del pescado, etcétera.

A continuación analizaremos qué está pasando con esos factores de ventaja comparativa, de un país como México ante la automatización programable.

La automatización flexible tiene ventaja sobre la rígida porque depende menos de un volumen de escala de un solo producto; el volumen puede ser compuesto por una familia de productos similares, lo que permite automatizar rentablemente con volúmenes de escala mediana o hasta pequeña, siempre y cuando la suma de los productos que constituyen una familia, sea lo suficientemente grande para justificar la inversión.

A lo anterior hay que agregar:

- i) las mayores exigencias de calidad en la competencia internacional, que muchas veces se obtienen mediante la automatización, y
- ii) la automatización ha hecho posible la fabricación de nuevos productos, tales como circuitos de alto grado de integración en la electrónica.

En la actualidad se ha permitido que un número mayor de fases productivas puedan ser automatizadas rentablemente, reduciéndose la participación de la mano de obra directa.

Además, la integración de los núcleos de nuevas tecnologías (microelectrónica, biotecnología y ciencias de materiales), ha hecho posible un avance cualitativamente mayor de la automatización.

Señalemos el caso de la industria del cuero, considerada como "muy difícil" de automatizar por la irregularidad de la materia prima. Dependiendo de mano de obra calificada artesanalmente, mucho trabajo de cuero fue trasladado de los países industrializados a los en desarrollo.

Recientemente, en Francia, se desarrolló una máquina equipada con una cámara que en un segundo analiza la calidad de una piel en una banda de transfer; la información es digitalizada y procesada por una computadora y en menos de cinco segundos transferida como instrucciones, a un robot que corta el cuero mediante un finísimo chorro de agua colocado con alta precisión. Ventajas: en lugar de nueve artesanos calificados, dos operadores de máquina calificados con escolaridad; en lugar de un desperdicio de 10% del cuero, sólo el 5%. En total, un ahorro de 100 mil dólares aproximadamente al año. Logrando que se vuelva rentable y competitiva la industria del cuero en Francia.⁵¹

La innovación fue posible gracias a los avances tanto en la microelectrónica como en la ciencia de materiales mediante la óptica y el corte con agua.

La mayor penetración de la automatización en los procesos productivos es acompañada por la nueva tecnología de organización y administración de la empresa, basada en racionalizar el tiempo de entrega de los insumos por un lado, y la satisfacción de la demanda en forma inmediata (justo en tiempo) por el otro. Esto significa que lo ideal es una ubicación de la producción cerca tanto de los mercados de insumos como de los mercados finales.

Con lo anterior, el factor de mano de obra barata empieza a perder importancia en la competitividad internacional. Sin embargo, esto es matizado por los siguientes elementos:

1. Las nuevas tecnologías de telecomunicación e informática, hacen posible una producción para el mercado mundial descentralizado pero controlada centralmente, aprovechando las condiciones locales de producción y de mercado. Un ejemplo es la Nissan Motor que enlazará sus operaciones en Japón, Europa y EUA, mediante una red de

⁵¹ *Le journal de la robotique*, París, febrero de 1988, pp. 8-9.

computadoras para desarrollar vehículos según los pedidos de los clientes. Las plantas de Bruselas, Barcelona, San Diego, Phoenix, Smyra, y Cuernavaca (México), tendrán acceso a los bancos de datos en Japón para el desarrollo de vehículos adecuados a las necesidades de sus propios mercados, en tanto que sus datos serán transmitidos a la computadora principal del centro técnico de la firma en Atsugi, cerca de Tokio.⁵²

2. Aun con la automatización flexible se preservan todavía muchas tareas manuales. En parte por el carácter parcial del estado actual de la automatización en los procesos de producción (islas de automatización); pero también porque la propia automatización crea o conserva tareas no calificadas y rutinarias. "Cada día hábil llega un avión de American Airlines a la isla caribeña Barbados con una carga de un cuarto de tonelada de residuos de boletos de avión usados. Doscientas mujeres con un sueldo de menos de 3 dólares por hora capturan los principales datos en un sistema de cómputo que los procesa e inmediatamente envía vía satélite a la central de la compañía en Tulsa, Oklahoma."⁵³

3. La introducción de la microelectrónica en el proceso de trabajo si bien reduce la mano de obra directa y poco calificada, con la participación de técnicos e ingenieros sucede lo contrario. En el sector electrónico de computación en México por ejemplo, existe en Chihuahua una empresa maquiladora (100 por ciento exportación) de la compañía Data General, cuya actividad consiste en reparar las tarjetas electrónicas defectuosas de las computadoras norteamericanas. Para esto, tienen contratados a más de cien técnicos e ingenieros en electrónica, con un sueldo de 4 a 5 dólares por hora, en comparación a los 24 dólares de un técnico o ingeniero en electrónica en Estados Unidos.

⁵² *Excélsior*, México, archivo proyecto OIT/CSSES-CTM, 29 de julio de 1988.

⁵³ L. Siegel y J. Markhoff. *The High Cost of High Tech*, Nueva York, Harper & Row, 1985, p. 99.

4. Para recuperar la inversión en equipo de automatización flexible, la presión para trabajar en varios turnos se aumentará; la flexibilidad productiva también requiere de una contratación flexible de mano de obra. Ambos resultan menos problemáticos para las empresas en los países en desarrollo, dada la menor reglamentación de las condiciones de trabajo.

Evaluando los elementos, tanto los que disminuyen el papel del costo de la mano de obra en la competencia internacional, como los que lo sostienen, llegamos a la siguiente conclusión. La mano de obra barata es un factor estático en las ventajas comparativas, y como tal, es rebasado por los avances tecnológicos aplicados en los procesos productivos. Sin embargo, sigue siendo un factor de importancia en el momento que se relaciona con uno o más de los siguientes elementos:

- i) cercanía del mercado final;
- ii) la presencia de proveedores locales de insumos;
- iii) capacitación en función de la calidad del producto y del proceso;
- iv) flexibilidad en el manejo del mercado laboral (contratación y jornada);
- v) suficiente oferta de la mano de obra calificada a nivel técnico e ingenieril;
- vi) contar con una infraestructura de teleinformática.⁵⁴

Todos estos factores explican el por qué de la expansión de las empresas maquiladoras de exportación en México durante los años ochenta y el lugar número uno a nivel mundial que el país ocupa en cuanto al empleo generado en este tipo de empresas.⁵⁵

⁵⁴ L. Mertens. *op. cit.*, pp. 131-132.

⁵⁵ *Efectos económicos y sociales de empresas multinacionales en zonas de procesamiento para la exportación*, Ginebra, OIT, 1989, p. 7.

2. Automatización programable y calificación de la mano de obra

La aplicación de la automatización programable está modificando no sólo la composición de la generación de empleo por rama económica, sino también el contenido de las tareas del trabajo humano.

La transformación del trabajo humano en cuanto a la realización de las tareas y el contenido de las mismas, podemos resumirlo de la siguiente manera:

1. La integración de las fases de ingeniería, diseño, producción, gestión y comercialización, es el medio a través del cual la calidad total de proceso y producto se alcanza. La integración se facilita con la introducción de la computadora, que registra y procesa todos los datos de la producción y comercialización. Un ejemplo es el ensamble de los tableros para automóviles General Motors, que se lleva a cabo en la planta de productos electrónicos de la empresa Zenith en Reynosa, Tamaulipas, donde cada una de las fases del ensamble es registrada en computadora. Cualquier defecto identificado en el tablero en los siguientes cinco años después de haber sido ensamblado al auto, puede ser reconstruido por fecha, hora, punto de ensamble y origen del proveedor del componente. Así, es posible modificar o corregir la fase donde ocurren los desperfectos.

Las tareas de coordinación y planeación se intensifican durante la recopilación de toda clase de datos y el análisis de los mismos.

2. La flexibilidad, la calidad del proceso y producto, dependen en gran medida de la capacidad de diseño. Esta actividad tiene que asegurar la minimización del riesgo y así, evitar el error en el producto durante su proceso, al mismo tiempo, optimizar las economías de tiempo y reducir desperdicios.

La rapidez con que la empresa es capaz de adaptar y modificar su producto de acuerdo al comportamiento del mercado es un factor primordial en la competencia mundial, al acortarse el ciclo de introducción de nuevos productos de un promedio de 4.5 años a 1.5 años.⁵⁶

La empresa mexicana, Fabricación de Máquinas, SA, una de las más modernas en el sector metalmecánico que elabora moldes de acero para botellas de vidrio, incrementó de 1985 a 1986 su personal dedicado a diseño e ingeniería, del 3 al 10%. Adicionalmente el resto de los trabajadores participan de tales actividades a través de los círculos de calidad.

3. Las tareas de la transformación, son básicamente: manipular y alimentar los objetos de trabajo; planear y ejecutar las secuencias del trabajo; controlar y corregir la secuencia del trabajo y, el producto.

La gestión de la calidad total ha incrementado el tiempo dedicado a las tareas de control y corrección, como sucede en la planta de Hewlett Packard en Guadalajara, empresa dedicada al ensamble de micro y minicomputadoras. Ahí, el trabajo dedicado a la prueba y control de calidad, incluyendo su registro y procesamiento mediante estadísticas, llega a ocupar el 25% del efectuado en la planta.

El trabajo humano en las tareas de transformación mencionadas, depende del nivel tecnológico con que está relacionado.⁵⁷ En primer lugar, en la empresa del futuro, la introducción de equipo programable disminuirá la participación del nivel tecnológico de los elementos mecánicos y

⁵⁶ *Economic and Social Consultative Assembly: Europe and the new Technologies*, Bruselas, CFE, 1986, p. 70.

⁵⁷ Los niveles tecnológicos más generales y el respectivo contenido del trabajo humano consistente en:

a) previa a la mecanización: el trabajo humano es el manual simple, con o sin el uso y manejo de herramientas;

b) mecanización: el trabajo humano es operar la máquina;

c) automatización: el trabajo humano es planear, programar, controlar y corregir.

manuales, sin que esto quiera decir, que alguno de ellos desaparece totalmente, sólo indican la tendencia de reducir la participación del obrero en las actividades de transformación directa.

En segundo lugar, el nivel tecnológico manual con uso de herramientas y/o instrumentos, incrementa su participación relativa en las tareas. Esto se relaciona con el equipo programable; la operación del mismo significa un trabajo de instrumentación. La máquina figura como herramienta ante el trabajador, manipulada por un conjunto de instrumentos de programación. Pero también, continúan labores manuales importantes como la colocación y sujeción de los objetos de trabajo y el herramental.

En tercer lugar, hay una tendencia hacia la homogenización en los niveles tecnológicos por tareas directas: el manual apoyado en herramientas e instrumentos por un lado y, por el otro, el de automatización flexible. Relación que para el trabajo humano significa inclinarse a los orígenes de los oficios (la manipulación directa) por un lado y, por el otro la abstracción total de la relación entre objeto y herramienta (programación previa de las operaciones: no hay opción de cambiar sobre la marcha). El último, significa el incremento del trabajo humano en tareas mentales como la planeación, programación, control y corrección, que demandan del trabajador una capacidad teórica y conceptual, basada en el enfoque de sistemas en torno al proceso de transformación del objeto de trabajo.

