

Seltz, Nuevas tecnologías y reorganización de la división del trabajo.  
 Hollard, La automatización del mecanizado en Europa.  
 Fix-Sterz y Lay, Los sistemas de fabricación flexibles en la ingeniería de producción.  
 Rosanvallon, Los SFF y la organización del trabajo.  
 Paracone y Uberto, La fábrica de alta automatización.  
 Hinojosa, Nuevas tecnologías y transformación de la estructura de empleo en la empresa.  
 Prakke y Pasmooij, La introducción de NT en las pequeñas empresas.  
 Di Martino, El papel de la parte implicada en la introducción de NT.  
 Lorentzen y Clausen, SFF y participación de los trabajadores.  
 Sorge, Trabajo y formación en la fábrica del futuro.

Otoño de 1987

Sociología del Trabajo  
 nueva época



nueva época



**Sociología del Trabajo**

S

T

I

OTOÑO/87

**Nuevos sistemas de producción:  
 las consecuencias para la formación  
 y el trabajo en la fábrica del futuro.**

SIN CARGO

**XXI**  
 Siglo veintiuno  
 de España  
 Editores, sa

# Sociología del Trabajo

## Dirección

Juan José Castillo  
Santiago Castillo  
Carlos Prieto

## Consejo de Redacción

Vicente Albaladejo  
Juan José Castillo  
Santiago Castillo  
Jordi Estivill  
Lluís Fina  
Iñigo Garayalde  
Oriol Homs  
Faustino Miguélez  
Alfonso Ortí  
Manuel Pérez-Yruela  
Carlos Prieto

## Dirección de la redacción de la revista

Revista Sociología del Trabajo.  
Facultad de Ciencias Políticas y Sociología  
Ciudad Universitaria  
28040-MADRID

## Editor, administración y suscripciones

Siglo XXI de España Editores, S. A.  
Calle Plaza, 5. 28043 Madrid  
Teléfonos: (91) 759 48 09 - 759 49 18

# Sociología del Trabajo I

NUEVA EPOCA



## SUMARIO

Editorial .....	3
Nuevos sistemas de producción: un balance de la investigación europea .....	5
<b>Rüdiger Seltz</b> , Nuevas tecnologías y reorganización de la división del trabajo dentro de las empresas y entre ellas .....	9
<b>Michel Hollard</b> , La automatización del mecanizado en Dinamarca, Francia y la República Federal de Alemania .....	19
<b>Jutta Fix-Sterz</b> y <b>Gunter Lay</b> , El papel de los sistemas flexibles de fabricación en el marco de los nuevos avances en ingeniería de la producción .....	33
<b>André Rosanvallon</b> , Los sistemas flexibles de fabricación y la organización del trabajo .....	65
<b>Corrado Paracone</b> y <b>Franco Uberto</b> , La tecnología en la fábrica de alta automatización .....	89
<b>José Hinojosa</b> , Nuevas tecnologías: Transformación de la estructura del empleo en la empresa .....	121
<b>F. Prakke</b> y <b>C. K. Pasmooij</b> , Hacia un modelo de introducción equilibrada de la automatización programable en las pequeñas empresas .....	137
<b>Vittorio Di Martino</b> , El papel de las partes implicadas en la introducción de nueva tecnología .....	153
<b>Børge Lorentzen</b> y <b>Christian Clausen</b> , Sistemas flexibles de fabricación y participación de los trabajadores .....	165
<b>Arndt Sorge</b> , Implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro .....	175
Relación de ponencias presentadas al congreso «Nuevos sistemas de producción: implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro» .....	189

# Sociología del Trabajo

## Dirección

Juan José Castillo  
Santiago Castillo  
Carlos Prieto

## Consejo de Redacción

Vicente Albaladejo  
Juan José Castillo  
Santiago Castillo  
Jordi Estivill  
Lluís Fina  
Iñigo Garayalde  
Oriol Homs  
Faustino Miguélez  
Alfonso Ortí  
Manuel Pérez-Yruela  
Carlos Prieto

## Dirección de la redacción de la revista

Revista Sociología del Trabajo.  
Facultad de Ciencias Políticas y Sociología  
Ciudad Universitaria  
28040-MADRID

## Editor, administración y suscripciones

Siglo XXI de España Editores, S. A.  
Calle Plaza, 5. 28043 Madrid  
Teléfonos: (91) 759 48 09 - 759 49 18

# Sociología del Trabajo I

NUEVA EPOCA



## SUMARIO

Editorial .....	3
Nuevos sistemas de producción: un balance de la investigación europea .....	5
<b>Rüdiger Seltz</b> , Nuevas tecnologías y reorganización de la división del trabajo dentro de las empresas y entre ellas .....	9
<b>Michel Hollard</b> , La automatización del mecanizado en Dinamarca, Francia y la República Federal de Alemania .....	19
<b>Jutta Fix-Sterz</b> y <b>Gunter Lay</b> , El papel de los sistemas flexibles de fabricación en el marco de los nuevos avances en ingeniería de la producción .....	33
<b>André Rosanvallon</b> , Los sistemas flexibles de fabricación y la organización del trabajo .....	65
<b>Corrado Paracone</b> y <b>Franco Uberto</b> , La tecnología en la fábrica de alta automatización .....	89
<b>José Hinojosa</b> , Nuevas tecnologías: Transformación de la estructura del empleo en la empresa .....	121
<b>F. Prakke</b> y <b>C. K. Pasmooij</b> , Hacia un modelo de introducción equilibrada de la automatización programable en las pequeñas empresas .....	137
<b>Vittorio Di Martino</b> , El papel de las partes implicadas en la introducción de nueva tecnología .....	153
<b>Børge Lorentzen</b> y <b>Christian Clausen</b> , Sistemas flexibles de fabricación y participación de los trabajadores .....	165
<b>Arndt Sorge</b> , Implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro .....	175
Relación de ponencias presentadas al congreso «Nuevos sistemas de producción: implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro» .....	189

## EDITORIAL

*Sociología del Trabajo* inicia una nueva etapa en 1987. Aunque es poco el tiempo transcurrido, muchas cosas han cambiado en el panorama científico español desde los años 1979-83 en que *Sociología del Trabajo* completaba su primera singladura.

Partimos ahora de un hecho especialmente nuevo: existen en nuestro país un marcado interés y una demanda cada vez más amplia de tratamiento científico de los llamados «problemas del trabajo». Cuestiones como las relacionadas con la tecnología, el trabajo y el empleo se plantean hoy como problemas de primer orden para una opinión generalizada.

Abordar estos temas y preocupaciones es el objeto de nuestra revista.

*Sociología del Trabajo* ha de interesar, creemos, a todos aquellos que en las empresas, los sindicatos, la enseñanza o la Administración, afrontan problemas relacionados con el empleo, la organización del trabajo, la innovación tecnológica, la formación y la cualificación, el clima laboral, la planificación de recursos humanos, las condiciones de trabajo, etcétera.

En esta nueva etapa, *Sociología del Trabajo* cuenta con el concurso de una casa editorial con amplia tradición y profesionalidad. Se halla fortalecida por una estructura más ágil y en contacto directo con los principales centros de investigación españoles y europeos. Todo ello, nos permitirá ofrecer tres números anuales, de unas 160 páginas cada uno, sin perjuicio de posibles números extraordinarios fuera de suscripción.

La estructura tipo de la revista estará constituida por artículos, notas y reseñas de bibliografía e investigación relevantes, que en ocasiones tendrán el carácter de «estado de la cuestión». Se dará cabida así mismo, y de forma sistemática, a trabajos que aporten un enfoque histórico que permita observar en perspectiva los fenómenos del presente, centro fundamental de nuestro interés.

Madrid, otoño de 1987

Sociología del Trabajo

Nueva época, núm. 1 - otoño de 1987

Edita: Siglo XXI de España Editores, S. A.

Calle Plaza, 5 - 28043 Madrid

© Los autores

© Siglo XXI de España Editores, S. A.

Madrid, noviembre de 1987

Diseño de la cubierta: El Cubri

ISSN:

Depósito legal: M. 37.438-1987

Precio de este número: 700 ptas., IVA incluido

Fotocomposición: EFCA, S. A.

Avda. Dr. Federico Rubio y Galí, 16 - 28039 Madrid

Impreso en Closas-Orcoyen, S. L. Polígono Igarsa

Paracuellos de Jarama (Madrid)

Printed in Spain

# Nuevos sistemas de producción: un balance de la investigación europea

En julio del pasado año de 1986 tuvo lugar en Turín, Italia, un congreso europeo que reunió a más de cien expertos y responsables políticos para reflexionar sobre las «implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro», inducidas por los nuevos sistemas de producción.

Las instituciones de la Comunidad Económica Europea organizadoras y patrocinadoras del encuentro fueron el Programa FAST (Forecasting and Assessment in Science and Technology), y el CEDEFOP (Centro para el Desarrollo de la Formación Profesional)<sup>1</sup> y el objetivo general buscado el de hacer una comparación y evaluación europea del 'estado de la cuestión' de la difusión de la fabricación flexible y de cómo están abordando la cuestión los diferentes países.

La propia presentación del Congreso nos da una idea más detallada de lo que eran sus pretensiones. «El desarrollo de las tecnolo-

## Nota a los colaboradores

Todas las contribuciones y correspondencia deberán ser dirigidas a Redacción de la revista *SOCIOLOGIA DEL TRABAJO*, Facultad de C.C. Políticas y Sociología, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

Las colaboraciones, artículos o notas, no deberán exceder las 25 páginas mecanografiadas a doble espacio, en papel DIN-A4.

Los autores recibirán, oportunamente, comunicación de la recepción de sus trabajos, notificándoseles con posterioridad su eventual aceptación para la publicación.

---

<sup>1</sup> Sobre el Programa FAST puede verse el folleto editado por el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas): *Programa FAST. Comunidad Europea*, Madrid, CSIC, 1987; una presentación de los resultados de la primera etapa de investigación del FAST puede verse en *Europa 1995*, Madrid, Fundesco, 1985; y sobre los relacionados específicamente con el área TET (Tecnología-Emplo-Trabajo), en R. PETRELLA y O. RUYSSSEN: «Por una perspectiva europea de las relaciones tecnología-empleo-trabajo», *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, n. 38, 1987.

Para recabar una lista de publicaciones del FAST o cualquier otra información, incluidas las ponencias reseñadas al final de este número, hay que dirigirse a: CEE-PROGRAMA FAST, Mme. Anne DE GREEF, 200, rue de La Loi, 1049 BRUSELAS (Bélgica).

Para obtener información o la lista de publicaciones del CEDEFOP, hay que dirigirse a: CEDEFOP, Bundesallee 22, D-1000 BERLIN (República Federal de Alemania). Una orientación de los trabajos actualmente en curso puede verse en *Directrices para los trabajos del CEDEFOP 1986-1988*, Berlín, CEDEFOP, 1985. La revista *Formación Profesional*, así como otras dos publicaciones periódicas (*CEDEFOP news* y *CEDEFOP Flash*) informan puntualmente de los resultados de la investigación de este importante centro.

gías de la información —se afirmaba en la convocatoria— está cambiando los métodos de producción y la vida de trabajo. Esta nueva oleada de posibilidades de automatización puede conducir a la creación de sistemas de producción de alta flexibilidad e integración, o bien, al contrario, a formas tradicionales de automatización rígida». En ese marco, las preguntas centrales planteadas por los organizadores señalan bien las que fueron —efectivamente— las preocupaciones del Congreso y cuyas nítidas trazas hallará el lector en los artículos que componen este número 1 de *Sociología del Trabajo* en su nueva época:

- «¿Hasta qué nivel de automatización y de desarrollo tecnológico se avanzará?
- ¿Conducirán los sistemas de producción muy integrados a una flexibilidad mayor o se conseguirá, más bien, esa flexibilidad gracias a las calificaciones humanas y a la organización del trabajo?
- ¿Qué nuevas relaciones se crearán entre el hombre y la máquina?
- ¿Qué medidas deben tomarse para responder a las demandas futuras?».

A la hora de decidimos a poner al alcance de los investigadores, de quienes toman las decisiones y del público interesado en la búsqueda de algún elemento de respuesta a esas preguntas, esta muestra de lo que, creemos, constituye el mejor conjunto de reflexiones a nivel comunitario, hemos creído que éste sería útil como potenciador de la propia investigación y reflexión española en ese terreno<sup>2</sup>, y como contrapunto empírico a tanto futurismo tecnológico que hablando de un futuro inventado tiene repercusiones muy dañosas en el presente.

¿En qué sentido?

Respondamos con un argumento central. La *creencia* en la existencia de una relación determinista entre la tecnología y lo que se llama «impactos sociales», es un rasgo prevalente de nuestra cultura industrial. Una creencia que bloquea la capacidad de decisión razonada de una sociedad al ignorar las verdaderas *posibilidades y limitaciones* que hoy ofrecen los nuevos instrumentos de producción.

Frente a ese rasgo dominante, la práctica de las empresas y los resultados de las investigaciones muestran que se debe abandonar la *lógica de las consecuencias*, y adoptar una *lógica del proyecto* que permite considerar las diversas opciones desde el momento del diseño,

<sup>2</sup> En la reunión de Turín participó un nutrido grupo de españoles, que aportaron, además, comunicaciones. Entre ellos tres miembros del Consejo de Redacción de esta revista.

replantando el papel que corresponde a los actores sociales en la determinación del futuro, que no viene impuesto por ningún 'impacto social' inevitable.

Aquel antiguo 'sentido común', aquella mentalidad, se condensa en un lema de rancias resonancias tayloristas: «sólo hay un camino, el mejor, y yo soy quien lo conoce». Una cultura industrial identificada por ese rasgo típico es incapaz de pensar en *opciones*, en los caminos *distintos* que abren las técnicas más recientes de producción y organización. Como lo resumía uno de los ponentes de los grupos de trabajo, Massimo Casoli, «los sistemas planificados con una mentalidad puramente mecánica» pueden verse atrapados en la paradoja de que un sistema flexible se les vuelva rígido por no contar con la intervención humana, malgastando millones de dólares invertidos: «el factor humano es y será siempre crucial. Esta claro —gracias a las investigaciones— que la tecnología no determina la organización del trabajo»<sup>3</sup>.

Si una cultura industrial niega que las «consecuencias sociales» son —finalmente— *cuestión de opciones* que dependen en parte de las tradiciones preexistentes de organización del trabajo, de factores relacionados con el mercado de productos y de trabajo, de los valores culturales, del equilibrio de poder en las organizaciones<sup>4</sup>, está negando la posibilidad misma de discusión, y, más aún, de implicación de las partes interesadas en los cambios, en las decisiones estratégicas.

Esa posible participación se ve, desde la vieja perspectiva, como una rémora, como una dificultad, en lugar de —como revelan las experiencias europeas— pensar la participación de los afectados como *un recurso* más capaz de incrementar la eficiencia.

En la era de las «negociaciones tecnológicas», una mentalidad industrial así se convierte en generadora de rigideces, conflictos e ineficacia.

Como el lector apreciará por sí mismo en los artículos que siguen, el argumento de que «no se puede deducir la evolución de las calificaciones —por ejemplo— simplemente de las características técnicas de los sistemas instalados» (HOLLARD), de que la organización del trabajo o la política de las empresas es notablemente más

<sup>3</sup> M. CASOLI, Informe del Workshop n.º 1, «Análisis de la fabricación flexible en relación con otros desarrollos tecnológicos», en W. WOBBE (editor): *Flexible manufacturing in Europe. State of the art of approaches and diffusion patterns*, Bruselas, FAST, 1987, p. 373.

<sup>4</sup> T. CHARLES, Informe del Workshop n.º 2, en WOBBE, obra citada p. 377.

condicionante que el tipo de tecnología, atraviesa las aportaciones recogidas, y de hecho, prácticamente, todas las presentadas<sup>5</sup>.

Lo que muestran las investigaciones es una *gran diversidad* de formas de división y organización del trabajo y la consecuente distribución de las calificaciones, aunque se destaque la poca funcionalidad de los viejos sistemas de organización taylorista del trabajo para optimizar los complejos 'nuevos sistemas de producción'.

Que estas ideas y experiencias arraiguen en nuestra cultura industrial es —a nuestro juicio— una necesidad prioritaria para la modernización tecnológica de España.

JJC/CP

## Nuevas tecnologías y reorganización de la división del trabajo dentro de las empresas y entre ellas

Rüdiger Seltz \*

1. Desde comienzos de la década de 1970 se viene observando en la organización interna de las empresas un cambio radical y trascendental. Hay que subrayar en especial la amplia ola de racionalización: los primeros aspectos de esta racionalización que hay que mencionar son la aplicación generalizada de la moderna tecnología de la producción y la profunda penetración en todos los ámbitos de la empresa de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación («informacionalización»). Esta obligada aplicación de la nueva tecnología racionalizadora es, al mismo tiempo, una condición previa y la expresión y el resultado de las nuevas *máximas de flexibilidad en la producción*. Las empresas ya no pueden elegir entre aplicar o no la nueva tecnología racionalizadora: la única opción que les queda es la de *dónde* y *cómo* aplicar la tecnología. Uno de los factores que dan carácter a los nuevos métodos de producción industrial es la perpetua carrera de productividad y modernización en la que están obligadas a competir las empresas industriales. Dado el creciente grado de incertidumbre estratégica con respecto a las condiciones económicas, técnicas y sociales, hay que suponer que las empresas tienen un considerable interés en mantener abiertas sus opciones para las di-

<sup>5</sup> Una relación de las comunicaciones presentadas se recoge al final de este número de *Sociología del Trabajo*.

\* Del Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung GmbH (República Federal de Alemania).

«New technology and reorganization of labour division within and between companies». Traducción de Pilar López Máñez.

males de planificación de la organización y la innovación en las empresas.

La teoría es que estos nuevos grupos de control de proyectos representan un retorno parcial a la división del trabajo. Este proceso refleja también un cambio en los requisitos que la empresa puede fijar con respecto al conocimiento y a la experiencia, al compromiso, a la capacidad de cooperación y a la reflexión estratégica, es decir, a la reflexión que no se limita al área específica del trabajo de cada uno. A nivel de cuadros medios, se puede hablar aquí de la aparición de una nueva esfera política entre la dirección de la empresa y los departamentos especializados de ésta. En las «reglas del juego» establecidas ha surgido un nuevo factor de poder potencial: no sólo estos departamentos se hacen cargo de áreas de planificación que tradicionalmente eran competencia de la dirección de la empresa, sino que además esta dirección depende también de los resultados de esta nueva área para establecer las nuevas estrategias. Hay que señalar además que cuando se analizan nuevas formas de proyectos para la planificación tecnológica, este complejo proceso apenas es posible sin la ayuda de un *conocimiento obtenido fuera de la empresa*. Se podría definir esta situación diciendo que la complejidad y la variedad de la planificación de los sistemas integrados ha superado los recursos tradicionales de flexibilidad que las organizaciones industriales tienen a su disposición. Esta combinación de conocimiento experto tanto de dentro como de fuera de la empresa está destinada a garantizar una integración satisfactoria de las nuevas formas de tecnología y a detectar de antemano cualquier nuevo riesgo o incertidumbre que pudiera surgir en las organizaciones. Los poseedores de este conocimiento profesional externo (por ejemplo los asesores de organización y empresa, las empresas de *software*, las empresas de selección de personal, las empresas de ingeniería) pueden hacer uso de otros contactos e informaciones en las empresas y activar campos de influencia e interés de un modo distinto a como lo hacen los miembros de la organización: ésta es la posible ventaja estratégica para estas empresas.

Las fases de la innovación en las que se ha de realizar la planificación de las nuevas formas de tecnología y el grado de participación de los miembros de la organización junto con los expertos externos son factores que varían según los casos. Supongamos que se ha de realizar una reestructuración a gran escala de la organización con vistas a la planificación de un sistema global de comunicación para todas las áreas de trabajo de la empresa: la «gestión del proyecto» incluirá, por ejemplo, las áreas especializadas de construcción/ventas/compras/producción. En el caso de una planificación a

menor escala, los grupos de control del proyecto están normalmente constituidos por representantes de las áreas especializadas (por ejemplo, jefes/adjuntos de departamentos como compras, ventas, planificación del trabajo, planificación de la producción y control de la producción). Normalmente no hay representantes de las áreas operativas (por ejemplo, oficiales, especialistas, secretarías) en esos equipos de planificación. La gestión y el control del proyecto pueden ser realizados por asesores externos a la empresa o por una combinación de personas de dentro y de fuera de la empresa.

Sobre todo —y éste es otro aspecto que afecta a las relaciones exteriores de las empresas— se observa un notable incremento del intercambio de información y del intercambio de experiencias entre las empresas, por ejemplo sobre los proyectos piloto, las ventajas y desventajas de determinados sistemas de planificación o control, los sistemas de compra y venta, etc., así como sobre los efectos sociales de las nuevas formas de tecnología. El intercambio de experiencias y conocimientos tiene lugar en los grupos de trabajo, a nivel de asociaciones y, por supuesto, en las empresas que producen la nueva tecnología. Este proceso ha de ser considerado como un *único elemento* a través del cual se puede obtener la flexibilidad organizativa y la capacidad de hacer frente a la nueva tecnología. Al mismo tiempo, de esta forma los asuntos *proprios* de la empresa son revelados a terceros a una escala sin precedentes. Queda por ver cómo reaccionarán las empresas a esta divulgación de sus esferas de producción, poder y finanzas, y si se abrirán o por el contrario se cerrarán aún más. En la actualidad es difícil determinar si estas nuevas formas de organización de la planificación («formas verticales de cooperación») llevarán a medio plazo a una forma estable de organización o si seguirán siendo un elemento extraño en la estructura jerárquica normal, constituyendo simplemente un episodio en el proceso histórico de cambio organizativo.

- B) Líneas de desarrollo de la reestructuración de la *división del trabajo y la comunicación entre empresas*: ¿integración de las esferas de la producción y del mercado a través de la tecnología de datos como opción para el futuro?

El potencial de racionalización de la nueva tecnología no se agota con la reestructuración de la esfera *interna* del trabajo. Como resultado del incremento del control estratégico de las empresas, las opciones se refieren de forma más sistemática a las complejas relaciones entre la empresa y el mercado. Por supuesto, las grandes empre-



sas en particular han mantenido siempre una pequeña «corte» de pequeños o grandes proveedores/suministradores, compradores, distribuidores, empresas de servicios, etc., en el campo de las relaciones exteriores, para realizar servicios específicos. Estas relaciones siempre han encerrado una cierta posibilidad de poner en peligro la autonomía de mercado de las empresas independientes; a pesar de ello pueden ser descritas como relaciones creadas por el mercado.

En la actualidad, hay una única alternativa estratégica a disposición de las empresas para optimizar sus estructuras externas e internas y las estructuras del mercado: pueden aplicar los principios de la flexibilidad a áreas especializadas a nivel interno, o pueden transferir estos principios, en la medida de lo posible, a las partes externas, con la ayuda de la nueva tecnología integradora. Esto podría considerarse como una dimensión de la *lógica del poder*. La opción de integrar procesos externos a la empresa por medio de la tecnología de datos elimina la *lógica de la tecnología*, es decir, las relaciones *jerárquicas* entre los procesos internos y externos de suministro, administración, distribución y logística por medio de la tecnología de los datos.

Las nuevas formas de tecnología presentan una nueva dimensión cualitativa en los esfuerzos que realizan las empresas por desviar más claramente los riesgos operativos hacia el campo exterior y hacer que el entorno en el que opera la empresa resulte lo más controlable y previsible que sea posible. Sin embargo, los cambios en la división del trabajo entre las empresas provocados por el potencial integrador de la nueva tecnología, han de ser considerados dentro del contexto de desarrollo general de las relaciones entre las grandes empresas y los proveedores/subcontratistas. Esta evolución puede ser calificada de *redefinición* de los niveles de eficiencia y de factor de cooperación con los procesos externos a la empresa. Como resultado de la previsión y la planificación sistemáticas de los posibles cursos de evolución de la dinámica del mercado, las (grandes) empresas exigen ahora no sólo un mayor grado de continuidad y estabilidad en la red de proveedores/subcontratistas, sino también una empresa subcontratista fiable y claramente organizada capaz de sobrevivir a largo plazo. Los requisitos fijados por estas empresas están también determinados por la necesidad de una mayor flexibilidad de su capacidad de producción (por ejemplo, en ciertas condiciones, exigencia a los subcontratistas de unos niveles de capacidad o unos volúmenes de suministro que pueden cambiar a diario, comunicados mediante sistemas de transferencia de datos) y unos niveles de calidad garantizados. Se puede observar que por esta razón las grandes empresas ofrecen también servicios de asesoramiento y ayuda a la inversión. Al mismo tiempo, sin embargo, desean estar seguras de que

la empresa exterior es capaz de satisfacer estos requisitos, por medio de un seguimiento.

En el curso de esta redefinición, ciertas líneas de evolución, que conducen a una combinación de factores jerárquicos e igualitarios en las relaciones entre las empresas, pueden adquirir una gran importancia. Los procesos de integración por medio de la tecnología de datos pueden crear, en parte, un mutuo incremento de la *eficiencia*. Esto puede ocurrir, por ejemplo, si una reducción de los *stocks* de ambas empresas produce un incremento *conjunto* de la eficiencia, o si se ofrece a la empresa exterior mejor información sobre el mercado, los clientes y los productos. Los resultados de la investigación muestran, sin embargo, que el precio a pagar por esto es normalmente muy alto. Por lo general, este precio consiste en una *predeterminación* de la organización exterior; con la ayuda de los procesos de la tecnología de datos, los datos y la información procedentes de las empresas exteriores pueden ser transformados mejor y más rápidamente en señales de seguimiento y control. Ahora se presta mayor atención, tanto desde el punto de vista empírico como desde el de la planificación, a los procesos de integración por medio de la tecnología de datos entre las empresas industriales (por ejemplo, fabricantes de automóviles/proveedores, fabricantes de automóviles/fabricantes de maquinaria), entre empresas industriales y empresas del sector servicios (por ejemplo, industria del automóvil, industria de la alimentación y sector de la distribución de alimentos) y entre diferentes formas de empresas y ramas (por ejemplo, empresa productora/proveedor/distribuidor). Los aspectos siguientes son importantes para una correcta valoración de las futuras líneas de evolución de las informatización dentro del *contexto global* de la esfera de la producción, los procesos de administración y distribución y los sistemas proveedor/cliente.

- Los subcontratistas/clientes/proveedores externos están siendo incorporados cada vez más a las redes de información y comunicación de aquellas empresas que, por su situación en el mercado y su potencial de innovación, ocupan una posición dominante. Además de este creciente grado de inclusión en las perspectivas de control y planificación, las opciones estratégicas existentes se centran cada vez más en la relación de las empresas con los mercados de compra y venta y con las actividades en estos mercados. Estos mercados y actividades tienen que ser ahora reestructurados sobre la base de la tecnología del procesamiento de datos.
- El factor de la *lógica del poder* se hace especialmente evidente en la reestructuración de las relaciones de mercado. La experiencia

práctica del mercado tanto del comprador como del vendedor; el conocimiento personal de los clientes y proveedores, reflejado en unos archivos organizados manualmente; la actividad reforzada en el mercado, con vistas al control estratégico y conceptual sobre las empresas que también prevalece en las relaciones exteriores de las empresas; todos éstos son elementos que ya no pueden seguir siendo la medida de todas las cosas. Los nuevos sistemas de comunicación e información para la compra/venta/distribución que han sido establecidos en las *estructuras internas* de las empresas han de reafirmar su influencia *fuera* de la empresa, proporcionando una visión global más clara del proceso del mercado que lleve a una selección más cuidadosa de los proveedores/subcontratistas. Al mismo tiempo, estos sistemas recogerán toda la información útil de una forma más sistemática, almacenarán esta información en soportes de la tecnología de datos que serán accesibles a cualquiera y prepararán unos documentos más precisos con vistas a los cálculos. Un elemento más de estos nuevos conceptos de racionalización orientados hacia el exterior es que dan una idea más clara de los intereses y las pautas de conducta de clientes y proveedores, subcontratistas y compradores, con vistas a una mejor previsión de la evolución y el control del mercado y con vistas también a atar de forma más duradera estas otras empresas a los propios objetivos, o, por el contrario, a prescindir de ellas. Todos estos elementos son un buen ejemplo de los nuevos factores de poder que están surgiendo en las antiguas relaciones de mercado entre las empresas.

— Los objetivos de la racionalización en este campo de la estructuración de las relaciones exteriores son claramente *multidimensionales*. No sólo se centran en la estipulación de las características específicas de los objetos/bienes que hay que entregar (por ejemplo, la calidad, los materiales, la disponibilidad, el número de piezas/máquinas/unidades que hay que entregar con una frecuencia determinada). Los nuevos acontecimientos muestran que las estructuras exteriores de producción y trabajo de las empresas, desde el punto de vista técnico u organizativo, su maquinaria y sus instalaciones, tienen que ser tenidas también en cuenta, ya que ejercen una influencia sobre la *selección* del futuro sistema de planificación y control asistido por ordenador. El objetivo de todo esto es poner en contacto las diferentes áreas de operaciones entre las empresas (por ejemplo, entre el área logística de una gran empresa y los departamentos de planificación y control de la producción de una compañía suministradora) por medio de un procesamiento de datos jerárquico. Otro objetivo es estipular las fe-

chas límite y las capacidades y controlar su observancia. Estos procesos pueden afectar a diversas ramas y tipos de empresas. Por ejemplo, la instalación de sistemas de pedidos y «control de mercancías» asistida por ordenador en el sector de la distribución se puede combinar con una reorganización asistida por ordenador del procesamiento de los pedidos y el control de la producción en las empresas fabricantes. A su vez, esta reorganización integradora puede influir en las relaciones exteriores con las empresas subcontratistas, en lo que respecta a los procesos de integración mediante la tecnología del procesamiento de datos.

— Una tercera vía de desarrollo de los procesos relacionados con la organización y el procesamiento de datos en las relaciones internas y externas entre las empresas adopta la forma de una *exteriorización*, es decir, de un desplazamiento de áreas de la producción, los servicios, la planificación tecnológica y los procesos de ejecución hacia el campo exterior. Un importante aspecto del primero de estos casos es, por ejemplo, que las empresas fabricantes (por ejemplo, las empresas de ingeniería) reducen el porcentaje de producción realizado dentro de la empresa y distribuyen la gama de unidades/componentes de las máquinas entre un número mayor de subcontratistas, ya sea sobre una base a largo plazo o de una forma más específica. El segundo ejemplo se refiere al desplazamiento de toda la organización del sector servicios (por ejemplo la administración y la distribución) hacia el campo exterior y al control centralizado de esta organización desde la sede administrativa, o al desplazamiento de determinadas áreas (por ejemplo la distribución de las piezas de repuesto) hacia compañías externas. Aquí se puede observar una transferencia específica de los riesgos, ya que estas empresas externas asumen también la responsabilidad del almacenaje. Finalmente, en el tercer ejemplo, la planificación técnica y la innovación técnica —que han sido tradicionalmente realizadas por los departamentos de organización o de procesamiento electrónico de los datos existentes— son ahora excluidas de los asuntos internos de las empresas en forma de conceptos de racionalización basados en la nueva tecnología. Las innovaciones técnicas y organizativas se planifican y realizan pues, en ciertos casos para varias empresas, de forma centralizada desde una empresa/centro de operaciones independiente. Hay pruebas claras de que estas soluciones organizativas se están aplicando ya en Estados Unidos, y en Alemania Occidental las etapas iniciales están adquiriendo ahora una considerable velocidad. El factor poder desempeña también un papel importante aquí: las luchas por el poder y los conflictos de intereses dentro de una empresa en lo

que respecta al uso y a las consecuencias de la nueva tecnología son prácticamente «neutralizadas» llevándolas fuera de la empresa y sustrayéndolas a la esfera de intervención e influencia de los representantes sindicales de la empresa.

# La automatización del mecanizado en Dinamarca, Francia y la República Federal de Alemania

Michel Hollard\*

## I. Los sistemas flexibles de mecanizado en Francia y en la República Federal de Alemania

Por sistemas flexibles de mecanizado entendemos aquí todos los sistemas de rebajado de metal correspondientes a un nivel de automatización superior al de las máquinas-herramienta de control numérico. El grado superior de automatización se refiere, además del manejo de las herramientas, a una al menos de las funciones siguientes:

- cambio de herramientas.
- alimentación de las máquinas.

Una propiedad importante de estos sistemas es que poseen una autonomía superior que les permite, siempre que no haya incidentes, funcionar sin intervención de ningún operador durante un tiempo que depende de la capacidad de almacenaje de las piezas y de la duración de la operación a efectuar.

Estos sistemas son definidos como «flexibles» en el sentido de que son capaces de efectuar operaciones de diferente naturaleza sin que el cambio exija la intervención del operador en la parte mecáni-

---

\* Del IREP, Grenoble (Francia).

«L'automatisation de l'usinage au Danemark, en France et en République Federale d'Allemagne». Traducción de Pilar López Máñez.

ca de la instalación. En ciertos casos, el sistema dispone de diversos medios de localización de las piezas a mecanizar; en otros, la intervención del operador sigue siendo necesaria para determinar la naturaleza del programa a utilizar y ponerlo en marcha.

El campo de estudio de estos nuevos sistemas abarca pues, tanto los talleres flexibles como las células flexibles, estando reservado en general el término de taller flexible a los sistemas que comprenden varias máquinas distintas, unidas entre sí por un sistema automático de transporte de las piezas y asistidas por un ordenador central que optimiza el funcionamiento del conjunto del sistema al actuar sobre diversas variables, entre ellas el orden de paso de las piezas a las diversas máquinas.

En los dos países se ha procedido a una encuesta por vía postal entre las empresas usuarias y a estudios más profundos de algunas experiencias significativas.

Los resultados obtenidos se refieren a:

- la difusión de los diferentes tipos de sistemas,
- las características técnicas de los sistemas,
- la organización del trabajo y
- las cualificaciones y la formación.

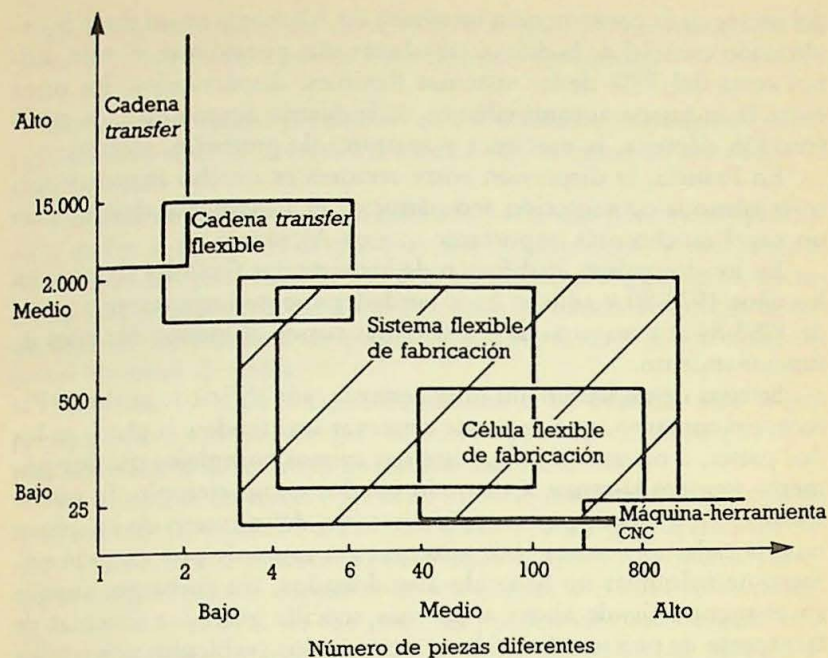
## II. 1. La difusión de los diferentes tipos de sistemas

Los sistemas flexibles de mecanizado estudiados afectan sobre todo a la producción en pequeñas y medianas series.

El estudio realizado no tiene en cuenta prácticamente los cambios técnicos en la *producción en grandes series* (automóvil, por ejemplo). En ésta se ha observado una tendencia hacia la normalización de los elementos básicos y la búsqueda de una mayor agilidad mediante la introducción de equipos capaces de adaptarse más rápidamente a diferentes modelos y de capacidades intermedias de almacenaje que permitan un mejor equilibrio de las cadenas. El paso de las cadenas *transfer* clásicas a las cadenas *transfer* flexibles es característico de esta evolución que afecta igualmente a las operaciones de montaje y acabado (pintura, por ejemplo).

La encuesta por vía postal aspiraba a establecer una primera descripción de los sistemas flexibles, sin pretensiones de exhaustividad, sobre todo en el campo de las células flexibles. En efecto, es espe-

Otoño de 1987



cialmente difícil localizar los sistemas más sencillos, sobre todo cuando se realizan en las empresas usuarias por adición de elementos automatizados a centros de mecanizado preexistentes: robots de carga, sistemas de paletización, por ejemplo. Estos casos sencillos apenas son objeto de publicidad y pasan a menudo inadvertidos.