4. Para que el proceso se interrumpa lo menos posible; para optimizar el uso de los conocimientos de los trabajadores; para reducir los tiempos muertos y, para que el producto salga sin errores y retoques, se requiere un comportamiento del obrero basado en la cooperación, la responsabilidad y la creatividad.⁵⁸

⁵⁸ Véase L. Palomares, L. Mertens. "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología: el caso de la electrónica" en *Análisis*

5. A lo largo de diferentes ramas de la economía, se intensifica el contenido de la electrónica básica en las tareas a realizarse en las empresas. Esto resulta por un lado, porque a nivel de tecnología de producto, existe la tendencia de incorporar crecientemente dispositivos electrónicos, ejemplo de ellos es el caso de los automóviles. El contenido de circuitos electrónicos integrados actualmente, asciende a 600 dólares por carro, y se estima que se incrementará a 1,800 en los años noventa, aumentando la complejidad del producto.

Por el otro, la automatización programable implica, por definición, el incorporar sistemas de control computarizados a las máquinas herramientas. Al mismo tiempo, actividades de mantenimiento, diseño, y supervisión de proceso, exigen además de conocimientos habituales de mecánica y electricidad, el dominio de las ideas y principios de la electrónica básica.

Una empresa fabricante de tanques de acero en México, ocupaba como personal de mantenimiento, a técnicos e ingenieros especializados en metalmecánica. Ahora, con la introducción de equipo programable, tuvieron que contratar a un ingeniero especializado en electrónica.

6. En el proceso de comercialización o el área de mercadotecnia no debe limitarse a vender el producto, sino también a detectar las fallas; realizar servicios post-venta; e informar a las áreas de producción y diseño en torno a los cambios que están ocurriendo en la demanda en el mercado.

El contenido de las tareas de la comercialización parte de un concepto integrador de la empresa, donde el manejo de la informática es fundamental.

La empresa citada anteriormente, Fabricación de Máquinas, SA, ocupa para comercializar sus productos terminales de computación, así el cliente puede hacer llegar los pedidos vía satélite a la planta. También es posible, que el cliente siga todo el proceso de producción de su pedido

desde la terminal. Aquí, el vendedor debe ser una persona capaz de manejar la informática y dominar la información de las partes estratégicas del proceso de trabajo, para poder contestar inmediatamente a las inquietudes del cliente.

7. La empresa del futuro para el manejo de la gestión de calidad total, parte de elevados niveles de integración en el proceso de producción, haciendo más flexible la secuencia de las tareas a realizar. Ello significa ejecutar en el mismo lapso de tiempo, un mayor número de tareas. Lo que podría considerarse como elemento cuantitativo del cambio del contenido del trabajo a nivel empresa.

Por ejemplo, en la planta Ford Hermosillo existe una flexibilidad mínima respecto al producto: al presentarse sólo tres variantes para el único modelo de automóvil que ahí se produce. En cuanto a las categorías ocupacionales en planta, solamente existen dos niveles básicos: "el técnico Ford" con sueldo por hora y el "empleado con sueldo mensual". Los primeros tuvieron un entrenamiento de cuatro meses fuera del área de trabajo para que conocieran todas las operaciones de la planta, convirtiéndose en trabajadores polivalentes. De forma tal, que puedan ser insertados donde el proceso lo requiere o la gestión lo crea conveniente. La flexibilidad de los trabajadores polivalentes contribuye a que el proceso productivo esté altamente integrado y los tiempos muertos sean mínimos.

En la planta Ford México, la flexibilidad del producto es relativamente más alta (tres modelos básicos para cada uno de ellos), pero opera con trabajadores flexibles sólo dentro de su puesto o función. Lo anterior, junto con el nivel tecnológico general de la planta, conduce a tiempos muertos, bajo nivel de integración y una menor cantidad de tareas por unidad de tiempo.

Los cambios en las tareas de trabajo humano, conducen a un perfil de mano de obra cualitativamente diferente, que se refleja en la estructura ocupacional.

A nivel internacional, tenemos el caso de la industria electrónica de componentes y de computación en los EUA. La rama electrónica se distingue por su alto grado de innovación de producto y proceso, lo que la hace más que representativa, como un horizonte al cual se dirigen las demás ramas industriales.

Tenemos el personal ocupado agrupado en tres grandes divisiones: 1) personal directivo, administrativo, ventas y servicio; 2) ingenieros y técnicos; 3) personal de producción y mantenimiento.

El nivel directivo-administrativo-servicios, incrementó su participación en la mano de obra de ambos sectores, componentes y computación, en un 3% entre 1977 y 1980, para después estabilizarse en el nivel alcanzado en 1980 (véanse cuadros 9 y 10).

En el periodo 1977-1985, los ingenieros incrementaron su participación en ambas subramas electrónicas en el orden del 4%, mientras que los técnicos se mantuvieron constantes o hasta disminuyeron (en el caso de la computación). Parte de la innovación de proceso está afectando directamente la labor que antes hacían los técnicos, a través de la introducción de la prueba automática programable y la computarización del diseño. Por su parte, la complejidad de las innovaciones, así como la intensificación de las actividades de IyD requieren a ingenieros electrónicos y de sistemas.

La mano de obra directa disminuyó su participación en un 5% (computación) y en un 9% (componentes), durante los años 1977-1985. En particular el ensamblador y los obreros de trabajo manual, redujeron en un 16% (componentes) y 8% (computación) su participación en el empleo total. La introducción de tecnologías tales como el montaje sobre superficie, robots de inserción de componentes, ensambladoras automáticas de los circuitos integrados, el uso de la mano de obra manual y de poca calificación, está perdiendo importancia relativa en forma rápida.

LA ESTRUCTURA OCUPACIONAL EN LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA DE COMPUTACIÓN EN LOS EUA (en %)

CUADRO 9

ESTRUCTURA OCUPACIONAL
EN LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA DE COMPUTACIÓN
EN LOS EUA (en %)

| Ocupación | 1985 (100%) | 1980 (100%) | 1977 (100%) |
|--|----------------|----------------|----------------|
| 1. Personal directivo, administrativo, de ventas y servicios | 33.2 | 34.3 | 30.8 |
| 2. Ingenieros y técnicos | 34.4 | 32.9 | 32.2 |
| 2.1 Ingenieros | 24.3 | 22.4 | 20.3 |
| 2.1.1 Ingenieros electrónicos | 8.9 | 6.0 | 7.2 |
| 2.1.2 Ingenieros en sistemas | 7.0 | 6.5 | 6.2 |
| 2.1.3 Ingenieros industriales | 2.5 | 3.7 | 2.3 |
| 2.1.4 Otros ingenieros | 5.9 | 6.2 | 4.6 |
| 2.2 Técnicos | 10.1 | 10.5 | 11.9 |
| 2.2.1 Técnicos electrónicos | 7.0 | 7.3 | 8.3 |
| 2.2.2 Otros técnicos | 3.1 | 3.2 | 3.6 |
| 3. Personal de producción y mantenimiento | 32.4 | 32.8 | 37.0 |
| 3.1 Supervisores e inspectores de prueba y calidad | 6.6 | 5.9 | 5.3 |
| 3.2 Personal de mantenimiento | 2.7 | 1.4 | 1.1 |
| 3.3 Operadores de maquinaria | 4.6 | 3.4 | 4.6 |
| 3.4 Ensambladores | 15.9 | 16.4 | 19.8 |
| 3.5 Otros trabajadores de labores manuales | 2.6 | 5.7 | 6.2 |

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el *Department of Labor*, Washington, D.C., 1986.

En México, en las muestras de las entrevistas en las ramas de electrónica de exportación, metalmecánica y petroquímica secundaria, los resultados en cuanto al cambio en la estructura ocupacional al introducirse equipo programable, eran los siguientes (véase cuadro 11):

A. Una disminución de la participación del obrero manual y del operario de máquina. Partiendo del universo de la mano de obra directamente involucrada en la produc-

CUADRO 10

ESTRUCTURA OCUPACIONAL
EN LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA DE COMPONENTES
EN LOS EUA (en %)

| Ocupación | 1985 | 1980 | 1977 |
|--|-------|-------|-------|
| 1. Personal directivo, administrativo, de ventas y servicios | 24.3 | 24.2 | 20.7 |
| 2. Ingenieros y técnicos | 18.2 | 14.8 | 12.8 |
| 2.1 Ingenieros de producción | 9.7 | 7.4 | 6.2 |
| 2.1.1 Ingenieros electrónicos y en sistemas | (6.5) | (4.7) | (4.2) |
| 2.1.2 Ingenieros industriales | (1.0) | (1.1) | (0.5) |
| 2.1.3 Otros ingenieros | (2.2) | (1.6) | (1.5) |
| 2.2 Ingenieros en investigación y desarrollo | 1.7 | -- | -- |
| 2.2.1 Ingenieros electrónicos y en sistemas | (1.3) | -- | -- |
| 2.2.2 Otros ingenieros | (0.4) | -- | -- |
| 2.3 Técnicos de producción, prueba y reparación | 6.8 | 7.4 | 6.6 |
| 2.3.1 Técnicos electrónicos | (4.0) | (4.1) | (3.8) |
| 2.3.2 Otros técnicos | (2.8) | (3.3) | (2.8) |
| 3. Personal de producción y mantenimiento | 57.5 | 61.0 | 66.5 |
| 3.1 Supervisión e inspección de calidad y prueba | 9.9 | 8.1 | 8.8 |
| 3.2 Electricistas y mecánicos de mantenimiento | 2.7 | 2.0 | 2.0 |
| 3.3 Operarios de maquinaria y herramientas | 14.4 | 8.8 | 9.0 |
| 3.4 Ensambladores y otros obreros de trabajo manual | 30.5 | 42.1 | 46.7 |

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Department of Labor, Washington, D.C., 1986.