La encuesta realizada en la República Federal de Alemania estudia mejor el conjunto de los sistemas flexibles, ya que las referencias de los productores son en este caso mucho más representativas de las inversiones realizadas que en Francia. Esto se debe evidentemente a una cobertura mucho mejor del mercado por los productores nacionales, contrariamente a lo que ocurre en Francia, que importa una gran parte de sus equipos. Además, la producción y la difusión de células y de sistemas normalizados han comenzado a aparecer en los catálogos de los productores mucho antes en la República Federal de Alemania que en Francia.

Los resultados más comparables se refieren pues a los sistemas de al menos dos máquinas.

Se puede tomar como orden de magnitud su número en 1985: cerca de un centenar en la RFA y una treintena en Francia.

Las cifras absolutas son evidentemente discutibles, ya que dependen de forma crucial de las nomenclaturas utilizadas. La importancia

del sector de la construcción mecánica en Alemania es sin duda la explicación esencial de la diferencia observada, puesto que, él solo, utiliza cerca del 70% de los sistemas flexibles, dispersándose los otros entre la industria automovilística, la industria aeronáutica, la construcción eléctrica, la mecánica y la óptica de precisión, etcétera.

En Francia, la dispersión entre sectores es mucho mayor y sectores como la construcción aeronáutica y el armamento desempeñan un papel mucho más importante que en Alemania.

En los dos países, la difusión de los sistemas flexibles se inicia en los años 1975-80 y sólo se hace verdaderamente importante a partir de 1983-84. La mayoría de los sistemas tienen al menos dos años de funcionamiento.

Se trata de un fenómeno muy reciente, aún difícil de analizar. Parece, sin embargo, que se puede observar una tendencia clara, en los dos países, a orientarse hacia sistemas menos complejos que los primeros grandes sistemas a menudo citados como ejemplo, lo que se traduce, en general, por una disminución del número de máquinas incorporadas al sistema. Los sistemas compuestos por un gran número de máquinas no han sido abandonados, sin embargo, aunque su estructura tiende ahora a ser más sencilla gracias a sistemas de transporte de piezas más fiables y más rígidos (vehículos sobre raíles en lugar de filodirigidos, por ejemplo).

## II. 2. Las características técnicas de los sistemas

Los talleres y células flexibles se pueden descomponer en tres subsistemas: máquinas, transporte de las piezas e información.

- En la gran mayoría de los casos, estos sistemas comprenden al menos un centro de mecanizado polivalente. La polivalencia de estos centros puede caracterizarse por el número de herramientas de las que están equipados. Parece ser mayor en los sistemas que comprenden un pequeño número de máquinas. Sin embargo, se observa con frecuencia la presencia de máquinas especiales y de tornos, sobre todo en los sistemas más recientes.
- El transporte de las piezas se realiza la mayoría de las veces por medio de paletas movidas por vehículos filodirigidos en los sistemas más complejos. El sistema de conexión más frecuente entre máquinas es, sin embargo, el vehículo sobre raíles.
- El control central por ordenador afecta en Alemania al 32% de las células flexibles basadas en centros de mecanizado y al 80%

de los talleres flexibles de más de 6 máquinas. En Francia afecta a 16 de los 19 casos de talleres flexibles analizados.

Estos pocos datos, precisados en los informes nacionales, bastan para concluir que la diversidad técnica de los sistemas instalados es muy grande.

Además de la tendencia ya indicada hacia una relativa simplificación de los sistemas en el curso de los últimos años, y más aún, al parecer, en los proyectos reseñados, se puede subrayar una característica importante, común a los dos países, cuando se estudia la naturaleza de los sistemas de producción anteriores a la introducción de los sistemas flexibles.

Entre los 19 talleres flexibles reseñados en Francia, sólo 3 han reemplazado a cadenas *transfer*, mientras que 16 sustituyen a máquinas-herramienta de control numérico independientes.

En Alemania, la tercera parte de los sistemas mayores (de más de 6 máquinas) reemplazan a cadenas *transfer*. Esta proporción disminuye a medida que el número de máquinas que componen el sistema se reduce: para el conjunto de los talleres y células se ha observado que sólo el 11% de los sistemas pueden ser considerados sustitutos de cadenas *transfer*, y el 85% como sustitutos de máquinas-herramienta de control numérico.

En los dos países, la tendencia mayoritaria revelada por la difusión de los sistemas flexibles es pues la tendencia a una mayor automatización mediante la integración de máquinas automatizadas.

## II. 3. La organización del trabajo

1. En Francia y en Alemania, el trabajo en los sistemas automatizados se organiza casi siempre en dos o tres equipos, lo que se explica por la importancia de las inversiones realizadas. El primer equipo es siempre el más importante, mientras que el tercero es a menudo mucho más reducido. Una práctica habitual es concentrar en el primer equipo las operaciones más delicadas, que exigen la presencia del personal más cualificado, a menudo ajeno al taller de producción.

Es sin duda por esta razón por la que el tercer equipo, compuesto por un personal menos cualificado, se encuentra con menos frecuencia en los grandes sistemas.

2. Las tareas asociadas a un sistema de mecanizado automatizado son de dos órdenes:

- Unas dependen inmediatamente de la producción realizada: se trata de la carga y descarga de las máquinas, del cambio de herramientas, de la supervisión general del sistema.
- Las otras corresponden al funcionamiento general del sistema: programación de las operaciones de mecanizado, planificación de la producción, regulación, control de la calidad, mantenimiento, reparaciones...

La primera categoría de tareas depende bastante de las características técnicas del sistema y puede estar, pues, relativamente bien definida *a priori*. Esto es menos aplicable a la segunda categoría de tareas, que dependerá no sólo de las características técnicas del sistema, sino también:

- de la variedad de las operaciones a efectuar en la empresa y
- de la fiabilidad de los diferentes subsistemas (mecanizado, transporte, información) y del sistema de conjunto.

El peso relativo de estas diferentes tareas es pues muy variable de un sistema a otro.

3. No hay normas generales que definan el reparto de las tareas a efectuar entre los miembros del personal de la empresa.

En ciertos casos, la división del trabajo corresponde bastante bien a las dos categorías de tareas antes indicadas: sólo las tareas de producción inmediata son realizadas en el taller, siendo las otras efectuadas en el exterior por los servicios generales de la empresa (métodos, mantenimiento...). Pero a menudo se da el caso de que una parte de las tareas del segundo grupo es confiada al personal del taller.

Así, se han podido distinguir en Alemania dos tipos de organización, según el grado alcanzado por la división del trabajo, basándose en la diversidad de las tareas confiadas al operador encargado de la supervisión de la fabricación. La división del trabajo es considerada escasa cuando el operador está encargado de tareas del segundo grupo. Por el contrario, es considerada como fuerte cuando las diferentes tareas son efectuadas por diferentes trabajadores: operador de máquina, paletizador, jefe de equipo... Más de la mitad de los sistemas son objeto de una fuerte división del trabajo, sin que aparezcan diferencias verdaderamente significativas según el número de máquinas que componen el sistema.

Esta observación viene a respaldar la hipótesis de que las características técnicas de los sistemas no explican por sí solas la forma de la división del trabajo.

Se suma a otra constatación realizada en uno de los estudios monográficos efectuados en Francia, donde se ha podido poner de manifiesto una evolución en el tiempo, caracterizada por una progresiva profundización de la división del trabajo.

Aunque las experiencias analizadas sean todavía demasiado escasas y muy recientes, estos resultados parecen indicar con bastante claridad que nos encontramos en un período de experimentación en el que las evoluciones están aún lejos de haberse detenido y en el que no se excluye que persistan diferencias importantes entre las empresas.

#### 4. Cualificación y formación.

Es conocida la complejidad de los problemas de cualificación y de su comparación internacional. Un trabajo de análisis comparado de los resultados obtenidos, especialmente en los estudios monográficos, aportaría ciertamente informaciones interesantes.

Limitándonos a los datos generales proporcionados por las encuestas generales, podemos indicar sin embargo un cierto número de resultados:

En primer lugar, es evidente que, prácticamente en todos los casos, la instalación de talleres y células flexibles se traduce en una modificación de la estructura de las cualificaciones. Las comparaciones son sin embargo delicadas, ya que es raro que el nuevo sistema venga a sustituir pura y simplemente al antiguo. Además, sus efectos no se limitan al taller de producción propiamente dicho, sino que alcanzan igualmente a los otros servicios de la empresa.

Algunos casos en Francia, 8 en total, permiten una comparación de este tipo. Los efectivos totales del taller sufren una escasa disminución, del orden del 10% solamente. El aumento de la producción y la modificación del reparto de las tareas entre el taller de producción y el resto de la empresa parecen pues compensar en estos casos con bastante amplitud el aumento de la productividad del trabajo. Los efectos sobre el empleo global se difunden pues en buena parte fuera del taller de producción en cuestión. Estos mismos casos ponen de manifiesto una disminución del número de obreros *cualificados* y *no cualificados* y un crecimiento del número de técnicos.

En todos los casos observados, en Francia y en Alemania, el contenido del trabajo mismo se modifica y precisa una cualificación diferente, localizable por un esfuerzo de formación del personal. Esta formación se realiza a menudo fuera de la empresa, bajo la responsabilidad del proveedor de la instalación. Afecta de manera diferenciada a las diferentes categorías de personal. Depende, evidentemente, del nivel de formación del que se parte, de la complejidad de los sistemas y de las formas de división del trabajo introducidas.

En Alemania se ha podido observar así que el esfuerzo de formación del jefe de equipo era claramente más importante en el caso de una fuerte división del trabajo (cf. las contribuciones al presente simposio de J. Fix Sterz y de R. Schultz-Wild).

En Francia se asiste a un aumento de las preocupaciones en el campo de la formación. Por ejemplo, en uno de los casos estudiados la formación ha durado más de dos años y ha exigido cerca de 10 000 horas de formación. En otro caso, un grupo de futuros formadores ha sido asociado de manera permanente a la puesta a punto de los equipos en los locales de los constructores y luego a su instalación y a la puesta en marcha de la producción en la fábrica.

En cualquier caso, el problema de la formación del personal parece esencial en los dos países y representa, para las empresas, un coste considerable.

Las estimaciones realizadas en Alemania indican una duración de la formación del orden de los 16 días de preparación por cada una de las máquinas que componen el sistema. En Francia, las respuestas de las empresas a la encuesta postal indican un orden de magnitud de 250 horas *por persona formada*, la mitad de las cuales son consagradas al aprendizaje del control numérico.

Siguen siendo necesarios análisis más profundos para tener una visión más completa del contenido de estas formaciones y de su eficacia.

### III. El caso de Dinamarca

El estudio de los cambios producidos en las empresas por la introducción de las nuevas técnicas de mecanizado ha podido ser realizado de forma paralela en Francia y en Alemania.

En el caso de Dinamarca se ha elegido un método de aproximación diferente.

En efecto, se puso muy pronto de manifiesto que el número de sistemas flexibles de mecanizado era insuficiente para que fuera posible deducir de él conclusiones significativas. Esta constatación hace surgir una nueva pregunta: ¿por qué esta ausencia casi completa en un país como Dinamarca? P. Kristensen y J. Liisberg avanzan una explicación que se inserta en una problemática general: la de la alternativa entre especialización flexible y neofordismo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Es sabido que esta tesis ha sido formulada por M. Piore y Ch. Sabel en su obra *The second industrial divide*, Nueva York, Basic Books, 1984. [Mientras aparece la tra-

Para P. Kristensen, lo que caracteriza al neofordismo es una forma de producción en serie en la que la competencia se traduce en una presión sobre los costes de producción. Y, a la inversa, la especialización flexible es una estrategia que aspira a ponerse al resguardo de la competencia de los precios gracias a la posibilidad de una modificación permanente de la naturaleza de los productos fabricados, que permita a las empresas orientarse hacia los huecos del mercado. Lo que buscan las empresas es pues una gran variedad en la producción en un momento dado y sobre todo la capacidad de cambiar rápidamente de especialización.

La especialización flexible excluye el uso de máquinas eficientes pero demasiado especializadas. Precisa máquinas polivalentes y trabajadores cualificados, capaces de pasar rápidamente de una producción a otra, lo que supone, según P. Kristensen, que cada etapa del proceso de fabricación dispone de una cierta autonomía con respecto al conjunto. Equipos polivalentes, trabajadores cualificados, descentralización aparecen en definitiva como las características esenciales del proceso de trabajo correspondiente a la especialización flexible.

La investigación realizada se desarrolló en tres fases:

La primera se ocupó de 15 pequeñas empresas que habían implantado el control numérico. La segunda, de 13 empresas medianas (entre 200 y 1 000 trabajadores) pertenecientes al sector de la construcción mecánica. La tercera fase se consagró a un análisis en profundidad de tres de las 13 empresas anteriores. La elección de las empresas medianas permite estudiar unas empresas, consideradas *a priori* menos flexibles que las pequeñas, que disponen de especialistas y jerarquías organizados en torno a las diferentes funciones de la empresa sin por ello poseer un departamento de investigación y desarrollo, que sigue siendo patrimonio de las grandes empresas.

La tesis desarrollada en esta investigación es que las empresas danesas evolucionan hacia una forma de especialización flexible, sin disponer aún de un modelo coherente y uniforme que exprese esta tendencia. A diferencia de las partes francesa y alemana de la investigación, el punto de partida del análisis no es el sistema técnico utilizado. El objeto del análisis es la empresa en su conjunto, insertándose el cambio técnico en este movimiento hacia la especialización flexible. La pregunta que se plantea ahora es en qué medida las estructuras técnicas y organizativas de la empresa son compatibles con esta evolución general.

Las tres empresas estudiadas con más detalle muestran así tres ti-

ducción al castellano de esta obra, puede verse con provecho Ch. Sabel: *Trabajo y política*, Madrid, Ministerio de Trabajo, 1985; N. de los Editores.]

pos de evolución: una evolución dramática, marcada por conflictos y retrocesos, una evolución bloqueada y una evolución positiva en la que todo sucede como en un cuento de hadas.

P. Kristensen expone en su contribución \* los detalles de su análisis. Aquí no haremos más que enumerar los principales factores que condicionan una evolución positiva:

1. La *cualificación de los trabajadores* debe ser suficiente para permitirles:

— Adaptarse rápidamente a los cambios de producción, que a veces se traducen en una completa modificación de la estructura de los talleres (paso de máquinas de un taller a otro, por ejemplo).

— Dominar suficientemente los datos de conjunto de la empresa como para que su elevado nivel de autonomía no entre en contradicción con la organización general de la producción.

2. La *organización del trabajo preexistente* no debe ser incompatible con la nueva organización de la empresa, caracterizada sobre todo por la gestión «Justo a Tiempo» (*Just in Time*). P. Kristensen insiste en particular en la importancia que reviste la persistencia de la organización colectiva del trabajo bajo la apariencia de la organización taylorista preexistente y en la necesidad del dominio de las nuevas tecnologías en el propio taller de producción.

3. El *consenso* entre los diversos grupos que componen la empresa es un dato esencial. En caso contrario pueden intervenir factores de bloqueo cuando aparecen tensiones demasiado fuertes, en especial entre los grupos más amenazados por las evoluciones en curso: los trabajadores no cualificados, el conjunto de los cuadros intermedios a menudo formados en la empresa.

Este análisis permite explicar por qué la sociedad danesa constituye un terreno favorable a la especialización flexible, haciendo referencia a la relación entre el individuo y el poder.

La escasez de sistemas flexibles automatizados se explica entonces por la contradicción que existe hoy entre la posible flexibilidad de una producción basada en microtalleres unidos por un sistema ágil de información y la rigidez que introduciría la integración en el seno de los sistemas automatizados.

\* El autor se refiere a la contribución presentada en el simposium de Turín de 1986.

Esto coincide con la observación de la gran difusión, desde 1979, del control numérico en Dinamarca, que contrasta con el escaso número de robots.

#### IV. Principales conclusiones

La presentación de los primeros resultados obtenidos en la investigación muestra claramente la dificultad inherente a todo estudio que trate de espacios nacionales diferentes. Estos resultados deben ser completados, en especial por un análisis más profundo de los diferentes estudios monográficos. Tienen igualmente que ser confrontados con los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en otros países.

Aquí nos limitaremos a exponer cuatro conclusiones, sin disimular que aún permanecen abiertas muchas preguntas que merecen investigaciones complementarias.

1. En los tres países se ha podido constatar que en las empresas estudiadas se han producido movimientos profundos desde finales de la década de 1970 y más aún en el curso de los últimos años. En el campo del mecanizado por rebajado de metal <sup>2</sup>, estos cambios afectan menos a las técnicas de mecanizado propiamente dichas que a la carga, fijación y descarga de las piezas, la conexión entre las máquinas, el ordenamiento y la gestión de la producción, la concepción de las piezas, el control de la calidad, la supervisión de las máquinas... Una primera modificación se ha producido con la utilización del control numérico, que está ahora muy difundido. La aparición de las células y los talleres flexibles se inscribe, en lo esencial, en la estela del control numérico. La situación se presenta sin embargo de forma muy diversificada según el tamaño y la complejidad de los sistemas: el movimiento de normalización, a partir de los equipos que figuran en los catálogos de los constructores, comienza hoy a manifestarse en el campo de los sistemas sencillos compuestos por dos máquinas.

2. La instalación de sistemas flexibles de mecanizado no es sinónimo de flexibilización de la producción. Las encuestas realizadas en Dinamarca llevan a pensar que los industriales juzgan contradictoria

<sup>2</sup> No sucede lo mismo con otras actividades industriales, como por ejemplo el corte, donde la introducción del láser modifica la propia técnica de producción.



la búsqueda de una rápida capacidad de adaptación a los nuevos productos con la implantación de sistemas automatizados integrados. Las células y talleres flexibles implantados en Alemania y en Francia sustituyen en su gran mayoría a talleres equipados con máquinas-herramienta de control numérico. Se puede concluir, en este último caso, que corresponden más a una búsqueda de mayor productividad del trabajo que a una búsqueda de mayor variedad de la producción posible con las mismas instalaciones.

Esta aparente paradoja tiene como origen la confusión reinante a propósito del concepto de «flexibilidad».

a) La asistencia por ordenador del conjunto de las máquinas que componen un sistema no incrementa por sí sola la variedad de las piezas que pueden ser potencialmente producidas por estas máquinas. Por el contrario, limita las operaciones posibles a las que pueden ser efectivamente programadas. La variedad de los productos fabricados depende ante todo de la naturaleza de las máquinas utilizadas. El ordenador presenta un doble interés: aumenta la productividad del trabajo y permite el dominio de sistemas más complejos. Sólo puede haber aumento de la variedad de las piezas producidas si la situación de referencia es la de un sistema ya automatizado pero en el cual la integración de las máquinas crea fuertes rigideces. Hay pues que distinguir cuidadosamente entre lo que es la automatización por integración de unas máquinas hasta entonces independientes y todas las transformaciones que afectan a las cadenas *transfer* (creación de *stocks*, amortiguadores, posibilidad de modificar el orden de las operaciones...) a fin de permitirles ampliar el espectro de su posible producción.

b) El concepto de flexibilidad se superpone igualmente a la aptitud que posee un sistema para pasar de un producto a otro durante períodos más largos. La flexibilidad está entonces vinculada a las transformaciones a realizar y a su coste. En este campo hay en marcha importantes avances, especialmente con el desarrollo de la CAO, (Concepción Asistida por Ordenador) de los procedimientos de gestión de flujo continuo. La difusión de los sistemas flexibles de producción sólo tiene una relación muy superficial con este tipo de flexibilidad.