CUADRO 11

LA ESTRUCTURA OCUPACIONAL COMPARATIVA
ENTRE EMPRESAS SIN Y CON EQUIPO PROGRAMABLE
INSTALADO EN MÉXICO (en %)

| <i>Estructura ocupacional (trabajadores directa- mente ligados a la producción)</i> | <i>Empresas sin equipo programable</i> | <i>Empresas con equipo programable</i> | <i>Empresas con mayor equipo programable</i> |
|---|--|--|--|
| <i>I. Industria electrónica de exportación (México, julio de 1986)</i> | | | |
| | (N=24) | (N=11) | |
| Obreros manuales y operarios | 85.0 | 81.0 | 68.3 |
| Supervisores | 5.1 | 2.0 | 8.5 |
| Técnicos | 8.0 | 12.4 | 17.0 |
| Ingenieros | 1.9 | 4.6 | 6.2 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| <i>II. Industria metalmecánica (México, noviembre de 1986)</i> | | | |
| | (N=27) | (N=16) | |
| Obreros manuales y operarios | 80.5 | 70.9 | 37.8 |
| Supervisores | 7.0 | 5.3 | 2.5 |
| Técnicos | 7.6 | 20.4 | 37.9 |
| Ingenieros | 4.9 | 3.4 | 21.8 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| <i>III. Industria petroquímica secundaria (México, noviembre de 1986)</i> | | | |
| | (N=7) | (N=6) | |
| Obreros manuales y operarios | 60.9 | 58.3 | 43.7 |
| Supervisores | 9.8 | 1.4 | |
| Técnicos | 16.6 | 9.7 | 2.0 |
| Ingenieros | 12.7 | 30.6 | 54.3 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: L. Palomares y L. Mertens: "Automatización Programable y Nuevos Contenidos de Trabajo: experiencias de la industria electrónica, metalmecánica y petroquímica secundaria en México", en *Análisis Económico*, México, UAM-Azcapotzalco, jul.-dic., 1987, pp. 61-78.

ción, es decir, obreros manuales, operarios, supervisores, técnicos e ingenieros, se obtuvieron los datos:

- i) Industria electrónica de exportación: una reducción de la participación de los obreros manuales y operarios del 85% en el caso de las empresas sin equipo programable al 81% en las que sí tenían. En la empresa con mayor equipo programable instalado, esta proporción se redujo al 68%.
- ii) Industria metalmecánica de bienes de capital: la participación del obrero manual y el operario se redujo del 77% al 68%; en el caso de la empresa más automatizada se aminora al 37%.
- iii) Industria petroquímica secundaria: la participación del obrero disminuyó del 60% al 58%; en la empresa con mayor equipo ésta se reduce al 44%.

B. El incremento de la participación del técnico e ingeniero de producción.

- i) Industria electrónica: la participación conjunta de los técnicos e ingenieros aumentó del 10% al 17%; en la empresa con más equipo programable, los técnicos alcanzaron el 17% y los ingenieros el 6%.
- ii) Industria metalmecánica: la participación de los técnicos pasó del 3% al 17% y hasta el 36% en la empresa más moderna. En el caso de los ingenieros, su participación disminuyó del 5% al 3%, pero subió al 22% en la empresa más moderna.
- iii) Industria petroquímica secundaria: aquí el cambio importante se dio entre supervisores y técnicos por un lado, e ingenieros por el otro. En las empresas sin equipo, los primeros alcanzaron el 27% frente al 13% de los ingenieros. En las empresas con equipo programable, esta relación se invirtió: el 12% son técnicos y supervisores frente al 30% de ingenieros. En la empresa más automatizada el cambio es aún más significativo: 2% son técnicos frente al 54% de ingenieros.

C. La imbricación de funciones, sobre todo a nivel de mantenimiento, supervisión y control de calidad.

- i) En la industria electrónica: la participación de los supervisores y personal de mantenimiento se redujo del 7% al 3%; en la empresa con mayor equipo, la labor de mantenimiento fue transferida al personal técnico en general, mientras que la participación de los supervisores se incrementó al 8%.
- ii) En la industria metalmecánica de bienes de capital: el supervisor, el trabajador de control de calidad y el de mantenimiento, vieron disminuida su participación del 7, 4 y 3%, a respectivamente el 5, 3 y 2%. En el caso de la empresa más automatizada, estos porcentajes se aminoran aún más: el 2, 1 y 1% respectivamente.
- iii) En la industria petroquímica secundaria: la participación del supervisor, la persona de control de calidad y la de mantenimiento, se redujo del 10, 1 y 10%, a respectivamente el 1, 0.5 y 5%. En la empresa más moderna, estas ocupaciones casi desaparecieron.

El fenómeno de la imbricación de funciones es importante subrayarlo, dado que la introducción de la automatización programable supone el incremento de actividades como mantenimiento preventivo, control de calidad, supervisión en general. Estas funciones son transferidas al paquete de tareas que corresponde a los trabajadores que ocupan los otros puestos.

En una encuesta realizada en Inglaterra entre empresas medianas y grandes, y que abarcaba el periodo 1984-1987, se encontraron las siguientes tendencias de imbricación de funciones:

1. El 25% de las empresas había asignado a los operarios de producción, tareas de mantenimiento, durante el mencionado periodo.
2. El 34% de las empresas había hecho traslapes entre las calificaciones especializadas, facilitando que un obrero especializado pudiera realizar las tareas de otro especializado; y el 27% contestó, que iba a au-

mentar ese traslape entre los obreros especializados en los años próximos.

3. El 25% de las empresas disminuyó la separación tajante que existía en las funciones del personal obrero manual, los técnicos e ingenieros, y los administrativos.⁵⁹

Los cambios en la estructura ocupacional conllevan a una estructura de calificación de la mano de obra requerida diferente. En la mayoría de los países tanto industrializados como en desarrollo, los sistemas de educación aún no han sabido adaptar sus planes de estudio a los nuevos requisitos del aparato productivo, causando distorsiones en la oferta y demanda de mano de obra en el mercado de trabajo, y no se aprovechan las oportunidades de creación de empleos a raíz de las innovaciones tecnológicas.

Se afirma que en todos los países industrializados existe un déficit de personal técnico, de profesionales y de gerentes, capaces de conducir al éxito la introducción del equipo programable en forma integrada (CIM). Esto ha sido la mayor razón de las fallas hasta ahora presentadas en la aplicación de dicho equipo.⁶⁰

El déficit de mano de obra calificada a nivel de técnicos e ingenieros, se ha presentado visiblemente en la rama electrónica. La demanda de dicha mano de obra viene de las actividades de producción de equipo electrónico, de programas y de otras ramas donde en la tecnología de proceso y producto, se utilizan dispositivos electrónicos.

En un estudio de proyección del empleo y de la estructura ocupacional para Gran Bretaña, se estimó que entre 1980 y 1995 el empleo crecerá con más de 50 mil puestos de trabajo en la industria electrónica de ese país. Dicho crecimiento se acompañará con un cambio profundo en la

⁵⁹ *Employment Gazette*, Londres, Departamento de empleo, HMSO, agosto de 1989.

⁶⁰ K. Ebel. *op. cit.*, p. 13.

estructura ocupacional de la rama: i) la mano de obra directa de producción (operadores, ensambladores, supervisores) disminuirá del 64% al 41% su participación en el empleo total, reduciéndose en términos absolutos el número de trabajadores directos; ii) los ingenieros y técnicos incrementarán su participación del 21% al 29%, que en términos absolutos serán 36 mil personas.⁶¹ El Instituto de Recursos Humanos de Gran Bretaña, estimó como consecuencia, un déficit de oferta en el mercado de trabajo en cuanto a mano de obra calificada en electrónica y sistemas.⁶²

En el Japón, el MITI calculó un déficit aparente de 15 mil ingenieros y técnicos en programación en 1984. Para 1990 la demanda de esa mano de obra se incrementará a 1 millón 600 mil, mientras la oferta acumulada habrá llegado apenas al millón para ese año.⁶³

En los EUA, la Asociación Americana de Electrónica, estimó un déficit anual de 5 mil ingenieros en electrónica y de 15 mil en sistemas durante los años 1983-1987. Con los salarios atractivos a nivel internacional esto ha provocado la llegada de inmigrantes calificados, en particular de los países en desarrollo (India, Taiwán, Filipinas, e Irán), quienes tan sólo en 1984 sumaron un total de 8 mil ingenieros en electrónica.⁶⁴

En México, el empleo en la industria electrónica de exportación (maquiladoras) creció un 7% anual entre 1979 y 1985, y en términos absolutos con 40 mil puestos. A nivel técnico e ingeniero, la tasa de crecimiento era del 15% anual, sumando un total de 8 mil personas. En los años 1982-1985, la tasa de crecimiento alcanzó el 17.5%.⁶⁵

⁶¹ L. Soete y G. Dosi. *Technology and Employment in the Electronics Industry*, Londres, France Printer, 1983, pp. 83-84.

⁶² *Financial Times*, junio 2 de 1986.

⁶³ *Digest of Japanese Industry and Technology*, no. 214, Tokio, 1985.

⁶⁴ *Electronic Business*, febrero 1 de 1985; *Global Electronics*, mayo de 1986.

⁶⁵ *Estadísticas de la industria maquiladora de exportación*, SPP, INEGI, 1987.

CUADRO 12

NÚMERO DE TÉCNICOS EGRESADOS
DE LOS SISTEMAS CETIS, CBTIS Y CONALEP EN LA ESPECIALIDAD DE ELECTRÓNICA
EN LOS MUNICIPIOS FRONTERIZOS DEL NORTE DE MÉXICO SOBRE EL PERIODO 1983-1986

| | CET (1) | CBT (2) | Total (3) (1) + (2) | TCPA (3) (%) |
|---|--------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| <i>Total nacional</i> | 2,775 | 5,931 | 8,706 | 19.1 |
| 1. Municipios fronterizos de BCN | 165 | 338 | 503 | 2.0 |
| 2. Municipios fronterizos de Sonora (incluida Cd. Obregón) | | 461 | 461 | 1.0 |
| 3. Municipios fronterizos de Chihuahua, incluida Cd. Chih. (excluida Cd. Chihuahua) | 101 (101) | 862 (293) 62 | 963 (399) 62 | 9.1 (10.0) (-) 12.6 |
| 4. Municipios fronterizos de Coahuila | | | | |
| 5. Municipios fronterizos de Tamaulipas (Reynosa) | 57 | 331 | 388 | 32.1 |
| 6. Total de municipios fronterizos | 323 | 2,054 | 2,377 | 10.1 |

Fuente: Calculado con base en información proporcionada por la Dirección General de Institutos Tecnológicos, SEP, 1986.

Analizando la oferta de ingenieros y técnicos en electrónica y sistemas a nivel nacional y regional, se tuvo el siguiente panorama para el periodo 1983-1986:

1. El número de técnicos en electrónica y sistemas, egresados del sistema educativo técnico,⁶⁶ creció a nivel nacional con una tasa anual del 19%, que en términos absolutos eran aproximadamente 8,700.

En los municipios fronterizos del norte de México, la tasa de crecimiento fue del 10%, que en términos absolutos eran 2,300 personas (véase cuadro 12).

2. El número de ingenieros egresados en electrónica y sistemas creció a nivel nacional con una tasa del 12%, representando en términos absolutos 4,900 personas. En los municipios de los estados fronterizos del norte de México, la tasa de crecimiento fue del 10% en el caso de los institutos tecnológicos. Extrapolando esa cifra para los egresados de

CUADRO 13

EGRESADOS DE INGENIEROS ELECTRÓNICOS
A NIVEL LICENCIATURA

| | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | TCPA | Total acumulado |
|----------------------------|------|-------|-------|--------|-------|--------------------|
| <i>Total</i> | 950 | 1,300 | 1,200 | 1,348* | 12.4% | 4,898 |
| Titulados | 800 | 800 | 850 | | | 2,450 |
| Institutos tecnológicos | 370 | 373 | 476 | 432 | 5.3% | 1,651 |
| Otras instituciones | 580 | 927 | 724 | 916 | 16.5% | 3,147 |

* Estimación.