3. La observación de las cualificaciones del personal encargado de las células y los talleres flexibles muestra una gran diversidad de formas de división del trabajo entre las empresas, en torno a una tendencia general a la elevación de las cualificaciones, como lo atestigua

en especial la importancia de los programas de formación puestos en marcha.

En Alemania se observa un reparto, a partes sensiblemente iguales, entre las instalaciones con una fuerte división del trabajo y las instalaciones en que, por el contrario, los operadores tienen que efectuar tareas más diversificadas.

Así, pues, parece que no se puede deducir la evolución de las cualificaciones simplemente de las características técnicas de los sistemas instalados. Hay que tener en cuenta otros factores: las políticas de las empresas, la división del trabajo preexistente en el taller y que subsiste en las otras partes de la empresa, la correlación de fuerzas entre los diferentes grupos profesionales afectados.

4. El conjunto de las observaciones muestra que es necesario analizar globalmente los cambios técnicos y sociales en las empresas. La importancia de las diferencias observadas entre los diversos casos plantea la cuestión de las posibles explicaciones de esta diversidad.

En primer lugar, hay que subrayar que esta diversidad es mayor porque el conjunto de las empresas se encuentra en un período de experimentación y tanteo y porque falta aún la perspectiva necesaria para un análisis satisfactorio.

En una primera aproximación, se puede decir que esta diversidad se debe, además, a factores internos de las empresas y que las disparidades entre empresas son más fuertes que las disparidades nacionales. Esta es la impresión global que se desprende de las comparaciones realizadas entre las empresas alemanas y francesas.

Pero hay que tener en cuenta el hecho de que los factores internos de las empresas no son independientes del contexto nacional. Por una parte, la distribución de las empresas por ramas y por tamaños no es la misma en los diferentes países estudiados. Por otra, el poder de los diferentes grupos profesionales en las empresas depende igualmente de factores nacionales, tales como la organización del sistema de formación profesional (especialmente crucial en lo que respecta a los operadores), el peso relativo de las diferentes categorías de ingenieros (un punto notable es sin duda la importancia relativa de los «mecánicos» y de los especialistas de los sistemas de informatización y automatización...) <sup>3</sup>, sin contar los factores culturales que aparecen en la contribución de P. Kristensen.

<sup>3</sup> Un cierto número de características de las instalaciones francesas se explica, según R. Schultz-Wild, por el peso determinante del sistema informático con relación a las máquinas.

Una respuesta con una base científica a estas preguntas supondría en cualquier caso unas investigaciones mucho más completas que la que ha estado en nuestras manos realizar.

Aquí no hacemos, pues, sino formular unas primeras hipótesis. Me permitiré, para acabar, señalar que uno de los resultados importantes de nuestra investigación común habrá sido el establecimiento de sólidos lazos científicos y amistosos, entre investigadores de diferentes lenguas y nacionalidades.

LISTA DE LOS DOCUMENTOS PRESENTADOS EN EL SIMPOSIO Y UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE ESTE INFORME:

P. H. Kristensen, «Technological projects and organizational changes. The dissolution of strategies and structures in Danish firms working towards flexible specialization».

M. Hollard, «Le calcul économique dans l'investissement en systèmes automatisés flexibles d'usinage».

G. Margirier, «Diffusion et fonctionnement des systèmes automatisés flexibles d'usinage en France».

A. Rosanvallon, «Systèmes flexibles de production et organisation du travail».

J. Fix-Sterz, G. Lay y R. Schultz-Wild, «New technical production systems: work in the factory of the future. Summary of the German part of the investigation».

R. Schultz-Wild, «Neue Fertigungstechniken, Arbeitskräfteeinsatz und Qualifizierungspolitik».

# El papel de los sistemas flexibles de fabricación en el marco de los nuevos avances en ingeniería de la producción

Jutta Fix-Sterz y Gunter Lay\*

## Introducción

Debido al rápido ritmo de desarrollo de las tecnologías de la microelectrónica y la informatización, se están produciendo cambios en numerosas áreas en las que son aplicadas dichas tecnologías. Así, es de esperar que los nuevos conceptos tecnológicos, como el de diseño asistido por ordenador (CAD)\*\* y fabricación asistida por ordenador (CAM), al igual que la integración de estas funciones, introduzcan cambios fundamentales, especialmente en el sector de la producción industrial, en la próxima década. Bajo los lemas de la «fábrica del futuro» y/o la «fábrica del año 2000», estos conceptos son en la actualidad objeto de intensos debates.

\* Del Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe (República Federal de Alemania).

«The role of flexible manufacturing systems in the framework of new developments in production engineering». Traducción de Pilar López Mániz.

\*\* Con el objeto de facilitar la lectura del artículo recogemos a continuación el conjunto de siglas utilizadas con su traducción en castellano. CAD = Diseño Asistido por Ordenador; CAI = Industria Asistida por Ordenador; CAM = Fabricación Asistida por Ordenador; CAP = Planificación Asistida por Ordenador; CIM = Fabricación Integrada por Ordenador; CNC = Control Numérico por Ordenador; DNC = Control Numérico Directo; FMC = Células de Fabricación Flexible; FMS = Sistemas de Fabricación Flexible; NC = Control Numérico; PPC = Planificación y Control de la Producción.

Los efectos de estas tecnologías en la eficiencia económica, la organización del trabajo, las cualificaciones y la formación profesional, el alcance de su distribución y otros conceptos alternativos han sido hasta ahora muy poco estudiados, especialmente en términos de comparación internacional. Se están empezando a configurar los diferentes cursos que puede tomar el desarrollo de estas tecnologías en lo que respecta a sus aspectos técnicos y organizativos. Es de esperar que estos sistemas tengan también otros efectos.

Por consiguiente, en la primera parte de este artículo presentaremos el curso de los avances técnicos y organizativos, y en la segunda se analizará el papel que los sistemas flexibles de fabricación (FMS) desempeñan en estos avances.

Los nuevos avances en la ingeniería de la producción se caracterizan por un uso incrementado de los ordenadores en todas las áreas del proceso de fabricación. Abreviaturas como CIM (fabricación integrada por ordenador) o CAI (industria asistida por ordenador) son conceptos de la fábrica del futuro de los que se habla en todas partes.

Los progresos que el concepto CIM y sus componentes —tales como CAD, CAP, PPC, CAM, FMS, robot industrial etc.— han producido en la práctica, serán descritos en este artículo al referirnos a los componentes individuales y a las integraciones entre estos componentes.

## 1. Nuevos avances en la ingeniería de la producción

Los nuevos avances en la ingeniería de la producción son, por un lado, avances técnicos, y, por otro, conceptos de organización que son analizados como suplementos o alternativas a medidas técnicas.

### 1.1. Avances técnicos

#### 1.1.1. CAD (diseño asistido por ordenador)

CAD (diseño asistido por ordenador) significa la ayuda que pueden prestar los ordenadores en el proceso de diseño y dibujo. No sólo incluye la generación grafointeractiva directa de modelos de datos de dos o tres dimensiones con la subsiguiente producción gráfica, sino

también actividades de apoyo, tales como cálculos (por ejemplo de acuerdo con el método de elementos finitos) o simulaciones (véase Maier, 1985).

Un sistema CAD consta de las siguientes partes: ordenador CAD, equipos periféricos de ordenador, *software* de operación y *software* de usuario. Los primeros sistemas CAD fueron instalados en ordenadores de gran tamaño. Ahora, hay sistemas CAD disponibles para cualquier ordenador, independientemente de su precio y su tamaño, desde los ordenadores de gran tamaño sobre estaciones de trabajo hasta los ordenadores personales. En la actualidad, es evidente que la tendencia a la mayor difusión del CAD se orienta hacia las estaciones de trabajo y los ordenadores personales. Hay que establecer por consiguiente una diferencia entre:

- sistemas fijos basados en el ordenador central, y
- sistemas portátiles y flexibles basados en el ordenador personal.

Mientras que en la fase inicial de la difusión eran sobre todo los sistemas fijos basados en el ordenador central los que se ofrecían como sistemas «llave en mano», ahora hay al parecer una tendencia hacia una creciente aplicación de los sistemas portátiles y flexibles basados en el ordenador personal.

El número de sistemas CAD instalados en la República Federal de Alemania se ha duplicado con creces de 1983 a 1985, y en la actualidad asciende a unos 2 000 (otoño de 1985). El número de estaciones de trabajo CAD es, sin embargo, mucho mayor, ya que varias estaciones de trabajo pueden estar conectadas a un mismo sistema. Entre otras cosas, el número depende de la eficiencia del ordenador aplicado.

Cerca del 52% de los sistemas CAD (véase la figura 1) se aplican al diseño mecánico, cerca del 40% a la ingeniería electrónica, y sobre todo al diseño de circuitos impresos, y el 8% a otros sectores, tales como la arquitectura, la planificación de la distribución, la cartografía, etc.

Se espera que en el futuro el número de instalaciones CAD aumente considerablemente, ya que cuanto más bajos sean los costes del *hardware* (tendencia a las estaciones de trabajo) menor será el riesgo financiero que implica el uso de la tecnología CAD. (Sin embargo, la aplicación del CAD también exige ciertas condiciones previas, técnicas y cualificativas, que implican considerables costes y tienen un efecto retardador en la velocidad de la difusión.) Este pronóstico es respaldado por los datos recopilados con vistas a la evaluación de las subvenciones públicas para la introducción de los sistemas CAD/CAM en la República Federal de Alemania (duración del pro-

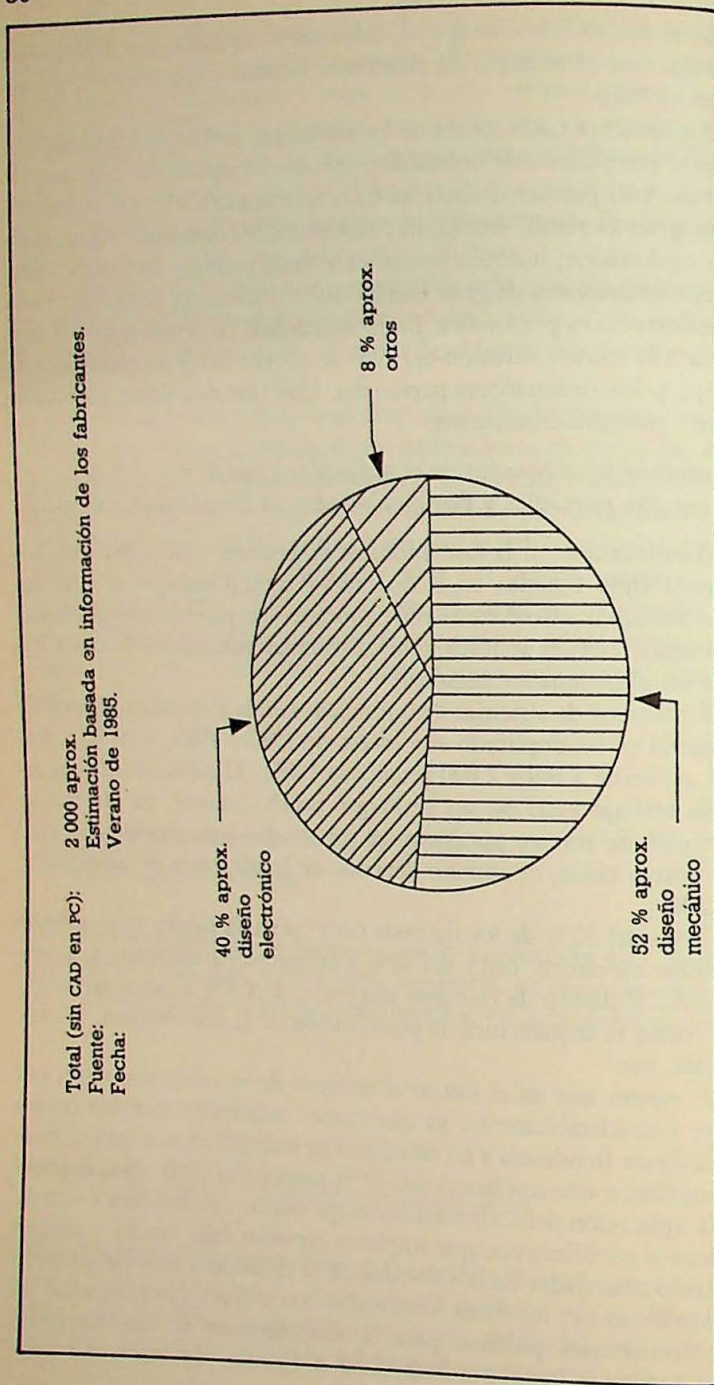


FIGURA 1. Difusión del CAD en la República Federal de Alemania y campos de aplicación

grama: 1984-1987). Por consiguiente, aproximadamente 950 empresas (en su mayoría de pequeño y mediano tamaño) están en la actualidad dedicadas a ampliar y/o a introducir aplicaciones CAD con fondos procedentes de este programa (véase Lay *et al.*, 1986).

### 1.1.2. CAP (planificación asistida por ordenador)

CAP (planificación asistida por ordenador) significa la aplicación de los ordenadores a la planificación de la producción, con el propósito de elaborar programas de operaciones, calcular tiempos, seleccionar máquinas y materiales y, sobre todo, *programar* máquinas de control numérico (NC/CNC), células de fabricación, sistemas de fabricación, etcétera. Debido al amplio espectro que abarca este término, la difusión del CAP tiene que ser valorada de muy distintos modos. Los sistemas de programación de control numérico asistidos por ordenador están muy extendidos, dado que tienen ventajas muy claras en cuanto al tiempo en comparación con la programación manual según la norma DIN 66025. Un estudio de mercado realizado por Roland Berger (Berger, 1984) reveló que el 64 % de las empresas encuestadas utilizaban un sistema de programación. En cuanto a las empresas que utilizaban más de 11 máquinas NC/CNC, eran un 87 %. En el caso de los sistemas de programación, se observa una tendencia a abandonar los sistemas orientados al lenguaje (APT, Exapt, etc.) por la programación de gráficos, incluyendo la simulación de los contornos de las piezas y el trayecto de la herramienta en el terminal. En la actualidad, los sistemas de programación están también plenamente desarrollados en lo que respecta a la comodidad y facilidad de operación y programación de macros geométricos, subprogramas parametrizables y realización automática de todos los cortes necesarios para pasar de la pieza bruta al producto acabado. Sin embargo, los sistemas para la realización de los programas de operaciones asistidas por ordenador no son muy frecuentes. Se han realizado algunos avances, sobre todo en centros universitarios, que, no obstante, apenas han sido adoptados por la industria. La realización automática de los programas de operaciones no debe ser confundida con la *dirección* asistida por ordenador de los programas de operaciones que forma parte de los sistemas PPC.

### 1.1.3. Planificación y control de la producción (PPC)

PPC (planificación y control de la producción) se refiere a la aplicación de sistemas asistidos por ordenador a la planificación y el con-

trol del cumplimiento de los contratos y de la fabricación en lo que respecta a la venta y la organización incluyendo la determinación y gestión de las necesidades materiales, las fechas y las capacidades, es decir la administración de las listas de materiales, los programas de operaciones, los materiales y el tiempo, así como el registro de los datos operativos, la planificación de los programas de producción y/o la gestión de los pedidos de los clientes (véase Hackstein, 1984).

El procesamiento de los datos electrónicos fue introducido en el sector PPC en fecha bastante temprana. La difusión está pues muy avanzada. En muchos casos, los sistemas PPC iniciales estaban orientados hacia el proceso discontinuo e integrados en el procesamiento comercial de los datos electrónicos. Por consiguiente, el *hardware* IBM es el predominante en los sistemas PPC.

En algunos casos, esto causa hoy serios problemas, ya que el PPC se integrará cada vez más en el procesamiento de los datos técnicos, mercado que está controlado por otros fabricantes de *hardware*.

Hay, sin embargo, considerables diferencias en la difusión de los módulos de sistemas PPC. Una encuesta del FIR de 1984 (Förster y Syska, 1985) revelaba que la asistencia por ordenador está asegurada en el 72,6% de los casos en lo que respecta al sector de la gestión material, mientras que el registro de datos operativos asistido por ordenador se efectúa en un 28,6% de los casos.

La mayor parte de los sistemas PPC están hoy orientados hacia el diálogo y como ha establecido un estudio del SOFI en Gotinga (véase Manske y Wobbe-Ohlenburg, 1985) se pueden establecer algunas diferencias entre los dos tipos de desarrollo.

Los sistemas PPC iniciales, que fueron aplicados sobre todo a la fabricación a escala industrial, se basaban en el concepto de *planificación total centralizada*, de acuerdo con el cual cada uno de los pasos del proceso estaba meticulosamente planificado en lo que respecta al tiempo y la secuencia.

Este concepto funciona en la fabricación de grandes series, en la que la producción puede ser fácilmente supervisada, gracias a un proceso de fabricación técnicamente realizado y prescrito —aunque incluso aquí el estado de la planificación esté ya superado a menudo, debido a las perturbaciones que se producen—, pero difícilmente puede ser aplicado a la producción discontinua a pequeña y mediana escala. Teniendo en cuenta los pedidos de clientes, los pedidos urgentes, etc., las condiciones de fabricación en este sector no son lo suficientemente transparentes como para permitir una planificación eficaz. Recientemente se han desarrollado, pues, un número creciente de sistemas PPC en los que sólo se realiza a nivel central una planificación marco a grandes rasgos: la planificación detallada tendrá

que ser realizada luego por el personal del taller. Estos sistemas de *planificación marco con uso descentralizado de las competencias* son mucho más flexibles y pueden, por consiguiente, ajustarse mejor a las condiciones de fabricación, lo que es especialmente cierto en el caso de la producción discontinua a pequeña y mediana escala.

#### 1.1.4. CNC (control numérico por ordenador)

El desarrollo del control numérico se inició en la década de 1950. Los controles iniciales estaban compuestos por circuitos discretos o integrados, conectados a un programa. La difusión de las máquinas-herramienta de control numérico fue muy vacilante. Esta situación cambió por completo a comienzos de la década de 1970, cuando los ordenadores comenzaron a integrarse en las unidades de control y se desarrolló el CNC.