Fuente: Calculado con base en:

Dirección General de Institutos Tecnológicos, SEP, 1986.

"Docencia e Investigación Científica y Tecnológica en Ingeniería Electrónica 1", SEP, 1985, pp. 175-179.

⁶⁶ Se refiere a los sistemas CETIS (Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicio) y CONALEP (Colegio Nacional de Educación Profesional y Técnica).

CUADRO 14
INGENIEROS EGRESADOS DE LOS INSTITUTOS TECNOLÓGICOS (SEP)
POR ENTIDAD FEDERATIVA

| | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | Total | TCPA | Deserción nivel superior 1985 (%) |
|----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| Baja California Norte | | 8 | 43 | 20 | 71 | | 2 |
| Sonora | 41 | 48 | 56 | 66 | 211 | 17.2 | 5.3 |
| Chihuahua | 60 | 69 | 71 | 87 | 287 | 13.2 | 11.0 |
| Coahuila | 51 | 48 | 48 | 49 | 196 | 0 | 6.0 |
| Tamaulipas | 27 | 38 | 28 | 19 | 112 | (-) 0 | 3.7 |
| Total de estados del norte | 179 | 211 | 246 | 241 | 877 | 10.4 | |
| Jalisco | 2 | 18 | 21 | 8 | 49 | | 7.0 |
| Puebla | 13 | 21 | 57 | 21 | 112 | | 4.0 |
| Resto de los estados | 176 | 123 | 152 | 162 | 613 | (-) 0 | |
| Total | 370 | 373 | 476 | 432 | 1,651 | 5.3 | |

Fuente: Calculado con base en información proporcionada por la Dirección General de Institutos Tecnológicos, SEP, 1986.

las otras instituciones, llegaríamos aproximadamente a 1,500 en cifras absolutas, (véanse cuadros 13 y 14).

Si bien existen algunas limitaciones en cuanto a los datos disponibles, podemos confrontar la demanda con la oferta en el mercado de trabajo de ingenieros y técnicos. Las conclusiones son las siguientes:

1. A nivel nacional, la tasa de crecimiento de los técnicos es similar a la demanda efectuada por la industria electrónica de exportación. Sin embargo, a nivel regional en la región norte del país, la tasa de crecimiento de los egresados es bastante menor que la demanda (10% versus 17%).
2. La tasa de crecimiento de los ingenieros egresados a nivel nacional es más baja que la de la demanda de las empresas electrónicas maquiladoras (12% versus 17%), sobresaliendo aún más en los municipios fronterizos del norte del país.
3. La demanda de ingenieros y técnicos por parte del sector electrónico no maquilador se calculó en 5 mil entre 1982-1985, ocupados básicamente en el subsector de fabricación de computadoras. Sumando a nivel nacional la demanda de ingenieros y técnicos del conjunto del complejo electrónico, observamos que es muy similar a la oferta en el periodo 1982-1985. Diferenciando entre técnicos e ingenieros, observamos una tendencia deficiente en la oferta en estos últimos.

Existen algunos otros indicadores que apuntan al déficit en la oferta de técnicos y, sobre todo, ingenieros en electrónica:

- En una muestra de 60 empresas de las cuales la mitad eran fabricantes de computadoras y sus partes, y la otra, maquiladoras de exportación, el 65% manifestó haber tenido problemas en poder contratar ingenieros y técnicos; este porcentaje se elevó aún más en el norte del país.

- En la muestra de empresas fabricantes de computadoras, se reveló que en los estados del norte del país, las remuneraciones de los técnicos, ingenieros, gerentes y directores, son en promedio más altas que en el resto del país. En el caso de los obreros y supervisores, no aparece tal diferencia (véase cuadro 15). Lo anterior refuerza la percepción de un déficit regional en la oferta de la mano de obra calificada en electrónica.
- Por la convergencia entre el funcionamiento mecánico y electrónico en otras industrias, que no sean necesariamente la electrónica, se empiezan a demandar técnicos e ingenieros electrónicos por ramas económicas que aparentemente no tienen que ver con la electrónica. Tal es el caso de una empresa mexicana fabricante de tanques de acero, que ha incorporado un ingeniero en electrónica en la supervisión y mantenimiento de las máquinas computarizadas; igual los bancos y compañías aseguradoras en cuya nómina de personal ahora aparecen los ingenieros en sistemas y electrónica.

La aplicación de la automatización programable y de dispositivos electrónicos en los productos, está transformando la estructura ocupacional en las empresas, así como la demanda y oferta de mano de obra en el mercado de trabajo. A nivel nacional se ha observado un déficit en ingenieros en electrónica y de sistemas, pronunciándose más en el norte del país; en cuanto a técnicos en dicha especialidad, la discrepancia entre oferta y demanda es básicamente un problema regional.

De acuerdo a los datos sobre posibles egresados a nivel técnico e ingeniero y basándonos en una dinámica económica tecnológica que ha continuado sin interrupciones, la anterior situación no habrá cambiado durante los últimos años.

Promover la carrera electrónica de técnicos e ingenieros, a la par de incrementar su calidad, es un objeti-

vo importante en la reestructuración de los planes de estudio de las instituciones de educación media y superior.

En la mano de obra directa de producción (obreros), se está dando un cambio cualitativo en cuanto al perfil requerido. Debe ser un trabajador con una actitud de responsabilidad ante el proceso de producción en su conjunto, con una participación activa en las labores de control, de solución de problemas y de reducir las partículas contaminantes en el medio ambiente de la fábrica.

Esta transformación requiere de un impulso en la capacitación, enfocada a la realidad cambiante. Sin embargo, las empresas en México apenas empiezan a preocuparse por dar un impulso a la capacitación.

En 1984-1985, se tenían inscritos para el ciclo escolar un total de 7,400 alumnos en el área de electrónica, que en México equivalía al 5% del personal directo en la industria electrónica. El 33% de los alumnos eran de los estados del norte, donde más del 65% de la industria electrónica está ubicada y donde con mayor intensidad se ha llevado a cabo la innovación tecnológica (véase cuadro 16).

3. Automatización programable, productividad y salario

Con la automatización programable, el concepto de productividad adquiere otro significado. En la producción de masa, basada en tecnología rígida, el volumen alcanzado por persona ocupada ha sido cada vez mayor siendo éste el criterio sobresaliente, cuyo impacto en la reducción de costo por unidad producida justificaba los desechos y los *stocks*. Actualmente, la productividad ya no se mide sólo en volumen sino también a través de la calidad del proceso y del producto.

La empresa Apollo Computer, Inc., fabricante de computadoras para maquinaria programable está ubicada en un mercado creciente, con cambios intensos y diversos. Su

CUADRO 15

ESTRUCTURA SALARIAL PROMEDIO POR OCUPACIÓN
Y ZONA GEOGRÁFICA EN FUNCIÓN DEL SALARIO MÍNIMO VIGENTE

| | Total nacional | Estados fronterizos norte | Estados centro | Jalisco (Guadalajara) |
|----------------------|---|---|--|--|
| Obrero | (N=24) Prom.= 1.3 D.E.= 0.25 E.R.= 19.6% | (N=12) Prom.= 1.2 D.E.= 0.22 E.R.= 18.0% | (N=7) Prom.= 1.2 D.E.= 0.23 E.R.= 19.5% | (N=5) Prom.= 1.5 D.E.= 0.24 E.R.= 16.3% |
| Supervisor | (N=17) Prom.= 3.7 D.E.= 1.15 E.R.= 31.0% | (N=8) Prom.= 3.7 D.E.= 1.50 E.R.= 40.6% | (N=5) Prom.= 3.7 D.E.= 0.81 E.R.= 21.8% | (N=4) Prom.= 3.7 D.E.= 0.52 E.R.= 14.2% |
| Técnico producción | (N=21) Prom.= 2.6 D.E.= 0.62 D.R.= 23.9% | (N=10) Prom.= 2.7 D.E.= 0.53 E.R.= 19.7% | (N=7) Prom.= 2.6 D.E.= 0.64 E.R.= 24.7% | (N=4) Prom.= 2.5 D.E.= 0.76 E.R.= 30.5% |
| Técnico de producto | (N=6) Prom.= 2.4 D.E.= 0.61 E.R.= 25.5% | (N=2) Prom.= 3.0 D.E.= 0 | (N=2) Prom.= 2.4 D.E.= 0.6 E.R.= 25 % | (N=2) Prom.= 1.8 D.E.= 0.2 E.R.= 11.1% |
| Ingeniero producción | (N=23) Prom.= 5.7 D.E.= 2.20 E.R.= 39.2% | (N=13) Prom.= 6.5 D.E.= 2.24 E.R.= 34.5% | (N=5) Prom.= 4.7 D.E.= 1.07 E.R.= 22.8% | (N=5) Prom.= 4.7 D.E.= 2.2 E.R.= 47.3% |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| Ingeniero I y D | (N=11) | Prom.= 6.7 | (N=4) | Prom.= 7.5 | (N=5) | Prom.= 7.1 | (N=2) | Prom.= 4.2 |
| | D.E.= 2.09 | D.E.= 1.76 | D.E.= 2.01 | D.E.= 2.01 | D.E.= 2.01 | D.E.= -- | | |
| | E.R.= 31.3% | E.R.= 23.5% | E.R.= 28.3% | E.R.= 28.3% | E.R.= -- | | | |
| Gerente técnico y administrativo | (N=19) | Prom.= 9.4 | (N=8) | Prom.= 11.8 | (N=8) | Prom.= 8.8 | (N=3) | Prom.= 4.5 |
| | D.E.= 4.7 | D.E.= 5.68 | D.E.= 5.68 | D.E.= 2.36 | D.E.= 2.36 | D.E.= 0.38 | | |
| | E.R.= 50.1% | E.R.= 48.1% | E.R.= 26.8% | E.R.= 26.8% | E.R.= 8.4% | | | |
| Personal de venta | (N=5) | Prom.= 5.8 | (N=-) | -- | (N=-) | -- | (N=-) | -- |
| | D.E.= 1.59 | D.E.= -- | D.E.= -- | D.E.= -- | D.E.= -- | | | |
| | E.R.= 27.3% | E.R.= -- | E.R.= -- | E.R.= -- | E.R.= -- | | | |
| Técnico instalación (externo) | (N=2) | Prom.= 5.1 | (N=-) | -- | (N=-) | -- | (N=-) | -- |
| | D.E.= -- | | | |
| | E.R.= -- | | | |
| Director | (N=15) | Prom.= 15.9 | (N=6) | Prom.= 19.7 | (N=6) | Prom.= 13.4 | (N=3) | Prom.= 13.3 |
| | D.E.= 5.43 | D.E.= 5.2 | D.E.= 3.70 | D.E.= 3.70 | D.E.= 4.2 | | | |
| | E.R.= 34.1% | E.R.= 26.3% | E.R.= 27.6% | E.R.= 27.6% | E.R.= 31.9% | | | |

D.E.= desviación.

E.R.= error relativo = D.E./promedio.

Elaboración: Leonard Mertens, OIT/PNUD, México, 1986.

CUADRO 16

NÚMERO DE ALUMNOS INSCRITOS EN CURSOS
DE CAPACITACIÓN EN EL CICLO ESCOLAR 1984-1985
EN EL ÁREA DE ELECTRÓNICA POR REGIÓN

| <i>Entidad Federativa</i> | <i>Capacitación para el trabajo*</i> No. (%) | | <i>Enseñanza ocupacional**</i> |
|---|---|-------|------------------------------------|
| 1. Baja California Norte | 937 | 14.7 | -- |
| 2. Sonora | -- | -- | -- |
| 3. Chihuahua | 358 | 5.6 | -- |
| 4. Coahuila | -- | -- | 175 |
| 5. Tamaulipas | 354 | 5.6 | -- |
| 6. Nuevo León | 449 | 8.1 | -- |
| Total estados norte | 2,098 | 33.0 | 175 |
| 7. Jalisco | 712 | 11.2 | -- |
| 8. Puebla | 355 | 5.6 | -- |
| 9. México | -- | -- | -- |
| 10. D.F. | 1,893 | 29.0 | 584 |
| 11. San Luis Potosí | 802 | 12.6 | -- |
| 12. Veracruz | 228 | 3.6 | 299 |
| 13. Resto de los estados | 268 | 4.2 | -- |
| Total | 6,356 | 100.0 | 1,058 |
| Número de estados con ausencia de capacitación en electrónica ... | 18 | -- | 28 |

* Capacitación para el trabajo: cursos modulares encaminados a incorporar al trabajo productivo al alumno que los cursa, otorgándoles conocimiento y destreza en actividades tecnológicas.

** Enseñanza ocupacional: adiestramiento orientado a la enseñanza de un oficio, que se proporciona a personas mayores de 15 años, que desean integrarse al sector productivo.

Fuente: Elaborado con base en: "Estadística básica del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, 1984-1985", Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica, SEP, México, 1986.

estrategia de productividad ha tenido como eje la mezcla de automatización, simplificación y flexibilidad en todas las áreas de producción. El objetivo central de esta empresa sin embargo, ha sido disminuir el manejo de los materiales,

que incluye: la reutilización de los embalajes; la simplificación de las estructuras de producción para reducir el almacenamiento y movimiento de partes subensambladas; el mantener las partes en sus empaques desde el andén de recepción hasta el consumo directo en la producción. El resultado fue un incremento en el volumen por trabajador del 20% y una reducción del 50% del producto en proceso entre 1984 y 1987.⁶⁷

Partiendo del hecho de que es el hombre la piedra angular del acercamiento al logro máximo entre volumen y calidad, surge la pregunta siguiente: ¿es el incremento de la productividad el resultado de una calificación mayor de la mano de obra, o de un mayor desgaste, producto de la intensificación del trabajo humano?

Veamos el siguiente ejemplo, donde el incremento en la calidad se debe básicamente a una mayor calificación de los trabajadores: en la nueva planta de la Volvo en Uddevalla, Suecia, desapareció la línea de ensamble en la fabricación del automóvil. La planta está subdividida en 6 áreas de fabricación que hacen las veces de pequeñas plantas; en cada una de ellas trabajan 8 equipos formados por 7 o 10 personas. Cada equipo de trabajo ensambla 4 automóviles por turno y existe un promedio de tres horas entre la repetición de una misma tarea por trabajador.

Los equipos de trabajo tienen un alto grado de autonomía respecto a la planeación de la producción, el control de calidad, la selección de personal y otras actividades que normalmente corresponden al supervisor.

El sindicato ha participado en la planeación de la planta y en los programas de capacitación del personal. Antes de que ingrese un obrero en la planta, se le capacita fuera del área de trabajo durante cuatro meses y, además, recibe durante 16 meses orientación del puesto que desempeñará en el equipo de trabajo.

⁶⁷ *Modern Materials Handling*, mayo de 1989.

Gracias a la intervención del sindicato, también se ha logrado que la iluminación de la planta sea buena; se ha reducido considerablemente el ruido en comparación a las plantas más antiguas; se mejoraron las condiciones físicas en el departamento de ensamblado. Ahora, el 80% del trabajo se realiza desde una posición que no requiere que el obrero se agache o se esfuerce en estirar los brazos, a través de máquinas que levantan los chasises en cualquier ángulo.⁶⁸

Con todo lo anterior, los trabajadores no han alcanzado los estándares internacionales de volumen a pesar de que la empresa —en busca de optimizar la calidad— les ha concedido algunos beneficios o reivindicaciones. El comentario de un especialista en plantas automotrices del MIT de los EUA, fue, que si bien la planta de Uddevalla alcanzará un alto nivel de calidad, no podrá acercarse a la productividad en volumen de una planta japonesa o, norteamericana, que produce en masa a través de una línea de ensamble.⁶⁹

La planta de Nissan que empezó a operar en 1984 en una área rural de los EUA (Smyrna, Tenn.), en donde los trabajadores no están sindicalizados, es un ejemplo de una estrategia de productividad donde la empresa vincula el volumen con la calidad, a costa de un incremento de la intensidad del trabajo humano. La estrategia de la empresa es producir más automóviles con cada vez menos personal, eliminando los tiempos muertos. Los trabajadores se quejan de que los supervisores les exigen hacer un esfuerzo para mejorar continuamente la ejecución de las tareas, eliminando movimientos innecesarios y reduciendo los tiempos que normalmente se usan para tomar líquidos o ir al baño. Ellos reciben constante presión para producir automóviles, con la misma velocidad de la línea, que cuenta

⁶⁸ *Business Week*, agosto 28 de 1989.

⁶⁹ *Ibid.*

cada vez con menos gente. El número de accidentes de trabajo que causaron una incapacidad de más de una semana, ha aumentado en un 59% entre 1987 y 1988, para llegar a 151 en el último año.⁷⁰

Haciendo la comparación entre la planta que surgió a partir de la conversión de la General Motors con Toyota, la NUMMI -que cuenta con poco equipo programable- y la moderna planta de la GM en Linden (NJ), se ha calculado que los obreros de la NUMMI trabajan efectivamente los 55 segundos de cada minuto frente a los 48 segundos de los de la Linden. La NUMMI cuenta con el sistema de gestión por estrés que tiene como método estirar al máximo el volumen de producción y disminuir simultáneamente los inventarios, con el objetivo de detectar dónde se ubican los puntos débiles del proceso que requieren ser atacados. Esto incluye la provocación a sus trabajadores para que expongan sus problemas y malestares a fin de encontrarles solución.⁷¹

Los ejemplos arriba mencionados, muestran cómo el incremento en la productividad a partir de la innovación blanda, es producto de una mayor formación de la mano de obra (Volvo), o de una mayor intensidad física y mental (Nissan, NUMMI). En la práctica, lo más probable es que haya una combinación de mayor formación con mayor intensidad. El interés de los trabajadores es la primera y el de los empresarios la segunda. De la fuerza de cada una de las partes en la negociación, dependerá cuál de las dos predominará: formación o intensidad.

En América Latina, y México en particular, las innovaciones blandas tienden a ser más importantes que las duras. La capacidad de competir a partir de las innovaciones blandas en los mercados internacionales, se relaciona con la mayor intensidad del trabajo humano (físico y mental)

⁷⁰ *Business Week*, julio 24 de 1989.

⁷¹ *Business Week*, agosto 14 de 1989; M. Parker y J. Slaughter. *Choosing Sides: Unions and the Team Concept*, Boston, Labor Notes, 1988, pp. 16-30.

en la producción, ante la debilidad estructural de las organizaciones sindicales y la reducida disponibilidad de recursos para invertir.

En una reunión sobre sindicalismo en América Latina a principios de 1989, sus representantes manifestaron su preocupación por el aumento en la intensidad del trabajo a raíz de la introducción de las innovaciones en las empresas de la región.⁷²

En Brasil el 70% de los dirigentes sindicales y obreros entrevistados en una muestra que cubría a 15 empresas con automatización programable instalada, manifestaron su insatisfacción por la intensificación de los ritmos de trabajo y el desgaste mental ante la introducción de la automatización programable.⁷³

Un ejemplo que ilustra la relación entre innovación blanda e intensificación del trabajo, es el de la empresa de confección de ropa para damas y caballeros Rori, en Caracas, Venezuela, que ha implementado la innovación en función de reducir los inventarios y hacer flexible la producción, para desarrollar un tiempo de respuesta rápida en el mercado. Para el trazado instalaron un sistema computarizado Gerber, que permite una mayor flexibilidad en el cambio de los diseños: la computadora hace a partir de la talla base, el progreso en el trazo de las demás tallas.⁷⁴ La flexibilidad en las otras áreas de producción (tendido y corte, cosido, planchado), lo ha logrado la empresa no con equipo nuevo sino al capacitar a los obreros para que puedan operar dos o más máquinas en una sección de la producción, y para que el obrero controle la calidad directamente. Así, la empresa pudo acortar el proceso produc-

⁷² OIT. *Mesa redonda latinoamericana sobre nuevas tecnologías y sus implicaciones para las condiciones de trabajo*, Caracas, abril de 1989.

⁷³ L. Wendel Abramo. "A Subjetividade do Trabalhador frente a Automação" en R. Toledo Neder, et al. *Automação e Movimento Sindical no Brasil*, Sao Paulo, HUCITEC, 1988, pp. 139.

⁷⁴ En México, varias empresas de confección tienen tal sistema instalado, como Rivetex en Cuernavaca, CIVAC.

tivo reduciendo el número de camisas en proceso, de un promedio de 40 mil a 15 mil, al producir 1,200 camisas diarias. Entre 1982 y 1989, el empleo en Rori se duplicó, mientras la producción aumentó en un 150%. El incremento en la productividad obtenida, se dio a partir de la reducción de los tiempos muertos, el adiestramiento de la mano de obra en diferentes tareas y, sobre todo, el aumento en la intensidad del trabajo humano.

En la innovación dura, el incremento en la productividad, igual que en la blanda, no necesariamente se acompaña con una mayor intensidad del trabajo humano, pero existen situaciones donde esa innovación permite al empresario aumentar los ritmos de trabajo de algunas funciones dentro del proceso productivo, sin que esto afecte negativamente la calidad total.