Al integrar el ordenador y el almacenamiento en las unidades de control, aumentó considerablemente la comodidad de funcionamiento y programación de las máquinas herramienta. A partir de entonces, la difusión en Alemania fue rápida (véase la figura 2). En 1974, había algo menos de 5 000 máquinas NC-CNC; en 1984, el número había aumentado ya a unas 50 000, de las cuales 35 000 estaban equipadas con controles numéricos por ordenador.

Como muestra la curva, el mercado no está saturado todavía: al contrario, hay una tendencia hacia una mayor difusión de las máquinas CNC. Apenas se producen ya máquinas de control numérico, pero debido a su larga vida el número de máquinas en uso aún no ha descendido (véase la figura 2).

Hoy en día, los controles numéricos por ordenador se aplican sobre todo a los tornos (aproximadamente un 39%), a las mandrinadoras y a las fresadoras, a las mandrinadoras horizontales y a los centros de mecanizado (aproximadamente un 40%) (véase la figura 3). Otras actividades de mecanizado representan cerca de un 31% de las máquinas NC-CNC; son en su mayoría máquinas de rectificado, pero es cierto que existen controles CNC para casi todos los tipos de mecanizado.

Si se compara esta distribución de las máquinas CNC utilizadas en procesos de mecanizado con la distribución de hace casi diez años (1977-1978), son perceptibles claros cambios estructurales. En aquella época, el porcentaje de los tornos era superior al 60%, el de las mandrinadoras y fresadoras era algo inferior al 20% y las otras máquinas representaban menos del 10% (fuente: ISI, según VDMA).

Así, resulta evidente que en el sector de las mandrinadoras y fre-

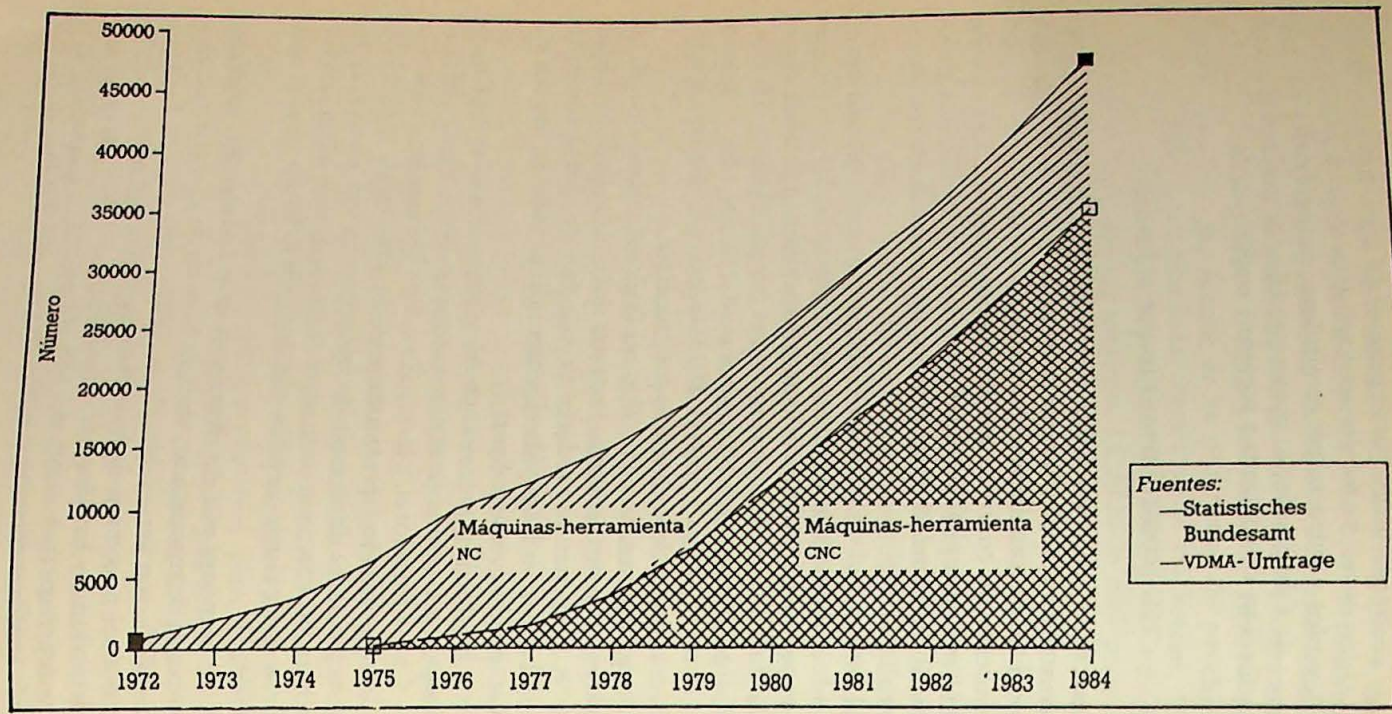


FIGURA 2. Número de máquinas-herramienta NC/CNC instaladas en la República Federal de Alemania

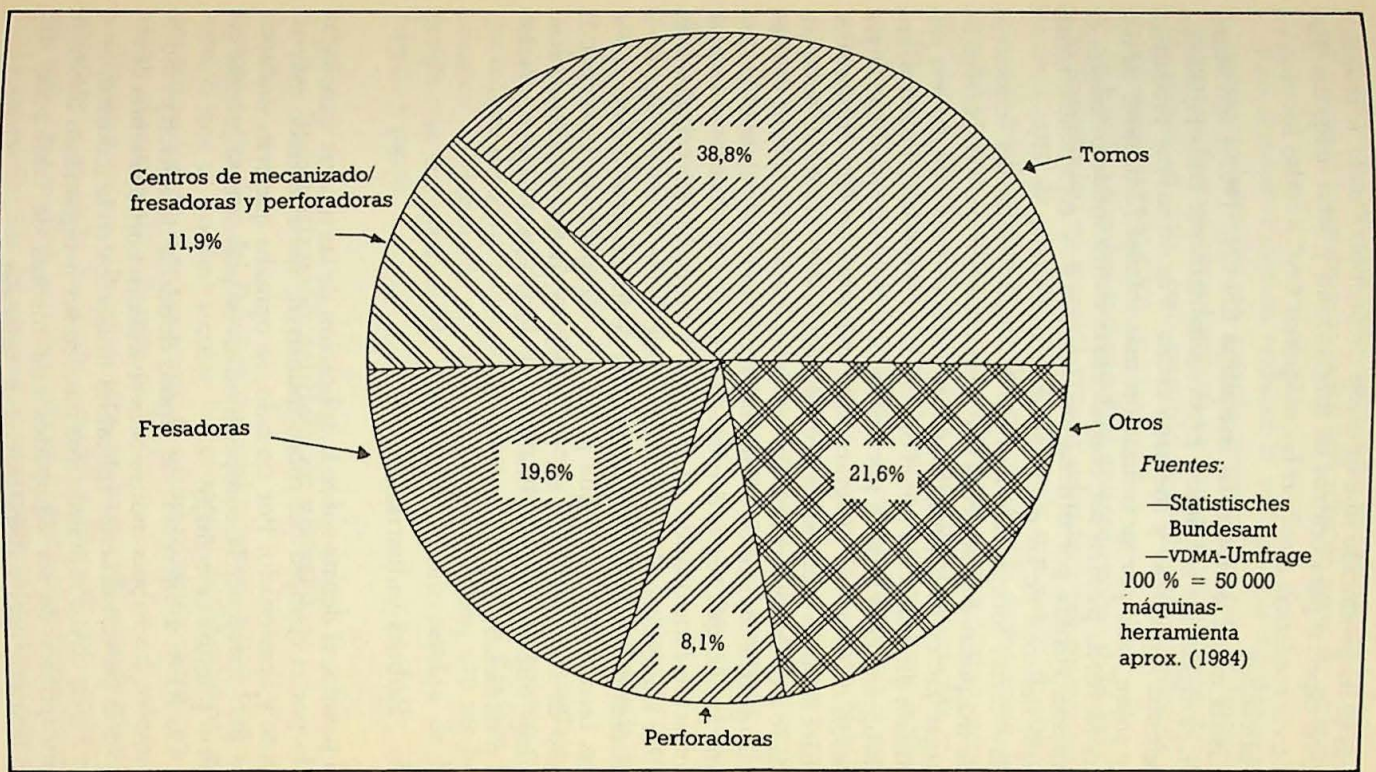


FIGURA 3. Estructura de las máquinas-herramienta NC/CNC en la República Federal de Alemania según el método de mecanizado

sadoras se ha producido una difusión desproporcionada de máquinas CNC, en especial para centros de mecanizado y otras máquinas. Hay una obvia tendencia a aplicar las máquinas CNC a todos los procesos de fabricación.

Casi la mitad de todas las máquinas CN/CNC (46%) son utilizadas en la ingeniería mecánica, predominantemente en la producción discontinua a pequeña y mediana escala. Por su mayor productividad y sobre todo por su utilización más intensa (2 turnos), las máquinas NC/CNC pueden ser consideradas como módulos básicos de fabricación asistida por ordenador, aunque hoy representen menos del 10% del total de las máquinas-herramienta en la RFA.

Hay varias formas alternativas de organización del trabajo con uso de máquinas-herramienta CNC, especialmente en lo que respecta a la organización de la programación. Estas formas van, desde la programación directamente por el operador en la unidad de control, hasta la programación asistida por ordenador en el departamento de planificación o incluso la programación exterior. En los últimos años, el debate sobre el método de programación más razonable se ha desarrollado en términos muy vehementes y a veces al estilo de una verdadera «guerra de religión». Sin embargo, no se ha impuesto una forma única, sino que se pueden encontrar todas las formas posibles de organización funcionando en paralelo, aunque los porcentajes de las distintas alternativas varíen mucho. Esto pone de manifiesto que la organización del trabajo no viene dada de forma determinista por las nuevas tecnologías, sino que puede ser elaborada en cada caso. El proceso de su elaboración es, en definitiva, una «cuestión de compromiso» que depende de una mezcla de criterios objetivos, subjetivos e interesados.

#### 1.1.5. Robots industriales

En el pasado, el debate sobre la aplicación de las nuevas tecnologías, guiado por el ejemplo del robot industrial, fue a menudo muy vehemente y apasionado. Por un lado, se opinaba que eran «indispensables para mantener la competitividad» y por otro se juzgaba que quitaban puestos de trabajo.

En la RFA, a diferencia de Japón, donde la definición es mucho más amplia, los robots industriales se definen como sistemas de manipulación universalmente aplicables utilizados en la industria, *con al menos 3 ejes*, cuyos movimientos pueden ser programados libremente, susceptibles de ser equipados con medios de fabricación tales como herramientas y dispositivos de sujeción.

De acuerdo con esta definición, en 1984 había en la RFA unos 6 600 robots industriales instalados (cálculos propios, de acuerdo con IPA).

Esto demuestra que en realidad la vehemencia del debate sobre los robots industriales no guarda proporción con la importancia cuantitativa de esta tecnología, si se compara el número de robots industriales en uso, por ejemplo, con la utilización de unas 50 000 máquinas NC/CNC.

En la RFA, el robot industrial es utilizado sobre todo para *manipular herramientas*, en especial para la soldadura por puntos, que representa cerca de un 60% de los casos de utilización de robots industriales (véase el cuadro 1). En cerca del 38% de los casos, los robots industriales se utilizan para manipular piezas, y algo menos del 30% para la carga y descarga de las máquinas-herramienta.

Es de esperar que en el futuro la aplicación de robots industriales continúe incrementándose, pero este incremento debería ir también acompañado de cambios estructurales (véase BMWi). Por lo que respecta a los robots industriales para soldadura por puntos y revestimiento, pronto se alcanzará el límite de saturación, mientras que las tareas de manipulación, tales como almacenaje y transporte, alimentación de las máquinas y especialmente montaje parecen ser los potenciales del futuro.

En la actualidad, la difusión de los robots industriales tropieza con el hecho de que hasta ahora no existe aún una tecnología de sensores plenamente desarrollada.

Es cierto que en todas partes se está intentando encontrar sistemas de extracción apropiados «dentro de la caja», pero esto es algo que todavía no se ha conseguido. Entre los sistemas flexibles de fabricación, los robots de pórtico, en línea y en área, son medios especialmente importantes de automatizar el intercambio de herramientas y piezas.

#### 1.1.6. Automatización del flujo de material

La automatización del flujo de material representa una base crucial sobre la que se pueden asentar los procesos de fabricación asistida por ordenador. En este contexto, la automatización incluye el almacenaje, el transporte y la manipulación.

Hay numerosas soluciones técnicas para cada uno de estos componentes, y se están haciendo grandes esfuerzos por desarrollarlos aún más y mejorarlos, por ejemplo en lo que respecta a su precisión.

La *automatización del almacenaje* se efectúa sobre todo por medio

CUADRO 1. Instalación de robots industriales por campos de aplicación

Campos de aplicación	1984	1983	1982	1981	1980	1977	1974
Manipulación de herramientas	Revestimiento	727	586	397	231	155	—
	Soldadura por puntos	1 894	1 560	1 331	771	339	—
	Soldadura por arco	1 334	856	585	227	138	—
	Desbarbado	22	22	20	10	5	—
	Montaje	452	248	122	101	52	—
	Otros	271	100	32	59	34	—
Manipulación de piezas	Prensas	135	121	70	25	10	—
	Forja	75	73	52	29	24	—
	Fundición	147	132	120	113	100	—
	Manipulación en general	466	320	193	374	192	—
Otros	920	702	520	339	49	—	
Investigación	157	80	58	22	17	—	—
Total	6 600	4 800	3 500	2 300	1 255	541	130

Fuente: Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung.

del almacenaje en bandejas (elevadas) que es realizado por carretillas elevadoras automáticas.

La automatización del transporte se realiza en la mayoría de los casos mediante sistemas de transporte sin conductor, tales como vehículos guiados automáticamente o vehículos guiados por raíles, pero también mediante transportadores suspendidos o cintas transportadoras.

La conexión flexible entre varias máquinas es realizada cada vez más mediante robots de pórtico aéreos.

Las funciones de manipulación son realizadas en su mayor parte mediante dispositivos especialmente diseñados para tareas concretas, como por ejemplo intercambiadores de palets, intercambiadores de herramientas, etc. Parte del trabajo de manipulación es realizado también por robots industriales universalmente aplicables.

## 1.2. Avances organizativos

### 1.2.1. Isla flexible de fabricación

El concepto de isla flexible de fabricación sigue los principios organizativos de la tecnología de grupos.

Los rasgos característicos de una isla flexible de fabricación son (véase Sulzer-Weise, en KfK, comp., 1984):

- En la isla de fabricación se fabrica una gama limitada de piezas, compuesta por familias de piezas que han sido seleccionadas de acuerdo con los aspectos tecnológicos de grupo.
- Aparte de los procesos especiales de trabajo, la isla de fabricación tiene que realizar el mecanizado de toda la gama de piezas. El material operativo (máquinas-herramienta, instalaciones fijas) exigido para esta tarea está incluido en la isla de fabricación.
- Aparte de las máquinas NC/CNC, las máquinas-herramienta tradicionales y los puestos de trabajo manuales también pueden ser integrados en la isla de fabricación. La isla también puede hacer uso de un microordenador para ayudar al control automático y programar las máquinas NC/CNC.
- En gran medida, la isla se autocontrola, es decir que casi todo el trabajo de planificación y organización relativo a la gama de las piezas es asignado al personal de la isla de fabricación.

El concepto de isla de fabricación autónoma es especialmente adecuado para la fabricación discontinua a pequeña y mediana escala de



piezas que no sean muy complejas y cuya demanda fluctúe considerablemente.

En primer lugar, el concepto de isla flexible de fabricación representa un enfoque organizativo, lo que no significa que no se utilicen nuevas tecnologías, tales como máquinas NC/CNC, sistemas PPC con competencias descentralizadas y sistemas para programar las máquinas de control numérico; éstas están integradas en esta forma especial de organización.

Es difícil juzgar hasta qué punto ha sido adoptado el concepto de isla flexible de fabricación en la práctica operativa. Por lo que sabemos, no existen estudios específicos sobre la difusión de este concepto. También es difícil encontrar informes de usuarios en la bibliografía, tal vez porque basar la producción en el principio de la isla flexible no representa un cambio espectacular que implique grandes inversiones y pueda ser usado con fines productivos.

Una de las islas flexibles de fabricación más conocidas es la de Sulzer-Weise (véase KfK, comp., 1984), que fabrica pequeñas piezas para bombas y ha sido realizada como prototipo dentro de un programa de promoción pública.

### 1.2.2. Fabricación justo a tiempo (JIT)

Originalmente, el principio organizativo de la fabricación justo a tiempo fue desarrollando en Japón y se dio a conocer con el nombre de «KANBAN». Con la ayuda de KANBAN o JIT es posible reducir los tiempos de circulación y los *stocks* considerablemente.

El KANBAN puede ser utilizado como principio organizativo no sólo dentro de la empresa, sino también en lo que respecta a las relaciones entre diversas empresas (por ejemplo, entre la industria del automóvil y sus proveedores).

Los rasgos característicos del método son los siguientes (véase Wildemann, 1984):

- Creación de sistemas de control automático de circuitos múltiples entre las áreas de fabricación y consumo.
- Aplicación del principio de «ir a buscar» para la etapa de consumo posterior.
- Uso flexible del personal y del material operativo.
- Asignación del control a corto plazo al personal operativo.

Sin embargo, han de darse ciertas *condiciones previas* antes de que este método pueda aplicarse eficazmente.

En primer lugar, el método ha de ser probado mediante la normalización de las piezas y la formación de familias de piezas a fin de conseguir un proceso de fabricación *uniforme*. Además, es preciso que la organización del taller asegure el flujo de material.

La responsabilidad de la calidad corresponde a quienes entregan las piezas, los cuales deben entregar sólo piezas perfectas, que cumplan las normas de calidad. Dado que el método requiere un proceso de fabricación uniforme, es especialmente adecuado para aquellas empresas que fabrican grandes series. Por el contrario, si los productos son fabricados con menos frecuencia y la composición de los pedidos varía, el método sólo puede ser aplicado de forma restringida.

En la RFA, el método KANBAN fue objeto de intensos debates; numerosas empresas aplicaron el proceso a título experimental y muchas fábricas introdujeron al menos algún elemento de KANBAN. En una minoría de los casos, sin embargo, es posible adoptar el método sin modificación alguna.