En la empresa Zenith en Reynosa, la introducción del equipo programable de montaje sobre superficie, que adhiere los componentes a las tarjetas electrónicas (circuitos impresos), reemplaza aproximadamente a 80 trabajadores en línea, insertando manualmente componentes. Mientras en la línea tradicional los trabajadores tendrían que someterse al estándar de 200 por hora, la función del técnico es calibrar, instalar y controlar el sistema. El propio sistema inspecciona la calidad del producto y cuenta con múltiples sensores e indicadores para detectar una falla en el mismo. El trabajo del técnico en Zenith es más variado, creativo y menos rutinario que el de los ensambladores tradicionales. La intensidad se da en la carga mental, en el momento cuando se presentan problemas con el sistema.

En la empresa Velcón, como se señaló anteriormente, la introducción del equipo programable condujo a una reducción de 87 a 51 operaciones. La producción de flechas por trabajador aumentó de 600 a 1,000 por año en el periodo 1985-1989. Las máquinas si bien son programables, su herramental requiere calibración y una continua revisión debido al desgaste.

Al ubicar las máquinas en célula "U", el obrero que antes operaba una máquina ahora tiene que operar tres, aumentándose consecuentemente, la intensidad física y mental del trabajo.

En el sistema bancario, la introducción de las computadoras en línea, les ha permitido aumentar el número de transacciones financieras por empleado. En Bancomer se incrementaron las operaciones por empleado entre 1983 y 1988, de 7,500 a 12,500 por año, que significa un 66% de aumento. En Banamex, se incrementaron en el mismo periodo de 3 mil a 14,500 por año, casi cinco veces más. Si bien el trabajo del cajero se ha vuelto menos manual la carga mental se ha intensificado considerablemente al aumentar en las mencionadas proporciones las transacciones. Al no existir reglamentación acerca del tiempo que una persona permanece ante la pantalla de una computadora han surgido problemas visuales y dolores de cabeza entre estos trabajadores. Por otra parte, la automatización en los bancos ha disminuido las tareas operativas de captura que tiene un carácter repetitivo, de ciclos cortos y monótonos.

La pregunta que surge es, ¿qué relación guarda el incremento en la productividad con el salario?

Analicemos a continuación el caso de las maquiladoras para llegar a una respuesta.

En México el incremento de la productividad en las empresas maquiladoras no ha beneficiado hasta ahora al trabajador con un mejor salario. Se ha calculado que la productividad física del trabajo creció con una tasa de 12% anual entre 1980-1986; al mismo tiempo, el salario real del obrero cayó en promedio 50%,⁷⁵ igual que a nivel nacional, donde la tasa de productividad era mucho menor.

Diferenciando por categoría ocupacional, encontramos algunos matices a lo dicho anteriormente.

⁷⁵ B. González-Aréchiga y J. C. Ramírez. "Productividad sin distribución: cambio tecnológico en la industria maquiladora mexicana (1980-1986)", en *Frontera Norte*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, enero-junio de 1989, p. 116.

CUADRO 17

COMPARACIÓN DEL SALARIO DIRECTO
 POR CATEGORÍA OCUPACIONAL
 EN EMPRESAS MAQUILADORAS ELECTRÓNICAS
 CON Y SIN EQUIPO PROGRAMABLE INSTALADO
 (Las cifras están en relación al salario mínimo vigente)

| | Obrero | Supervisor | Técnico | Ingeniero | Gerente |
|------------------------------------|--------|------------|---------|-----------|---------|
| a) Empresas sin equipo programable | | | | | |
| a1. Promedio | 1.18 | 3.11 | 2.39 | 6.14 | 12.55 |
| a2. D.E.* | (.21) | (.93) | (.65) | (2.18) | (3.64) |
| a3. Error relativo** | (18%) | (30%) | (27%) | (35%) | (29%) |
| b) Empresas con equipo programable | | | | | |
| b1. Promedio | 1.22 | 3.26 | 2.83 | 5.81 | 13.78 |
| b2. D.E.* | (.15) | (1.08) | (.70) | (2.38) | (4.89) |
| b3. Error relativo** | (13%) | (33%) | (25%) | (41%) | (36%) |
| c) (b1)/(a1) | 1.04 | 1.05 | 1.18 | .95 | 1.10 |

* D.E.=desviación estándar.

** Error relativo=D.E./Promedio (como porcentaje).

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta realizada por los autores en 1986.

En la encuesta hecha en 35 empresas maquiladoras electrónicas de exportación, encontramos que el salario por categoría es ligeramente mayor en las empresas con equipo programable frente a las que no tenían (véase cuadro 17). En el caso del obrero y del supervisor la diferencia es del 4 al 5% en promedio; en el técnico de producción el 18% y en el gerente 10%. Por el contrario, en el caso de los ingenieros de producción, su salario en promedio es más alto en las empresas sin equipo en un 5%.

A pesar de una incidencia aún no dominante de las máquinas programables en las empresas, lo anterior indica que:

1. El obrero y el supervisor no han mejorado su situación salarial con la introducción de equipo programable, pre-

sumiblemente debido a que el obrero no es el operario directo de las máquinas programables, y en caso de que las opere, sólo lo hace en tareas rutinarias de alimentación y acarreo, impidiéndosele la mayoría de las veces visualizar los cambios cualitativos de su nuevo rol y las bases de una reclasificación. O acaso, el sindicato no ha sabido negociar la retabulación de las categorías a partir del incremento en la productividad.

En el caso del supervisor, el contacto lejano con la máquina evita establecer una transformación de las tareas que realiza impidiéndosele, igualmente que al obrero, una retabulación.

2. El técnico es el actor que ha participado más directamente en el proceso de aplicación de las máquinas programables y su trabajo ha cambiado sustantivamente, requiriendo, entre otros, conocimientos de electrónica básica, lo que impide que los obreros más aplicados de la línea puedan pasar al puesto del técnico con sólo la experiencia laboral. Así se puede explicar el incremento a los salarios de esta categoría.

3. En el caso de los ingenieros, se ha incrementado el número de éstos en las plantas con equipo programable, sin embargo, es ocupado para realizar tareas de técnico debido a que su nivel es apenas el de un pasante de la carrera (*junior*). En el caso de empresas sin equipo programable hay pocos ingenieros pero con amplia experiencia laboral (*senior*) y con un mayor salario.

4. El gerente en las empresas con equipo programable ha visto probablemente cambiar sus tareas de planeación y decisión estratégica, lo que le ha generado un mayor sueldo.

El incremento en la productividad laboral a partir de las innovaciones duras y blandas es producto de la transformación del trabajo humano, donde encontramos, por un lado un mayor nivel de calificación requerida y, por el

otro, una mayor carga física y mental de trabajo por jornada. En algunos casos predomina la mayor calificación; en otros, la mayor intensidad. Ambos, sin embargo, deberían traducirse en un aumento en las remuneraciones.

La mayor calificación conduce a un alza en el salario, cuando es acompañado por un cambio en la categoría, vía escalafón, o cuando se transforma el perfil del puesto y se retabulan las categorías. En la mayoría de los casos, la empresa otorga capacitación, pero no la relaciona directamente con una mayor categoría. Por ejemplo, Bancomer da en promedio 15 horas de capacitación al año a todos sus empleados, en horario fuera de la jornada. La capacitación en sí no da opción a mayor remuneración, sino en el momento en que la persona sube de puesto. El escalafón y la disponibilidad de un puesto vacante, determina aquí la perspectiva de un aumento en la remuneración. La retabulación continua de las categorías –en función de la capacitación recibida y las tareas desempeñadas–, difícilmente es instrumentada por la empresa respecto al diseño e integración de las tareas por puesto, que son la base de la estructura orgánica de la empresa.

La mayor intensidad física y mental conduce a un mayor salario, cuando existe la referencia de un salario estándar. En el modelo de la producción en masa, existía una relación directa entre carga de trabajo y volumen.

Al plantear como objetivo incrementar la productividad racionalizando los tiempos muertos, los desechos y los insumos almacenados, es indispensable la integración y flexibilización del proceso de producción, donde se tiende a abandonar la extrema división interna del trabajo. El surgimiento del trabajador polivalente, hace que se pierda la relación individual entre el obrero y la productividad, lo que permite que prevalezca el pago básico, desapareciendo los pagos 'extras' por tareas de mayor desgaste.⁷⁶ Más aún

⁷⁶ *Employment Gazette*, op. cit., p. 426.

cuando existe la idea, tanto en la gestión de la empresa como en el sindicato, de que al trabajador "no le cuesta nada" hacer, además de su tarea normal, operaciones de inspección de calidad, de mantenimiento, etcétera.

Sumando cada uno de los elementos que van constituyendo una mayor integración de tareas por trabajador, se perfila un puesto cualitativamente diferente al anterior, donde la carga mental ocupa un lugar cada vez más preponderante.

La carga mental es difícil de medir y pocas veces existe algún estándar de referencia. La forma de relacionar nuevamente la remuneración con la capacitación y la intensidad sería a partir de la definición de nuevos estándares por puesto, que incluyen las cargas modificadas de trabajo, por un lado, y la retabulación general en función de la productividad alcanzada a nivel empresa, por el otro.

Los estándares por puesto deben incluir el reconocimiento de la transformación del trabajo humano, otorgando mayor salario por tratarse de un nivel de calificación e intensidad más elevado. Es decir, un ascenso del puesto. Para evitar tal ascenso -que cause mayor erogación de salarios a la empresa-, la empresa propone evaluar al trabajador de acuerdo a sus conocimientos y no a la intensidad y complejidad del puesto que le corresponde desempeñar.

En la General Motors de Ramos Arizpe, la gerencia propone relacionar el salario con el conocimiento adquirido y no con la productividad, y mucho menos con la intensidad física o mental.

Antes, la práctica de ascenso en la mayoría de las empresas era por evaluación del puesto o por escalafón ciego, en donde la categoría vacante la ocupaba el que seguía inmediatamente abajo.

La evaluación del puesto se hacía en función de la intensidad del trabajo, el grado de dificultad manual o mental. Con el pago por conocimientos, ya no se toma en

cuenta el factor de intensidad física y mental que el proceso de producción requiere.

El escalafón ciego obligaba a la empresa a dar al trabajador toda la capacitación necesaria para desempeñarse en su nuevo puesto. Si después de un tiempo de prueba dicha persona no era capaz de realizar su nueva función, existía la posibilidad de regresarla a su función antigua. Ahora, con la nueva evaluación de conocimientos, se supone que lo que determina el escalafón es el conocimiento teórico y práctico, sin considerar más la antigüedad. Condicionándosele la posibilidad de ascenso a que el trabajador pase un exámen de conocimientos y habilidades.

Los sindicalistas de algunas empresas como la General Motors en Ramos Arizpe, se han opuesto a este sistema porque la empresa eleva tanto el nivel de los exámenes, que muy pocos trabajadores pueden pasarlos. Además, la empresa puede intensificar el trabajo sin que esto sea motivo de revisión salarial.

En síntesis, ante la falta de una participación real de los trabajadores en la definición de los contenidos de lo que se consideren conocimientos, el sistema de pago por conocimiento puede dar lugar a un instrumento que no necesariamente reconoce las habilidades requeridas en el puesto y que resta responsabilidad a la empresa de dar capacitación a todos los trabajadores, al dejar al libre esfuerzo el mercado de trabajo al interior de la fábrica, quien se prepare o no, sin preocuparse por los segmentos de obreros con dificultades de aprendizaje. Lo anterior no conduciría a una verdadera vinculación entre capacitación, intensidad y remuneración.

A nivel empresa, la retabulación general de los puestos en función de la productividad alcanzada, sería en contrapunto a la propuesta empresarial de hacer flexible el salario en relación a las ventas o utilidades logradas.

Los sindicatos de Fiat en Italia, aceptaron en lugar de un incremento salarial por productividad alcanzada, una

participación en las ganancias de la empresa;⁷⁷ en los EUA, los sindicatos automotrices han celebrado contratos donde el 20% del salario dependerá de los resultados de las ventas de la empresa. En este último país, la participación de los trabajadores en el capital social de las empresas se duplicó en el período 1982-1989, tanto en número de empresas como en trabajadores involucrados. Se ha calculado que en 1989 existían ya más de 10 mil empresas con un plan de acciones para los empleados, incluyendo a compañías como la Polaroid, Procter & Gamble, Lockheed, Avis, etcétera, que abarcaban un total de 10 millones de trabajadores.⁷⁸

El salario de los trabajadores dependerá entonces, en parte, de lo acertado de las decisiones de la directiva de la compañía, en las cuales no tienen injerencia, en lugar de relacionarse con el mayor esfuerzo físico y mental prestado a la empresa a través de una reclasificación general de las categorías.

4. Automatización programable y nuevas relaciones de trabajo

En el capitalismo 'organizado' de la posguerra, de la producción y consumo de masa, del crecimiento económico sostenido y del surgimiento de las instituciones de beneficio social, en muchos países industrializados se crearon los organismos de consulta nacional entre el Estado, los patrones y los sindicatos, para ir definiendo la política macro económica a seguir. El sindicato en defensa de los intereses del obrero de masa, buscaba reivindicaciones de carácter colectivo y de aplicación nacional. Ante el Estado y los patrones, la lucha era la conquista de los aumentos salariales nacionales y el reparto de los mismos incluyendo los complementos directos e indirectos de beneficio social

⁷⁷ W. C. Symonds. "Fiats Europese Offensief", en *Intermediar*, Amsterdam, septiembre 30 de 1988.

⁷⁸ *Business Week*, mayo 15 de 1989.

colectivo. La batalla se concentraba en los niveles de las cúpulas de la sociedad, en donde en forma centralizada, se negociaban los intereses de las partes involucradas, con el salario como punto modular.

A nivel empresa, la división interna del trabajo y la línea de montaje, habían destruido la base sindical en los años veinte, al desplazar al trabajador calificado (el maestro) por el semicalificado que no requería de una experiencia laboral en el oficio. En los años sesenta, sin embargo, la relativa homogeneidad que esto estaba creando en la clase obrera, hizo posible la generación de una solidaridad entre los trabajadores de masa. Si bien el puesto de trabajo era parcializado e individualizado, su condición de obrero común, facilitó la identificación de clase. La unificación en momentos de lucha, hizo que los movimientos obreros de fábrica lograran importantes reivindicaciones, particularmente en el ámbito salarial y de las prestaciones.

En algunos casos y sobre todo por los años setenta, hubo en el movimiento obrero, a nivel de fábrica, una resistencia creciente ante la monotonía, el control y la intensidad que implicaba la producción en masa. En Suecia e Italia, comités de fábrica lograron interrumpir la rigidez y la inmovilidad del proceso productivo, cambiando la cadena productiva en una organización más democrática con el objetivo de aumentar la autonomía de los trabajadores.⁷⁹

En esos casos, los sindicatos y sus bases proponían cambios en la tecnología y la organización de la producción para mejorar las condiciones de trabajo. Estos intentos tuvieron que sobrepasar el carácter inamovible de las condiciones impuestas por la gestión de la empresa, es importante subrayar que, esas luchas se dieron a iniciativa de los trabajadores de base, involucrados y preocupados por cómo mejorar la situación del medio ambiente del trabajo.

⁷⁹ G. Shutte. "La reestructuración de las relaciones industriales", ponencia presentada en el *Seminario-taller sobre innovación tecnológica, autodiagnóstico de la empresa y estrategia sindical*, México, OIT/CTM, 1988, p. 4.

En el taller o fuente de trabajo, ahora los empresarios están tomando la iniciativa de cambiar la tecnología y reorganizar el proceso productivo, usando muchas veces argumentos que coinciden con la crítica que la clase trabajadora tenía contra la división interna del trabajo, que se aplica en la producción en masa. Es claro que la coincidencia es aparente pero puede ser importante en el momento en que se trata de convencer a los trabajadores para aceptar la aplicación de las innovaciones.

En eso, también el argumento de la competencia se ha vuelto sagrado: oponerse a la nueva tecnología, sería poner en peligro aún más las fuentes de empleo.

La capacidad competitiva depende en buena medida de poder adaptarse flexiblemente a las circunstancias cambiantes en el mercado, que han modificado radicalmente la idea acerca de la organización del proceso de trabajo. En lugar de considerársele como un sistema cuyo estado natural es estable, se le empezó a identificar como cambiante e inestable. Comprendieron que es imposible controlar mecánicamente el proceso a través de estructuras jerárquicas verticales, en un marco de derechos y obligaciones precisos, donde cada tarea del trabajador está previamente establecida en un organigrama que durante años no se modifica. En el pasado, siempre intervino el delegado sindical cuando el trabajador tenía un problema con el supervisor, igualmente los cambios en la organización de las tareas por puesto, y la asignación de los respectivos trabajadores, pasaban por el sindicato; de la misma manera, el contenido de las tareas y la determinación del estándar de tiempos y movimientos.

Entre los trabajadores de línea existía un alto grado de compañerismo y solidaridad en defensa de sus intereses inmediatos. Como consecuencia, las relaciones internas de trabajo en la empresa constituyeron el primer plano de lucha, situado en un marco político de defensa y de reivindicación desde la óptica de los trabajadores.

El nuevo paradigma económico basado en la flexibilidad y calidad, apoyado en una tecnología dura, altamente vulnerable a interrupciones, presupone la necesidad de relaciones industriales armoniosas, donde haya comunicación y cooperación entre la gestión y los trabajadores.⁸⁰ El reconocimiento por parte de la empresa de la capacidad intelectual de cada uno de los trabajadores, es indispensable para que el proceso se interrumpa lo menos posible y la calidad del producto sea óptima, al detectar y resolver cuanto antes las fallas u obstáculos por parte de los trabajadores. Elemento central es la confianza y la responsabilidad que la gestión de la empresa tiene que depositar en el trabajador.

Con la introducción de los círculos de calidad y los equipos de trabajo, la figura del supervisor se diluye en el trabajador colectivo, y el reto del equipo consiste en resolver todos los problemas, haciendo que el sistema opere en forma óptima. Las jerarquías verticales desaparecen y cada trabajador tiene el derecho y la obligación de opinar y tomar decisiones.

En las reuniones de equipo se discute sobre los problemas y sus soluciones. La clasificación por funciones casi se elimina dentro del equipo de trabajo; el equipo (de ocho a doce personas por lo general) tiene que comportarse como si fuese una pequeña empresa dentro de la empresa, desarrollando un alto grado de cooperación. El equipo es premiado por méritos tales como calidad, resolución de problemas y productividad. De igual manera, dentro de los equipos se premia a los trabajadores individualmente. Por lo tanto, se genera una dinámica de grupo donde los intereses de los trabajadores son tratados de manera individual.

Al crear una competencia entre los equipos y, en el interior de los mismos, entre cada uno de los trabajadores, las relaciones internas de trabajo se vuelven individualistas. El

⁸⁰ K. Ebel. *op. cit.*, p. 17.

interés del trabajador colectivo en el frente de trabajo se desintegra y se subordina al del equipo o al de la empresa. De esta manera, se diluye y fragmenta el contenido político de las relaciones internas de trabajo.

Con las nuevas técnicas de autocontrol usadas en los grupos de trabajo donde se crea espíritu de colectividad ante la amenaza de la competencia -desde la perspectiva de la gestión-, la empresa corre el riesgo de que los trabajadores aprovechen los espacios de consulta en su propio interés. También hay casos donde la filosofía de colaboración no funciona.

La estrategia complementaria de la empresa es usar nuevas tecnologías de informática y telecomunicación para controlar a distancia el proceso de trabajo y a los trabajadores. La introducción de máquinas computarizadas ha incrementado la capacidad de control de la dirección sobre las fases del proceso que antes dependían de la mano de obra calificada, lograda a través de muchos años de experiencia en el puesto. Un buen ejemplo de lo anterior es el caso de los operarios de los tornos y fresadoras en la industria metalmecánica, o los cotizadores en las compañías de seguros.

Los avances en las telecomunicaciones han hecho posible que la GM pueda planear su estrategia mundial de manera centralizada, y así pueda romper la solidaridad de los trabajadores de una planta respecto de otra; causando la división de sus miembros, con pretextos tales como: que unos son más productivos que otros; o que los otros logran la calidad mejor que éstos.

Con base en los argumentos antes mencionados, la empresa se permite transferir y cambiar continuamente la producción, o parte de ella, de un sitio a otro.

La introducción de nuevas tecnologías en el proceso de trabajo ha cambiado también la composición de los trabajadores y la organización de los mismos en la producción. El trabajador semicalificado empieza a disminuir su participación en el empleo de las empresas, apareciendo con

mayor peso los técnicos e ingenieros y personal no ligado directamente a la producción. Esto se da particularmente en empresas productoras de nuevas tecnologías, como las del sector electrónico y de computación.

En Alemania Federal, la participación de los trabajadores directos en el conjunto de los asalariados ha disminuido de 71% en 1950 a 45% en 1985, y se estima que en el sector metalmecánico, en los primeros años del siglo veintiuno, también la mayoría de los asalariados ya no serán obreros directos.⁸¹

La descentralización de la producción conduce a nuevas formas de subcontratación. Las empresas se concentran exclusivamente en lo 'suyo' de la producción, subcontratando al máximo posible las actividades consideradas satélite. Es decir, se concentran en aquellas partes de la producción donde mayor nivel de valor agregado pueden obtener. Esto hace cada vez menos presente las aglomeraciones de miles de trabajadores en una fábrica. Nuevamente en Alemania Federal, en el sector metalmecánico casi ya no existen plantas con más de 5 mil trabajadores y hasta las de más de mil se han vuelto escasas.⁸²

Lo anterior no significa que ya no existen grandes empresas. Más bien, éstas han estado incrementando su tamaño, a través de unidades de producción medianas y pequeñas, controladas directa o indirectamente por un 'holding'. O sea, las empresas se están haciendo más grandes, pero las plantas más pequeñas.