El método KANBAN original funciona sin ayuda del procesamiento electrónico de los datos y utiliza la tarjeta KANBAN como instrumento para controlar la fabricación. Sin embargo, es posible introducir la asistencia EDP para el método KANBAN y/o integrar principios KANBAN en los sistemas PPC existentes. Por consiguiente, el campo de aplicación económica del método puede ser ampliado, especialmente si se utilizan además sistemas flexibles de transporte.

### 1.2.3. Abandono del taylorismo. Formas alternativas de empleo de la mano de obra

En la actualidad, se pueden observar en la industria alemana dos conceptos diferentes del empleo de la mano de obra. El primero, al que Kern y Schumann (véase Kern y Schumann, 1984) denominaron «tecnocráticamente limitado» y Brödner «tecnocéntrico», trata —dentro del tipo tradicional de división del trabajo del taylorismo— de automatizar la producción, reemplazar al hombre todo lo posible y centralizar la planificación y el control en los restantes puestos de trabajo a fin de conseguir un flujo de trabajo transparente.

Por el contrario, el segundo concepto, al que Kern y Schumann llamaron «empíricamente no ideológico» y Brödner «antropocéntrico», trata de desarrollar las facultades creadoras del ser humano. En lugar de construir máquinas que imitan al hombre, lo reducen al método de funcionamiento de una máquina o lo excluyen por comple-

to del proceso de producción, este concepto pretende combinar las características contrapuestas del hombre y la máquina de un modo productivo (véase Brödner, 1985, p. 118).

En la práctica, esto significa una revisión de las estructuras de la división del trabajo de Taylor, transfiriendo de nuevo actividades «indirectas», tales como el control de la calidad, el mantenimiento, el control de la producción, la programación del control numérico, etc., a la producción, es decir asignando este trabajo al trabajador cualificado de la producción.

Esto significa también que muchas pequeñas y medianas empresas, que hasta ahora habían contado sólo en escaso grado con unas estructuras basadas en la división del trabajo, ya no tienen que introducir necesariamente el «ideal de racionalización» de la división del trabajo de Taylor.

Las opiniones sobre la posición de este concepto en la industria difieren considerablemente. Kern y Schumann afirman que la estrategia de racionalización de las empresas ha sufrido un cambio real de paradigma. Brödner piensa que este concepto es la respuesta de las empresas a la nueva situación de la producción. El objetivo de la racionalización no ha cambiado.

Brumlop (Brumlop, 1986) también trata de forma crítica el concepto de «empíricamente no ideológico». Partiendo de un estudio realizado por ella en la industria del automóvil, no ve ningún cambio en la racionalización por lo que se refiere al paradigma, sino más bien una tendencia a la concentración de las actividades y funciones individuales restantes, que, sin embargo, se mantienen dentro del marco de los conceptos tradicionales de estructuración del trabajo y no incluyen una revalorización del trabajo de producción. En primer lugar, se aspira a hacer un uso más eficaz de la capacidad de trabajo sobre la base de unas formas flexibles de empleo, y el incremento del interés por una nueva división del trabajo, y por consiguiente unas nuevas cualificaciones, lleva al abandono del factor resultados. Según Brumlop, esto se manifiesta sobre todo en aquellos casos en que la ampliación de las funciones, junto con mayores demandas de flexibilidad, atención y concentración en el mismo período de tiempo, llevan a una agravación de la situación general de estrés que contrarresta los efectos posiblemente positivos de unos programas de trabajo de miras menos estrechas (véase Brumlop, 1986, pp. 182 ss.).

Así, los nuevos conceptos de producción no llevan automáticamente a un total abandono del taylorismo y de los principios de racionalización hasta entonces imperantes. Por un lado, tropiezan con la resistencia de las estructuras establecidas y de las controversias en-

tre la dirección de las empresas en lo que respecta a la competencia. Por otro, corren los riesgos antes mencionados.

Además, hay un riesgo de segmentación: los nuevos conceptos de producción sólo se han introducido en los sectores centrales de la producción, mientras que los sectores marginales (bastante importantes desde un punto de vista cuantitativo) se organizan cada vez más, por el contrario, de acuerdo con los principios de la división del trabajo y son dotados de puestos de trabajo «para todo», proceso que finalmente lleva a una separación más tajante entre las cualificaciones del personal.

### 1.3. Conexión técnico-organizativa (CIM)

Bajo el concepto de «fabricación integrada por ordenador» (CIM), la conexión informativa por encima de las fronteras de los departamentos de la empresa mediante la integración de los sistemas de ordenador, se convirtió en el objetivo de una producción más eficiente. En los últimos años, las posibilidades técnicas de realizar este tipo de conexión se han intensificado. Sin embargo, hay que señalar que es difícil encontrar conceptos CIM globales en el mercado. Hasta ahora, sólo se pueden conseguir integraciones parciales que permiten conectar los sistemas CAD con la programación de control numérico, los sistemas CAD con la elaboración de listas de material y los sistemas CAD con los cálculos por el método de elementos finitos. En estos sectores, se han incrementado tanto el grado de desarrollo como las opciones de conexión. En la actualidad, la integración de los sistemas CAD y PPC está en el umbral de una oferta más amplia.

#### 1.3.1. La integración de los sistemas CAD y la programación de control numérico

En la República Federal de Alemania, la integración de los sistemas CAD con la programación de control numérico está asegurada en el 20% aproximadamente de todos los sistemas CAD instalados. Con cerca de un 40% de estas instalaciones (véase Lay *et al.*, 1986), la industria de la ingeniería mecánica es el principal usuario de esta integración.

Las grandes empresas de más de 1 000 trabajadores son las protagonistas: en ellas se encuentran las dos terceras partes de estos sistemas integrados.

Hay tres alternativas técnicas para integrar los sistemas CAD y la programación de control numérico:

- interfaz geométrico con el sistema de programación de control numérico,
- integración a través de *interfaz* a partir de un módulo CAD-NC de «transferencia del programa fuente y/o de datos CL», e
- integración a través de un módulo NC en el sistema CAD: salida del programa de control.

Las diferencias entre estas alternativas son las siguientes (véase Lay *et al.*, 1984): en el caso del concepto de «*interfaz* por transferencia de geometría», el sistema CAD genera un archivo de producción que contiene el conjunto completo de los datos exigidos para la programación de control numérico. Un módulo de conversión reforma estos datos de tal modo que pueden ser leídos en el sistema de programación de control numérico en el que se integran.

Los conceptos de *interfaces* para «transferencia de programa fuente» o «transferencia de datos CL» exigen que una parte del control numérico se integre en el sistema CAD, permitiendo programar el recorrido de la herramienta para el proceso de control numérico en el diálogo del sistema CAD. Cuando se elabora el programa fuente de control numérico en la terminal gráfica del sistema CAD, es posible definir la geometría de las herramientas a utilizar, determinar los datos tecnológicos del proceso de fabricación y optimizar el recorrido de las herramientas. Según que la parte de control numérico del sistema CAD incluya o no un procesador de control numérico, se transferirá el programa fuente de control numérico (sin pasada del procesador) o el archivo de datos CL (tras pasada del procesador) al sistema de programación de control numérico posteriormente dispuesto.

En el caso del concepto de una integración total de la programación de control numérico en el sistema CAD, este último contiene un módulo NC que incluye un procesador de control numérico y una biblioteca de posprocesadores de control numérico. Por consiguiente, el sistema CAD suministra las cintas de control numérico acabadas para las diferentes máquinas-herramienta de control numérico que hay que programar. Los mandos de control se codifican según la norma DIN 66025.

Todas estas posibilidades de integrar los sistemas CAD con el control numérico tienen una cosa en común: que los programas de control numérico pueden ser elaborados sin necesidad de una nueva definición de la geometría. Los datos relevantes para el control numérico tienen que ser tomados del archivo CAD. Esto se hace separan-

do los datos que no son necesarios para la programación del control numérico, tales como el dimensionamiento, los textos, los rayados, etc., de los contornos del control numérico.

Por lo que respecta a la organización, cada una de las alternativas antes mencionadas permite distribuir la mano de obra en diferentes grupos funcionales dentro de la empresa. Esta distribución se puede describir a grandes rasgos de la siguiente forma:

Con una integración a través de *interfaces* de geometría, la organización puede ser tal que al diseñador que trabaja con el sistema CAD se le encargue la tarea de elaborar a partir de la base de datos la información relevante para la programación de control numérico y de transferir esta información del ordenador al sistema del programador de control numérico. Como alternativa, las tareas pueden también ser asignadas de tal manera que el programador tenga que buscar la información relevante en la base de datos, separarla y transferirla a su centro de programación de control numérico para su posterior manejo.

En el caso de que la integración se realice a través de los *interfaces* «transferencia del programa fuente» y/o «transferencia de datos CL», tiene que ser determinada mediante la organización, ya sea el diseñador CAD o el programador de control numérico el que programe las instrucciones de geometría relativas al recorrido de las herramientas y los datos de tecnología usando la parte de control numérico en el sistema CAD.

Si la programación de control numérico está totalmente integrada en el sistema CAD, será cuestión de la organización el que la organización total de la programación de control numérico sea asignada al departamento de diseño, o que se tomen medidas para que el sistema CAD sea utilizado tanto por el departamento de diseño como por el de planificación. En este último caso, sería necesario proporcionar también al departamento de planificación puestos de trabajo CAD.

Lo que se ha dicho hasta ahora pone de manifiesto que, en todos los casos de integración técnica, el concepto de organización tiene que proporcionar el modo de transferir el trabajo del departamento de diseño al de planificación o que otorgar al departamento de planificación el derecho a acceder al sistema CAD del departamento de diseño.

Como se puede observar, la disposición organizativa de la integración CAD-control numérico sigue estando abierta, mientras que el avance tecnológico prosigue de forma muy dinámica.

## 1.3.2. Integración CAD-PPC

Los sistemas CAD y PPC se integran a través de la lista de materiales como punto de conexión. Como es tradicional, la administración de las listas de materiales es uno de los cometidos esenciales del sistema PPC.

Sin embargo, la elaboración de la lista de materiales es realizada manualmente en el departamento de diseño o automáticamente por medio de los datos CAD. En la República Federal de Alemania, esta elaboración se realiza en cerca del 30% de los sistemas CAD aplicados. El problema real de una integración CAD/PPC es, sin embargo, la conversión de la lista de materiales de acuerdo con las necesidades de diseño expuestas por el sistema CAD en una lista de materiales de un formato que pueda ser razonablemente manejado por el sistema PPC.

Y, viceversa, la integración CAD/PPC es capaz de suministrar datos adicionales para el trabajo de diseño. Para que el diseño satisfaga los requisitos de fabricación y montaje, la información de los departamentos de planificación y control de la producción sobre cálculos, listas de materiales, programas de funcionamiento, inventarios, etc. (relacionados con las piezas ya existentes), es considerada cada vez más como esencial para el trabajo de diseño.

Este mutuo intercambio de información entre los sistemas CAD y PPC puede ser realizado de las siguientes formas (véase Förster, 1985):

- desarrollo y transferencia de archivos intermedios
- archivo de los datos redundantes con sistemas de administración de datos idénticos
- base común de datos
- *software* del usuario integrado.

Estas alternativas implican los diferentes enfoques de la integración. De acuerdo con el primero de los conceptos, que prevé la creación de archivos intermedios, los sistemas CAD y PPC están conectados por el hecho de que los datos pueden ser transferidos de un área a otra a través de un archivo de *interfaz*. Los sistemas CAD y PPC tienen que ser adaptados específicamente el uno al otro para proporcionar los datos que han de ser intercambiados de tal modo que puedan ser manejados por el sistema receptor. En los sistemas integrados de esta forma, es posible transferir una lista de materiales que ha sido elaborada por el procesador del sistema CAD al sistema PPC. Sin embargo, es imposible que los usuarios de los sistemas CAD y

PPC cambien a su voluntad de un sistema a otro utilizando lenguajes de consulta.

Integraciones más estrechas de los sistemas CAD y PPC son posibles gracias a los conceptos de «archivo de datos redundantes con sistemas de administración idénticos» y «base común de datos» respectivamente. Aquí, los sistemas CAD y PPC cuyos *hardwares* y *softwares* están todavía separados tienen acceso a una base común de datos y/u operan con el mismo sistema de administración de datos. En tal caso, es absolutamente necesario que la composición de los datos sea uniforme.

La forma más desarrollada de conexión entre los sistemas CAD y PPC está representada por el concepto de «*software* de usuario integrado». De acuerdo con este concepto, los *softwares* CAD y PPC están conectados entre sí de tal forma que el usuario de tales soluciones integradas no se da cuenta de que trabaja con dos sistemas separados. En su terminal puede utilizar todos los programas y datos. Esto significa, por ejemplo, que una parte del programa del sector PPC es solicitada automáticamente en el curso del diálogo CAD, y viceversa.

En el aspecto cuantitativo, la integración CAD-PPC no está todavía muy lograda. Aproximadamente el 1% de los sistemas CAD aplicados pueden ser conectados con un sistema PPC. Estos sistemas operan normalmente de acuerdo con el concepto de «desarrollo y transferencia de los archivos de datos intermedios», es decir al nivel más bajo de integración. Sin embargo, se están haciendo grandes esfuerzos por mejorar el aspecto técnico de la conexión CAD/PPC, de forma que en el plazo de algunos años se puede esperar un incremento de su difusión.

Las alternativas organizativas son de interés sobre todo en el caso del concepto de «*software* de usuario integrado», es decir al nivel más alto de integración. Dado que el aspecto técnico de este concepto permite al diseñador de CAD tener pleno acceso a las funciones PPC, será necesario organizar la asignación de las competencias.

Por consiguiente, pasarán algunos años antes de que los problemas organizativos de la integración CAD/PPC adquieran una importancia cuantitativa.

## 1.3.3. Integración programación de control numérico/fabricación asistida por ordenador (CAP)/CAM

La integración entre CAP, en particular en el sector de la programación de control numérico, y CAM (fabricación asistida por ordenador), es decir el control de máquinas y sistemas que, en lo que res-

pecta al tiempo y al emplazamiento, es directamente asignado a la fabricación, se llama también operación DNC (control numérico directo). Los sistemas DNC se subdividen en dos grupos (véase Eggers, 1983). Por un lado, están los sistemas de programación que contienen las funciones DNC básicas para la administración y distribución de los datos de control, la gestión de las herramientas y el registro de los datos operativos; por otro lado están los *sistemas de control de proceso* para la administración y distribución de los datos de control y el registro de los datos sobre funcionamiento y máquinas y para el control de los sistemas de almacenaje, transporte y manipulación.

Especialmente este último grupo es de gran importancia para la aplicación de los sistemas flexibles de fabricación.

Aún no se dispone de análisis de la importancia cuantitativa de los sistemas DNC en la República Federal de Alemania, pero se puede suponer —al menos en lo que respecta a los sistemas de control del proceso— que su difusión se incrementará paralelamente a la difusión de los sistemas flexibles de fabricación.

## 2. El papel de los sistemas flexibles de fabricación en el marco de los avances descritos en la ingeniería de la producción

Como se ha demostrado, en la ingeniería de la producción están en marcha numerosos avances técnicos y organizativos que configurarán la «fábrica del futuro». Lo que todos ellos tienen en común es un uso cada vez mayor de los ordenadores. Las tecnologías que actualmente están siendo utilizadas sobre todo como islas de automatización estarán conectadas en el futuro, de forma cada vez más estrecha, mediante la tecnología de la información, a fin de alcanzar finalmente el objetivo de una «fabricación integrada por ordenador» (CIM).

Sin embargo, en la actualidad sólo existen las integraciones parciales del concepto CIM que han sido descritas en el párrafo 1.3. Los problemas con los *interfaces* provocados por las técnicas de *hardware* y *software* han resultado ser graves barreras para su difusión.

En este contexto, los sistemas flexibles de fabricación son un elemento muy importante para el concepto CIM a nivel de fabricación directa, puesto que constituyen ya en sí integraciones parciales en lo referente a ciertos aspectos de las tecnologías de la información y del flujo de materiales.

El término «sistemas flexibles de fabricación» fue introducido en 1967. Se refiere a una serie de instalaciones de fabricación, interrelacionadas a través de un sistema común de control y transporte, que permiten por un lado la fabricación automática, mientras que por otro se pueden realizar diversas operaciones de mecanizado en diferentes piezas dentro de un área determinada (Dolezalek, Ropohl, 1970).

La estructura técnica y las características de los sistemas flexibles de fabricación se explican una vez más en la figura 4.

Dado que la demanda de una automatización global y completa no podrá ser satisfecha en un futuro próximo por razones tecnológicas y económicas, la definición aquí dada debería ser considerada como una meta que está siendo alcanzada en diversos grados por los sistemas flexibles de fabricación.

Por consiguiente, el presente análisis se basa en una definición que no sólo se refiere a los sistemas flexibles de fabricación en el sentido propio del término —por ejemplo los sistemas multimáquinas—, sino también a las células flexibles de fabricación, es decir a las máquinas individuales que funcionan automáticamente en términos de intercambio de herramientas y piezas y de almacenaje.

Un buen funcionamiento de los sistemas flexibles de fabricación exige la aplicación de un gran número de avances tecnológicos, tales como máquinas CNC como base del proceso de mecanizado, robots industriales o sistemas para automatizar la manipulación de piezas y herramientas, sistemas de transporte sin conductor para la automatización del flujo de materiales, sistemas de control de la producción (CAM/DCN) para automatizar el control y el seguimiento, e *interfaces* para que el sistema PPC reciba datos sobre pedidos, etcétera. Así, se puede comprobar que excepto en el caso de las técnicas CAD, que sólo afectan a la aplicación del FMS en lo que respecta a la integración con la programación de control numérico, todas las técnicas descritas se ven afectadas por la aplicación de un FMS directamente o indirectamente a través de *interfaces*. Por consiguiente, los descubrimientos y las experiencias realizados en el curso del proyecto FAST/CEDEFOP sobre sistemas flexibles de fabricación son también importantes para los otros avances en la ingeniería de la producción.

En el curso de este proyecto se llevó a cabo en el otoño de 1985 una encuesta sobre el uso actual de los sistemas flexibles de fabricación en la RFA y sobre las características técnicas de los sistemas instalados. Los resultados más importantes de esta encuesta serán descritos *infra*. Esta encuesta se centró en el uso de FMS/FMC en el corte de metales, ya que este tipo de mecanizado puede ser considerado

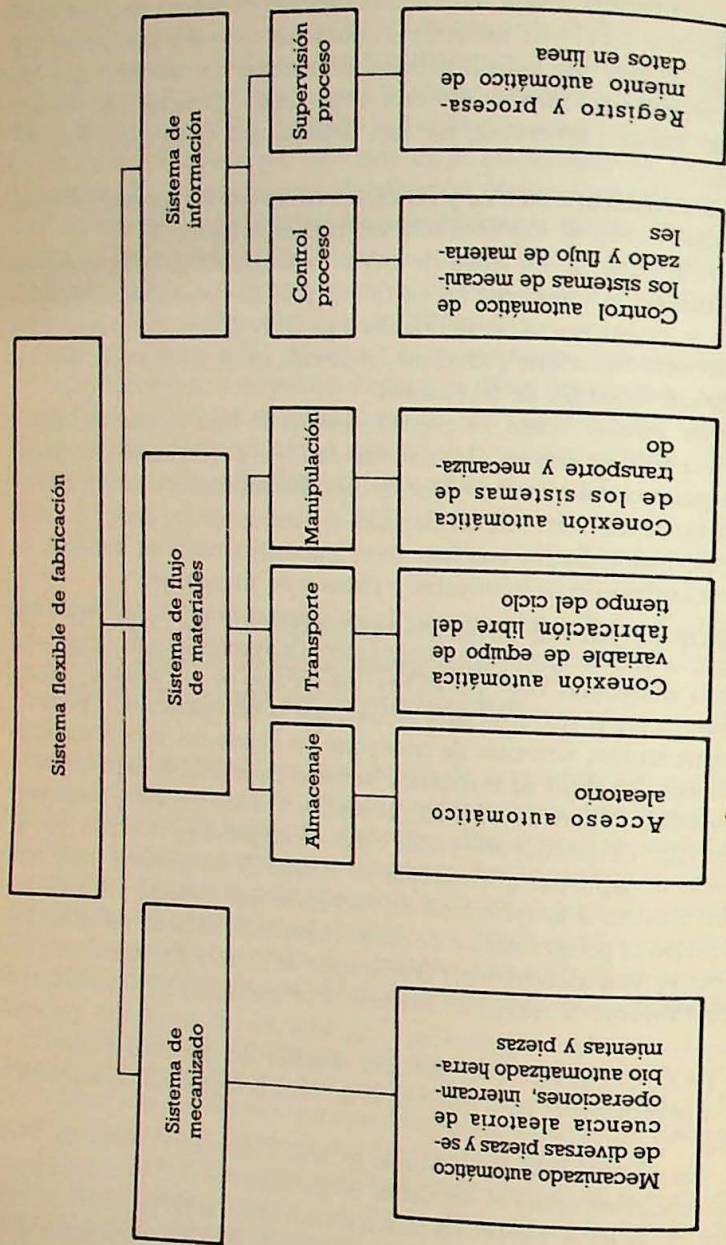


FIGURA 4. Estructura técnica y características de los sistemas flexibles de fabricación

como un campo piloto en lo que se refiere al uso de los sistemas flexibles de fabricación.

## 2.1. Características técnicas de los sistemas flexibles de fabricación y células flexibles de fabricación instaladas

Como ya se mencionó en la definición, un sistema flexible de fabricación consta de subsistemas tales como el sistema de mecanizado, el sistema de flujo de materiales y el sistema de información, que pueden mostrar grados variables de complejidad y automatización. El sistema de mecanizado se caracteriza sobre todo por los tipos de máquinas-herramienta utilizados. Los 93 sistemas y células flexibles de fabricación instalados mostraron la siguiente distribución de tipos de máquinas integradas: los centros de mecanizado eran el tipo predominante y representaban un porcentaje de más del 56%, mientras que las máquinas-herramienta para fines específicos y los tornos representaban un porcentaje del 16% aproximadamente dentro de los sistemas y células investigados.

Como muestra el análisis, el número de centros de mecanizado disminuye con el incremento del tamaño del sistema, mientras que otros tipos de máquinas se hacen más significativos y se da una mayor integración de las máquinas-herramienta con fines específicos en los sistemas. Así, los sistemas más grandes constan a menudo de máquinas-herramienta con fines específicos que realizan diferentes funciones de procesamiento, mientras que en los sistemas más pequeños prevalecen las máquinas que puedan sustituirse entre sí (especialmente en los sistemas de dos máquinas). El 70% de los sistemas flexibles de fabricación instalados hoy están basados en centros de mecanizado, mientras que las células de torneado representan el 23%. Las células flexibles para operaciones de torneado expuestas en la EMO 1985 en Hannover, con su «garra» automática de sujeción recientemente desarrollada, sugieren que en el futuro se puede esperar un uso generalizado de las células flexibles de torneado.

Los equipos de conexión para la automatización del flujo de materiales difieren considerablemente según el tamaño del sistema. La mayoría de las células flexibles (64%) basadas en los centros de mecanizado están conectadas a un grupo de palets, con una medida de 6, 8 ó 12 palets, mediante un intercambiador de palets. El 20% de los sistemas utilizan como medio de transporte un vehículo guiado por raíles. El 40% de los células flexibles de torneado emplean cintas transportadoras para el transporte de las piezas, mientras que otras

soluciones técnicas viables incluyen transportadores de rodillos por gravedad y cargadores de pórtico. Como muestran las ofertas del mercado en las recientes ferias comerciales, es probable que se incremente la tendencia actual a utilizar cargadoras de pórtico como equipo de conexión para células flexibles de torneado.

El vehículo guiado por raíles es el medio de conexión más común (41%) en los sistemas de 2 máquinas, como lo es también en los sistemas de 3-5 máquinas, aunque el uso de los vehículos guiados de forma automática está siendo cada vez más utilizado (14%). Los vehículos guiados de forma automática se han convertido en el medio de transporte más extendido en los sistemas con más de 5 máquinas (38%), mientras que el uso de vehículos guiados por raíles ha disminuido en ellos de forma significativa. Los transportadores de rodillos por gravedad y las cintas transportadoras representan aproximadamente el mismo porcentaje que los vehículos guiados de forma automática (20% cada uno).

La existencia de un ordenador central es un criterio esencial para medir el grado de automatización de los sistemas de información en los FMS/FMC. Un ordenador central es parte integrante de cerca de la mitad de los sistemas investigados con detalle (46%). El análisis diferenciado de las diversas instalaciones FMS/FMC mostró que el uso de un ordenador central depende en gran medida del tamaño del sistema. Mientras que sólo el 32% de las células flexibles en centros de mecanizado y ninguna de las células flexibles de torneado hacían uso de un ordenador central, el 80% de los sistemas con 6 o más máquinas estaban equipados con un ordenador de este tipo.

La tendencia a la instalación de ordenadores centrales se incrementa con el tamaño del sistema, aunque los sistemas de 2 máquinas son la excepción a esta regla, al estar equipados con un ordenador central más frecuentemente que los sistemas de 3-5 máquinas. Una de las razones de esto es el hecho de que los fabricantes presentan a menudo sus sistemas de 2 máquinas como conceptos «listos para usar» equipados con un ordenador central, mientras que los grandes sistemas flexibles de fabricación integran máquinas de diversos orígenes, lo que hace preciso el desarrollo de un *software* individual de control y seguimiento.

Contemplando retrospectivamente la evolución seguida por las instalaciones de ordenadores centrales, se observa que los primeros sistemas o células (hasta 1978) no estaban equipados con ordenadores centrales, con la excepción de un gran sistema flexible de fabricación instalado en 1972. De 1979 a 1981, el uso de ordenadores fue significativo, aunque disminuyó durante el período comprendido entre 1982 y 1984, mientras que las últimas tendencias en los años 1985

y 1986, por lo que hemos sido informados, revelan de nuevo un incremento en la instalación de ordenadores. Un análisis según el tamaño del sistema y el año de la instalación muestra que este aumento es debido al uso incrementado de ordenadores centrales que ahora se está produciendo también en las células y los sistemas de 2 máquinas, los dos grupos con mayor potencial de crecimiento, de forma que es de esperar en el futuro un aumento aún mayor de las instalaciones de ordenadores centrales.

## 2.2. *El estado actual y las tendencias del desarrollo de los sistemas flexibles de fabricación y de las células de fabricación en la República Federal de Alemania*

Una profunda investigación de las fuentes y las referencias de los fabricantes de máquinas-herramienta llevó a la conclusión de que había un total de 278 sistemas flexibles de fabricación y células de fabricación instalados en 144 empresas en el otoño de 1985 en la República Federal de Alemania, de los cuales 195 eran células flexibles de fabricación y 83 sistemas multimáquinas.

La mayoría de las empresas pertenecen a la industria de la construcción de maquinaria (68,9%). Otras ramas con porcentajes considerablemente inferiores son la industria del automóvil (3,4%), la industria aeronáutica (3,4%), la ingeniería eléctrica (5,9%), la mecánica de precisión y la óptica (3,4%) y los productos de hierro, plomo y estaño (3,4%).

Un análisis de las empresas que usan sistemas flexibles de fabricación según el número de empleados muestra una significativa concentración de su uso en las empresas mayores, con más de 1 000 trabajadores, (aproximadamente el 60% de todas las instalaciones), y un incremento general de la frecuencia de uso asociado al incremento del número de trabajadores.

Así pues, los FMS y las FMC son aún tecnologías de escasa relevancia en la actualidad para un gran número de pequeñas y medianas empresas.

La clasificación de los sistemas flexibles de fabricación y de las células de fabricación instalados de acuerdo con el tamaño del sistema, muestra la siguiente distribución: La mayoría de las instalaciones son células flexibles (70%), mientras que los grupos de sistemas de 2 máquinas y de 3-5 máquinas son casi del mismo tamaño (aproximadamente un 11% cada uno), y sólo un 7% de las instalaciones consisten en grandes sistemas con 6 o más máquinas. Esta distribución pre-

senta un marcado contraste con los tamaños de los sistemas registrados en la primera fase de la difusión de los FMS y FMC, durante la cual el 70% de los sistemas instalados eran grandes (compárese FhG-ISI, IAB, IWF, 1981). Mientras tanto, se ha puesto de manifiesto una clara tendencia hacia las células flexibles de fabricación y los sistemas más pequeños, de cinco máquinas para abajo.

Además de demostrar esta configuración básica de las instalaciones de FMS y FMC en la República Federal de Alemania, la encuesta suministraba información detallada sobre un total de 93 instalaciones.

Las primeras instalaciones de FMS y FMC en empresas alemanas se realizaron hacia 1972, lo que coincide con lo sucedido en otros países. Hasta 1980, el desarrollo fue vacilante. En 1980, sólo había 14 sistemas en uso. Warnecke habla de un total de 25 sistemas en 1983. A partir de 1980, el incremento de la difusión fue notable, y en 1984 y 1985 había dos veces más sistemas en uso que los registrados en 1983 (véase la figura 5).

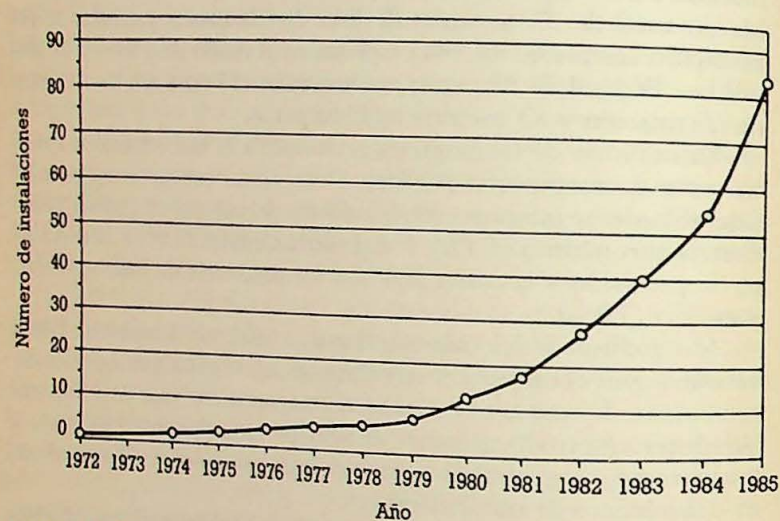


FIGURA 5. Desarrollo de la instalación de sistemas registrados con detalle

Un análisis más detallado de las instalaciones de acuerdo con el tamaño del sistema y los períodos de aplicación ofrece el siguiente panorama (véase la figura 6). El desarrollo inicial se caracterizó por la instalación de células flexibles, por una parte, y de grandes sistemas flexibles de fabricación (6 o más máquinas) por otra. Entre 1980 y 1983, empezaron a instalarse un número notable de sistemas fle-

Cuadro de 1987

Leyenda

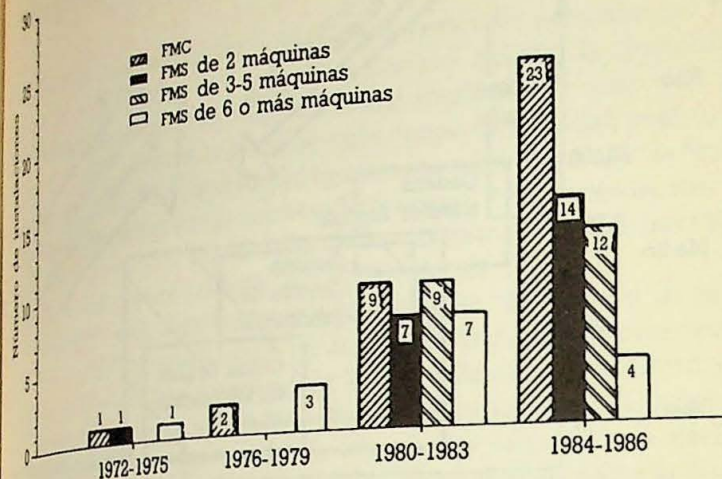


FIGURA 6. Desarrollo de las instalaciones según el tamaño del sistema

xibles de fabricación más pequeños (entre 2 y 5 máquinas), aunque los cuatro grupos de tamaños continuaron creciendo de forma más o menos paralela durante este período. En los últimos años se ha producido una evolución diferente, que se caracteriza por un acusado incremento de las células flexibles y de los pequeños sistemas flexibles de fabricación (de 2 a 5 máquinas) —estos últimos en un grado algo inferior—, mientras que la instalación de grandes sistemas flexibles de fabricación (6 o más máquinas), no sólo se ha estancado, sino que de hecho ha disminuido. Aunque las células flexibles y los pequeños sistemas flexibles de fabricación desempeñarán probablemente un papel cada vez más importante en el futuro, ahora sólo se puede decir con certeza que fue el empleo de estos sistemas más pequeños y menos complejos, que implicaban menos riesgos, el que abrió el camino a la fuerte difusión de los FMS y las FMC en los dos últimos años. Así, la filosofía inicial de los grandes sistemas no ha encontrado aceptación a gran escala.

El área típica de aplicación de los FMS y las FMC se halla entre los polos opuestos de la fabricación sumamente productiva, pero inflexible, de grandes series de piezas únicas en cadenas transfer, por un lado, y la fabricación sumamente flexible, pero menos productiva, de una variedad de piezas en series pequeñas y medianas utilizando máquinas universales, por otro (véase la figura 7).

Así, se pueden dar dos estructuras básicas completamente diferentes cuando se instalan sistemas flexibles de fabricación. El análisis



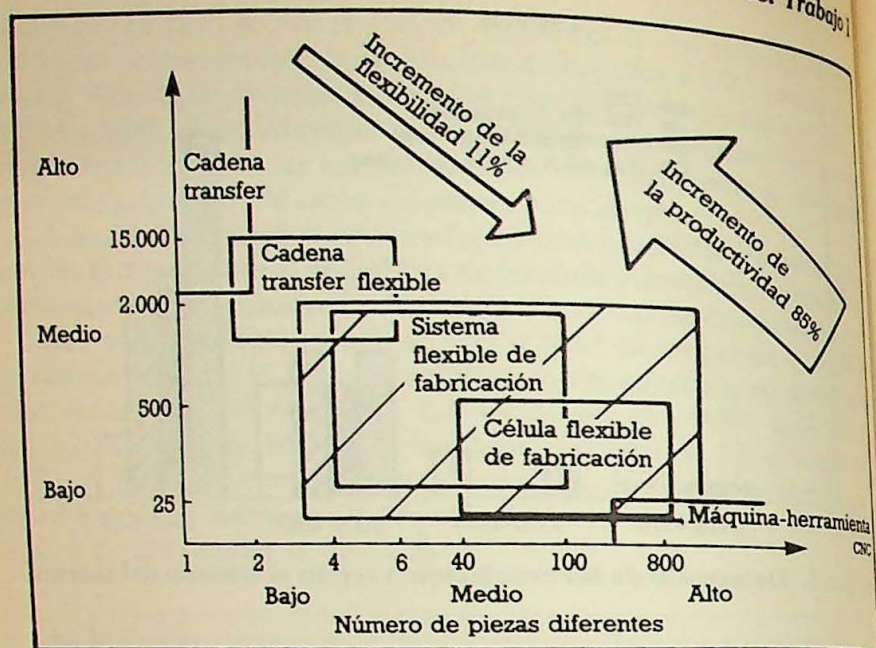


FIGURA 7. Tipo de fabricación reemplazada por la instalación de FMS/FMC

de los tipos de fabricación sustituidos por los sistemas FMS/FMC reveló que sólo en el 11% de los casos examinados las cadenas transfer fueron reemplazadas debido al tamaño decreciente de las series y a la demanda de más variedad, es decir a la demanda de un mayor grado de flexibilidad. En la mayoría de los casos, los sistemas flexibles de fabricación reemplazan a máquinas convencionales o máquinas NC/CNC no conectadas entre sí que hasta ahora han sido empleadas en la fabricación extremadamente flexible pero poco productiva de series pequeñas y medianas. En estos casos, la instalación de FMS/FMC sirve para incrementar la productividad al aumentar el grado de automatización de la fabricación de series pequeñas y medianas para la cual no eran adecuados los rígidos sistemas de automatización anteriormente ofrecidos.

Sin embargo, este contexto depende del tamaño de los sistemas instalados. Aunque los sistemas flexibles de fabricación (6 o más máquinas) reemplazan a cadenas transfer en un tercio de los casos, su porcentaje disminuye de forma constante con la disminución del tamaño del sistema. Debido al creciente uso que se está haciendo de las células flexibles y de los pequeños sistemas flexibles de fabricación, el aspecto del incremento de la productividad resultará más importante que el de la flexibilidad en el futuro.

### 2.3. Organización del trabajo y uso de los FMS/FMC

Una cuestión importante que surgió en el curso del proyecto fue la del uso de los FMS/FMC en la organización del trabajo, la demanda de cualificación y la formación profesional resultante de ella.

En la reseña sobre el trabajo de este grupo de estudio, este aspecto ha sido aludido de una forma ligeramente abreviada bajo la fórmula «automatización cuello azul-cuello blanco». No quiero ocuparme de este aspecto con más detalle, dado que este tema será tratado en profundidad por mis colegas del IREP y del ISF.