Junto con la implementación de los conceptos de flexibilidad en la organización del trabajo, la homogeneidad de la clase trabajadora como base fundamental de la lucha reivindicativa de los sindicatos empieza a fracturarse seriamente. El grado de sindicalización ha bajado por la com-

⁸¹ V. Volkholz. *Spaltung oder Solidarität? Die Industrielandschaft im Jahr 2000*, Frankfurt, Gesellschaft für Arbeitsschutz- und Humanisierungsforschung MBH, mimeografiado, 1988, p. 17.

⁸² *Ibidem*, p. 14.

posición diferente de los trabajadores en la empresa y la creciente subcontratación. Desaparece el trabajador de masa semicalificado, que con su identificación y solidaridad de clase conformaba un bloque de presión importante.

En los EUA, la tasa de sindicalización bajó de 23% en 1980 a 17% en 1987; en Inglaterra, ha bajado en un 20% entre 1979 y 1986; en Japón, disminuyó de 35.4% en 1970 a 28.9% en 1988; en Francia, el número de afiliados se redujo de 5 millones en 1975 a un millón en 1989, llegando la tasa de sindicalización a 6% de los asalariados. Como excepción a este panorama de declinación, cabe mencionar el caso de Canadá, donde la sindicalización se incrementó de 30% en los años setenta a 38% en la actualidad.⁸³

En la empresa nueva y transformada por las innovaciones tecnológicas, muchas veces no existe una historia sindical previa. Además, los técnicos e ingenieros, cuya participación se está incrementando en la estructura ocupacional, difícilmente se identifican con la práctica sindical basada en obreros semicalificados en masa. La industria electrónica es un caso muy representativo en ese sentido. La Asociación Americana de Electrónica reportaba en 1983 que existían solamente 90 contratos colectivos de trabajo en las 1,900 firmas electrónicas afiliadas a dicha asociación en los EUA.⁸⁴ Una encuesta entre 1,000 empresas electrónicas en los EUA, reveló que sólo el 11% de las mismas contaban con personal sindicalizado. El 83% de las empresas que no tenían su personal sindicalizado, han sido requeridas de manera insistente para que acepten la afiliación de sus trabajadores a dichas organizaciones; a pesar de ello, hasta 1986, no se había logrado nada. Un

⁸³ *Economic Notes*, Nueva York, LRA, enero-febrero de 1988; *Employment Gazette*, Londres, HMSO, mayo de 1988; *Financial Times*, Londres, mayo 3 de 1988; *International Labour Reports*, Yorkshire, Mayday Publications, nos. 27-28, verano de 1988. *Excelsior*, junio 7 de 1989.

⁸⁴ *The High Tech Research Group: The promise and the reality*, Massachusetts, THTRG, 1984, p. 56.

importante promotor de la sindicalización es la International Brotherhood of Electrical Workers.⁸⁵

En México, la muestra seleccionada de las empresas fabricantes de computadoras señaló que sólo el 12.5% tiene establecidos contratos colectivos de trabajo, el resto tienen contratos individuales y en el 25% de las mismas los trabajadores están sindicalizados.⁸⁶

En las mencionadas circunstancias y tomando en cuenta los elevados niveles de desempleo y subempleo, la lucha sindical por reivindicaciones colectivas en mejora de la clase en su conjunto, se ha puesto muy difícil.

Las negociaciones colectivas a nivel nacional o sector entre el sindicato y el patronato fracasan, y en caso de lograrse, los resultados para los trabajadores son mínimos. En un país como Suecia, conocido como el modelo de un capitalismo organizado, entre 1983 y 1984, se interrumpieron por primera vez en tres décadas las negociaciones colectivas a nivel central. El modelo del consenso nacional terminó por la internacionalización de la competencia y la fractura de la clase trabajadora, con crecientes intereses divergentes al interior.⁸⁷

Para la clase trabajadora, las nuevas tecnologías están transformando la base organizativa y de solidaridad de sus organizaciones, o sea, su columna vertebral. El reto histórico es su reconstrucción sobre realidades diferentes.

Igual que en los años 1920-1930, cuando el movimiento sindical empezó a organizar la nueva clase, conformada por los trabajadores semicalificados de masa, ahora tendrá que organizar la clase asalariada del año 2000. Es una clase más pulverizada en segmentos, tanto por niveles de calificación como en el espacio. Los empresarios están tratando de aprovechar dicha pulverización, incorporando un redu-

⁸⁵ *Electronics Business*, octubre 1 de 1986.

⁸⁶ Encuesta entre 35 empresas fabricantes de computadoras en México, llevada a cabo por los autores.

⁸⁷ S. Lash y J. Urry. *The End of Organised Capitalism*, Cambridge, Polity Press, 1987, p. 238.

cido número de trabajadores a la "fiesta de las nuevas tecnologías", incluyendo a las organizaciones sindicales de los mismos. Es decir, tratan de incorporar a los trabajadores que son considerados como el núcleo básico de la producción, a la familia de la empresa. La gran masa de trabajadores, entre ellos los eventuales, los de las empresas pequeñas y del sector informal, y los que trabajan en empresas tradicionales, quedan excluidos.

Sin embargo, aun entre los trabajadores que están incluidos en la fiesta de las nuevas tecnologías como aquellos que están fuera, existe un interés común: que las nuevas tecnologías deben contribuir al bienestar de las mayorías y no únicamente enriquecer a un pequeño grupo de empresarios que se han apropiado de ellas; por lo que los trabajadores en las empresas que usan las nuevas tecnologías, son excluidos, en gran medida, de los beneficios que las innovaciones podrían tener. Finalmente, el empresario tratará de hacer que los trabajadores sientan que pertenecen a una gran familia, que es la empresa; ciertamente no todos son iguales en esa familia, en virtud de que sólo algunos deciden.

Sobre este interés en común, el movimiento sindical tendrá que construir los fundamentos de una nueva e innovadora solidaridad de clase, cuya parte medular tendrá que ser el mejoramiento de la calidad del trabajo y de la vida de las mayorías.

CONCLUSIONES

El reto que México tiene ante la automatización programable es de carácter dual; por un lado, enfrenta a los empresarios a participar en el desarrollo tecnológico y, por el otro, pone a los trabajadores frente a su inserción en el trayecto tecnológico, con plena conciencia para comprender su nuevo papel, que deberá involucrar la defensa de sus rei-

vindicaciones conquistadas a lo largo de la historia del mundo del trabajo.

Si bien las empresas en México no representan la vanguardia en cuanto a la aplicación de automatización programable a nivel internacional, no significa que su capacidad competitiva esté anulada.

Primero, porque la difusión de la automatización programable a nivel mundial en su forma más avanzada, CIM, aún se encuentra en una fase experimental y por consecuencia, de aprendizaje. Por el sinnúmero de obstáculos, el ritmo de la difusión de la automatización ha sido menor de lo calculado a principios de los ochenta.

Lo preocupante no es que México esté atrasado en la difusión sino en el aprendizaje relacionado con la implementación y uso de la automatización programable. Constituyendo un problema, derivado del hecho de que el empresario al adquirir maquinaria y equipo, no posea automáticamente el proceso de aprendizaje del trayecto tecnológico. El aprendizaje debe ser considerado como una acumulación continua de conocimientos, con una congruencia interna que corresponde a una trayectoria tecnológica proyectada por la empresa.

Los datos que hemos aportado a lo largo de este trabajo, revelaron la carencia de capacidad tecnológica en las innovaciones en materia de automatización programable, que pone en evidencia la necesidad de que la empresa, haga un esfuerzo importante por adquirirla.

Segundo, por que el nuevo paradigma económico atrás de la competitividad internacional, depende de la organización, participación y calificación de la mano de obra con que se cuenta. Las innovaciones blandas han sido para la empresa en México una salida para poder competir internacionalmente con plantas automatizadas, o en su caso, ser complementarias de ellas.

La duda que surge aquí es, si la estructura autoritaria de la sociedad mexicana que se refleja al interior de la fábrica,

obstaculiza o favorece la tendencia hacia las innovaciones organizativas 'planas'. La mencionada estructura, favorece la introducción desde arriba de las innovaciones blandas, evitando así que los trabajadores se nieguen a participar con esos modelos de organización, como ha sucedido en Inglaterra y Brasil. Pero al mismo tiempo, será un obstáculo más adelante en el desarrollo de su aplicación, en virtud de que se vuelve una limitación para la creatividad, que la fábrica del futuro necesita que el trabajador despliegue.

Al impedir que el trabajador realice su creatividad plenamente, por lo antes mencionado, el peligro es que la fábrica del futuro en México se convierta en una planta donde la extrema intensidad del trabajo humano sea la base de su competitividad internacional.

Los trabajadores enfrentados a la automatización programable se encuentran en la disyuntiva de dejar arrastrarse por el nuevo paradigma económico con una posición pasiva o, plantear una alternativa viable que conduzca a uno que contenga elementos en beneficio de sus intereses.

La generación de empleos no es contradictoria a la automatización programable, en la medida en que se logra innovar el producto sobre una base de proceso que corresponde a parámetros de calidad, flexibilidad, volumen y precio. Para ello, los trabajadores necesitan demandar de la empresa, de acuerdo a un análisis previo de los estados financieros y del mercado, los recursos e inversiones que hagan falta.

La intensificación de la capacitación de la mano de obra, empezando por el nivel menos calificado, y la formación de trabajadores calificados en perfiles distintos de los hasta ahora prevalecientes en los sistemas educativos, contribuirán en la generación de empleos, pero requerirán de recursos mayores de las empresas y del Estado en esos renglones.

La reconstrucción de la vinculación entre el salario y la productividad, basada en un perfil de calificación transfor-

mada del puesto, negociada previamente entre empresa y trabajadores, constituirá la respuesta alternativa para que las innovaciones contribuyan a elevar el bienestar de los trabajadores, y a evitar que se dé lugar a una intensificación del trabajo humano.

Finalmente, lo anterior nunca se dará si los trabajadores al mismo tiempo no adecúan sus estructuras organizativas en términos cuantitativos, al incluir en sus filas aquellos segmentos de trabajadores tradicionalmente olvidados (trabajadores, técnicos e ingenieros de pequeñas empresas), así como cualitativos, generando una democracia interna y una profesionalización de sus cuadros.

MEXICO ANTE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS

Coordinador:
LEONEL CORONA TREVIÑO

CI
IH CENTRO DE
INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS
EN HUMANIDADES
UNAM



1a. edición, julio de 1991
Cada uno de los autores conserva
la propiedad intelectual del
trabajo que en este volumen presenta.

© Centro de Investigaciones
Interdisciplinarias en Humanidades
Universidad Nacional Autónoma de México.



© 1991. Las características tipográficas
son propiedad de los editores.
Derechos reservados conforme a la ley
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, LIBRERO-EDITOR
ISBN: 968-842-251-7

IMPRESO EN MÉXICO • PRINTED IN MÉXICO

Amargura 4, San Ángel, Villa Álvaro Obregón, 01000, México, D.F.