Permítanme que diga solamente lo siguiente. En el caso de los FMS/FMC, —casi se podría decir en el caso de todas las nuevas tecnologías—, el método de empleo de la mano de obra está determinado en muy escaso grado por las necesidades tecnológicas. Las nuevas tecnologías son en gran medida tecnologías «abiertas»; la decisión sobre las cualificaciones requeridas y, en particular, sobre la distribución de las cualificaciones sólo se toma una vez seleccionada la forma organizativa de empleo de la mano de obra.

A la vista de los frecuentes cambios radicales en la producción industrial, es muy difícil prever las tendencias a largo plazo. Hay muchas formas paralelas de aplicación, cuya importancia puede crecer o disminuir. Las tecnologías pueden ser utilizadas de muchas formas: ésta es una tarea a la que hemos de hacer frente.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Maier, Helmut: «CIM-Expertise im Auftrag des ISI und des ISF», manuscrito inédito, Leopoldshafen, 1985.
2. Maier, H. y Eigner, M.: *Einführung und Anwendung von CAD-Systemen*, Hauser Verlag, Múnich y Viena, 1982.
3. Lay, G. et alii: «Erste Ergebnisse der Wirkungsanalyse der indirekt-spezifischen Förderung zur betrieblichen Anwendung von CAD/CAM-Systemen», en Bey, I. y Mense, H., comps., *Bewertung von Entwicklung und Einsatz moderner Fertigungstechnologien*, Informe KfK-PfT n.º 119, Karlsruhe, marzo de 1986.
4. Berger, R. y Partner GmbH: *Markuntersuchung, Stand und Entwicklungstendenzen der NC-Technik (Auszug)*, Múnich, 1984.
5. Hackstein, R.: *Produktionsplanung und -steuerung (PPS). Ein Handbuch für die Betriebspraxis*, Düsseldorf, 1984.

6. Förster, U. y Syska, A.: «Ergebnisse einer Umfrage zu Verbreitung und Entwicklungstendenzen von EDV-Systemen in der Produktion» en *FIR-Mitteilungen Rechnerintegrierte Produktion*, separata, 2, 1985.
7. Manske, F. y Wobbe-Ohlenburg, W.: «Fertigungssteuerung im Maschinenbau aus der Sicht von Unternehmensleitung und Werkstattpersonal» en *VDI-Z*, vol. 127, 1985, n.º 11, pp. 395-402, n.º 12, pp. 457-462, n.º 13, pp. 489-494.
8. Schneider, R. et alii: «Arbeitsschutzaspekte der CNC-Technik und des CAD-Einsatzes», informe para el seminario «Anforderungen des Einsatzes neuer Technologien an das Arbeitsschutzsystem», Sozialforschungsstelle Dortmund, mayo de 1986.
9. FhG-ISI: «Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des CNC-Werkzeugmaschineneinsatzes», *RKW-Schriftenreihe Bestell*, n.º 758, Eschborn, 1981.
10. BMWi Studienreihe 47: *Industrieroboter-Stand, Perspektiven und Probleme der Entwicklung und Anwendung*, ISSN 0344-5445.
11. KfK, comp.: *Autonome Fertigungsinsel-Flexible Fertigungsstrukturen für die Einzel- und Kleinserienfertigung*, informe KfK-PfT, n.º 79, Karlsruhe, 1984.
12. Wildemann, H.: «Anforderungen an PPS aus der Sicht der Zeit- und Mengenminimierung. Einbindung der KANBAN-Philosophie», en *Mit Maschinen- und Anlagenbau*, Maschinenbauverlag, Francfort, 1984.
13. Kern, H. y Schumann, M.: *Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion*, Beck-Verlag, Múnich, 1984.
14. Brödner, P.: *Fabrik 2000-Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik*, Ed. Sigma Bohn, Berlín, 1985.
15. Brumlop, E.: *Arbeitsbewertung bei flexilem Personaleinsatz* *Schriftenreihe HdA*, vol. 71, Campus Verlag, Francfort y Nueva York, 1986.
16. Lay, G., Maisch, K., Schneider, R. et alii: *Vernetzung betrieblicher Bereiche. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz*, n.º 449, Dortmund, 1986.
17. Förster, H.U.: «CAD/PPS-Kopplung-Ein Meilenstein auf dem Weg zur rechnerintegrierten Produktion», *CAD/CAM Report*, 1/2, 1985, pp. 54-59.
18. Eggers, A.: *DNC-Systeme*, n.º 78, 1983, pp. 317, 326.

## Los sistemas flexibles de fabricación y la organización del trabajo

André Rosanvallon\*

En la actualidad, sólo una minoría de los asalariados de los países industrializados trabajan en la industria. Este trabajo asume formas muy diferentes según la rama de la industria de que se trate (bienes de equipo, bienes intermedios, bienes de consumo) y según el tipo de actividad en que intervenga el asalariado (producción, dirección, comercialización...).

En tales condiciones, ¿por qué es interesante examinar la organización del trabajo en los sistemas mecanizados más automatizados, cuando sabemos que probablemente menos de uno de cada diez mil trabajadores franceses se ve afectado en la actualidad por la aplicación de tales sistemas?

Hay que abandonar un cierto número de argumentos en favor de tal examen:

1. *El taller flexible (que es la forma más desarrollada de sistema automatizado de mecanización) no es el prototipo de la fábrica del futuro*

Después de todo, es sólo un taller, es decir una parte de una fábrica. Sólo se utiliza para la producción de un número limitado de piezas, que deben luego ser integradas en una entidad mayor. Son necesarias muchas otras operaciones, tanto antes como después de pasar

\* Del IREP, Grenoble (Francia).

«Flexible manufacturing systems and work organization». Traducción de Pilar López Máñez.

por el taller flexible, para producir todos los componentes de un producto que ha de ser vendido en el mercado.

Se puede demostrar que hay una gran diversidad técnica entre los sistemas flexibles de fabricación<sup>1</sup>, que pueden caracterizarse por el número y la naturaleza de las máquinas implicadas, el sistema de transporte de las piezas, el tipo de sistema de ordenador utilizado y la manera en que el sistema flexible de fabricación se integra en el conjunto de la fábrica.

## 2. El operario encargado del funcionamiento del sistema flexible no puede ser considerado como el prototipo del trabajador del futuro

Mostraremos lo difícil que es en la actualidad diferenciar la parte de las actividades de estos trabajadores que está relacionada con unos fenómenos transitorios, en unos sistemas que están en vías de desarrollo, de las actividades que podrían ser consideradas verdaderamente características de estos sistemas. Sobre todo, es bien sabido que no hay una relación estricta e inequívoca entre un cierto tipo de sistema técnico y la organización del trabajo.

Desde nuestro punto de vista, la organización del trabajo en los sistemas flexibles de fabricación merece una investigación, ya que estos sistemas tipifican una serie de tendencias que están surgiendo en el conjunto de las actividades productivas. Nos estamos refiriendo a la integración de unas operaciones que hasta ahora se habían llevado a cabo por separado. En un contexto económico general de incertidumbre, las empresas han estado tratando de reducir el tiempo que se tarda en pasar de un tipo de producción a otro, a fin de diversificar y mejorar la calidad de sus productos, reduciendo al mismo tiempo sus costes de producción mediante el incremento, simultáneo o alternativo, de la productividad de su capital fijo, su capital circulante y su mano de obra. En el campo del mecanizado, se puede considerar que las células y los talleres flexibles representan una nueva etapa en la automatización, tras la introducción de las máquinas-herramienta de control numérico y de los centros de mecanizado automático. El mismo sistema de ordenador es ahora capaz de controlar un mayor número de operaciones, unidas por un sistema de trans-

<sup>1</sup> Véase en especial P. Besson, *L'atelier de demain: perspectives de l'automatisation flexible*, PUL, 1983; B. Froment y J. J. Lesage, *Productique: les techniques de l'usage flexible*, Denod, 1984; R. Bonetto, *Les ateliers flexibles de production*, Ed. Hermès, 1985.

porte automático. Esta tendencia puede ser relacionada con lo que está ocurriendo actualmente en otras esferas de la producción de bienes e incluso de servicios.

Esta tendencia afecta tanto a la tecnología como a la organización, y, por consiguiente, habría que pensar que el cambio técnico revela tanto como provoca otros cambios dentro de la empresa. Por supuesto, los cambios pueden tener lugar sin ir necesariamente acompañados de la introducción de nuevas máquinas (círculos de calidad, por ejemplo). Al estudiar lo que ha ocurrido en las empresas que han introducido, en los últimos años, nuevos sistemas de mecanizado, hemos detectado un cierto tipo de cambio en curso en la organización de la producción. Por supuesto, hay otros modos de examinar los cambios en las condiciones de producción de las empresas industriales y todos ellos son necesarios para llegar a una comprensión global del fenómeno.

Es en este marco en el que hemos situado el actual programa de investigación, financiado conjuntamente por FAST y CEDEFOP a escala europea, y por PIRTEM (CNRS) en Francia.

Este informe presenta nuestros resultados en el campo de la organización del trabajo en Francia en relación con la introducción de sistemas flexibles de fabricación en general y de talleres flexibles en particular.

Se basa en material diverso:

- Los resultados de una encuesta nacional entre las principales empresas de las que se sabe que han introducido un sistema flexible de fabricación. En el informe, nos hemos centrado más sistemáticamente en las respuestas ofrecidas por 13 empresas dotadas de talleres flexibles y especializadas en actividades de mecanizado del metal.
- Los resultados de un examen más detallado de estudios de casos concretos relativos a cuatro sistemas flexibles de fabricación: tres casos de talleres flexibles<sup>2</sup> y uno de célula flexible<sup>3</sup>.
- También hemos tenido la oportunidad de discutir la interpretación de nuestros resultados con un gran número de personas implicadas en la creación de sistemas flexibles de mecanizado: investigadores de equipos de investigación sobre automatización, fabricantes de máquinas-herramienta, expertos de empresas asesores.

<sup>2</sup> El taller flexible T.F.1 fue creado en una empresa especializada en construcción eléctrica; el T.F.2 se encuentra en una fábrica del sector de la ingeniería mecánica; el T.F.3 fue creado dentro de una empresa que fabrica camiones.

<sup>3</sup> La célula flexible C.F.1 se encuentra en una fábrica del sector de la construcción eléctrica.

ras de ingeniería y centros de investigación tecnológica, ejecutivos encargados del desarrollo técnico de empresas industriales.

A menos que se indique lo contrario, en este estudio nos proponemos centrarnos en los talleres flexibles, entre todos los sistemas flexibles de fabricación. El taller flexible es tradicionalmente definido como un conjunto integrado de centros de mecanizado, asociado con un sistema automático para la manipulación y el transporte de las piezas y las herramientas, capaz de mecanizar varias piezas simultáneamente. Son necesarias algunas observaciones preliminares.

En primer lugar, hemos de tener en cuenta la naturaleza reciente de estas innovaciones. Los primeros talleres flexibles comenzaron a crearse a comienzos de los años ochenta. Pocas de estas instalaciones han concluido su rodaje y funcionan de forma estable.

En segundo lugar, hay que recordar que son relativamente pocos los trabajadores actualmente afectados por estos nuevos sistemas de producción, tanto en general como más especialmente dentro de las unidades de producción donde se han introducido los sistemas. Si examinamos los resultados de la encuesta que hemos llevado a cabo, se observa que no son más de mil los trabajadores directamente afectados.

En tercer lugar, vale la pena recordar que los cambios dentro de las empresas tienen lugar siempre gradualmente, en especial en el campo de la organización del trabajo. Esta continuidad de las formas de automatización antes dominantes hace que sea aún más difícil poner de relieve las peculiaridades de estos sistemas flexibles de producción.

Cuando se observan las condiciones reales de funcionamiento de los sistemas flexibles de fabricación, y de los talleres flexibles más especialmente, llama la atención la gran diversidad y variabilidad de las formas de organización del trabajo<sup>4</sup>. Esto no sólo es cierto a nivel espacial, entre las diversas empresas que han introducido este tipo de equipo, sino también a nivel temporal. La organización del trabajo evoluciona dentro de un proceso general de desarrollo, adaptación y creciente experiencia del nuevo sistema.

Dada esta heterogeneidad, no es cosa fácil señalar un modelo claramente dominante de organización del trabajo. Además, esta diversidad de situaciones muestra que hay una alternativa entre las futuras tendencias y que las opciones a largo plazo siguen abiertas.

Por otro lado, la observación de las condiciones reales de funcio-

namiento de estos sistemas —especialmente desde el punto de vista de la organización del trabajo— revela considerables limitaciones, que todavía han de ser tratadas debidamente. Sigue siendo necesario superar los obstáculos a la armonización de la organización del trabajo con los cambios inducidos en el trabajo de los trabajadores y equipos asociados con el dominio de estas nuevas tecnologías.

## I. El funcionamiento de los sistemas flexibles de fabricación y los cambios en el contenido del trabajo

Puede que no haya una interpretación pertinente de la naturaleza y la lógica subyacente de los cambios en la organización del trabajo si no se toma en cuenta el contenido del trabajo y las cualificaciones de los operadores encargados de hacer funcionar y controlar el equipo de estos sistemas.

La correcta comprensión del contenido de este trabajo se ve dificultada por una serie de prejuicios, a menudo resultantes del entorno ideológico que rodea a los primeros talleres flexibles. Hay dos corrientes principales de pensamiento:

- una primera corriente ve el desarrollo de estos sistemas desde la perspectiva más o menos implícita de la «fábrica completamente automatizada»;
- una segunda corriente ve el desarrollo de las cualificaciones en los procesos de automatización como una polarización de estas cualificaciones entre la descualificación de la mayoría de los trabajadores y la mayor cualificación de una minoría de los operadores.

Las actuales observaciones no confirman ninguna de estas dos hipótesis; por el contrario, parecen poner en entredicho a ambas.

Así pues, no hay una respuesta sencilla a la pregunta relativa al impacto de los sistemas flexibles de fabricación en el número de trabajadores empleados en comparación con formas anteriores de automatización. Un análisis preciso debe tener en cuenta a todos los que realizan un trabajo indirecto en los servicios periféricos en torno al taller. Sobre todo, la supuesta pérdida de puestos de trabajo se ve considerablemente contrarrestada por el desarrollo del trabajo por turnos.

En cualquier caso, aunque hay ciertamente un descenso considerable del número de los que realizan un trabajo directo dentro del ta-

<sup>4</sup> A. d'Iribarne, «Ateliers flexibles, organisation du travail et qualification: état des connaissances actuelles», *Revue Française de Gestion*, 44, enero-febrero de 1984.

ller —descenso de un 14% aproximadamente en el caso de las empresas que han dado una respuesta precisa a nuestra encuesta—, esta caída no afecta principalmente a los trabajadores no cualificados.

**Comparación de los niveles de cualificación declarados en las respuestas a la encuesta**

	En el caso del taller flexible	Antes de la creación del taller flexible
Técnicos	29%	20%
Trabajadores cualificados	55%	63%
Trabajadores no cualificados	16%	17%
Total	100%	100%

Nuestra encuesta revela dos fenómenos que parecen ser significativos en lo que respecta a la evolución de las cualificaciones<sup>5</sup>.

En primer lugar, hay un creciente porcentaje de técnicos (esto es debido, en particular, al desarrollo del trabajo por turnos) que debería ser comparado con el descenso paralelo de la importancia relativa de los trabajadores cualificados.

En segundo lugar, la creciente sofisticación del equipo no elimina la necesidad de trabajadores no cualificados, en particular en las operaciones manuales (éste es el caso, sobre todo, de la carga y descarga de las piezas sobre palets).

En general, aunque hay una tendencia a que un cierto número de tareas se simplifiquen, (en la sujeción de las piezas, el ajuste de las herramientas y en ciertas actividades de control y supervisión), esta tendencia se ve contrarrestada por la nueva complejidad del trabajo en cuestión y por la necesidad de utilizar una nueva lógica operativa que es peculiar de los sistemas flexibles de fabricación.

<sup>5</sup> En realidad, estas tendencias generales incluyen situaciones más o menos opuestas en cada empresa.

1. La tendencia a una mayor complejidad del trabajo

Al menos inicialmente, es posible hacer extensivas las conclusiones de la investigación sobre los cambios en el trabajo inducidos por el desarrollo de la automatización y la informatización de la producción a la situación de las cualificaciones en los talleres flexibles. Todas estas conclusiones coinciden en reconocer una creciente tendencia a la intelectualización de las actividades laborales en este campo<sup>6</sup>. Este enfoque de la evaluación de la cualificación en función del procesamiento de la información es de especial importancia para el análisis del contenido real del trabajo de los operadores en el taller flexible. También pone de manifiesto la peculiaridad de este trabajo en comparación con el de los anteriores sistemas automatizados, en términos de complejidad. Dentro del taller flexible, las actividades laborales son más complejas en la medida en que implican el manejo de una cantidad mayor de información muy diversa.

Esta multiplicidad de la información a tratar es el resultado de las peculiaridades del equipo integrado en el taller flexible. La peculiaridad de este sistema se debe sobre todo al desarrollo de un control general automático. La regulación del sistema implica la generalización del uso de instrumentos de medición y control automáticos que llevan a la producción de información a diversos niveles y especialmente:

- al nivel de una determinada parte del equipamiento (centro de mecanizado, equipo de control periférico) o de un subsistema (transporte, regulación, control de la producción),
- y, complementariamente, al nivel del taller donde se integran estas diversas partes del equipamiento y subsistemas.

Al igual que el manejo de los datos relativos a los parámetros técnicos, la aparición de nuevos aspectos en la cualificación de los trabajadores tiende a transformar a los miembros del equipo de trabajo en ingenieros de producción, encargados de la calidad del producto, todo lo cual implica el control y la supervisión de nuevas variables. En resumen, el funcionamiento eficaz de los sistemas flexibles de fabricación implica el manejo paralelo de numerosos tipos de datos complementarios. Esto afecta a todo, desde el equipamiento elemental hasta el taller, incluso la fábrica en su conjunto, y puede implicar

<sup>6</sup> Ph. Bernoux, W. Cavestro, B. Lamotte y J. F. Troussier, *La qualification aujourd'hui*, PIRTEM-FEN, de próxima aparición. Véase también P. Veltz, «Informatisation des industries manufacturières et intellectualisation de la production», *Sociologie du Travail*, 1, 1986.

técnicas diversas (ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica y electrónica, procesamiento de datos...).

La complejidad del trabajo es el resultado de la gran diversidad y variabilidad de los datos a manejar. Junto con la diversidad de los parámetros que se puede encontrar en todas las actividades de mecanizado que utilizan máquinas-herramienta de control numérico, hay dos fuentes adicionales de variabilidad más específicamente relacionadas con los talleres flexibles.

Por un lado, la variabilidad tiene que ver con la flexibilidad de los productos y la posibilidad de mecanizar, al mismo tiempo y utilizando el mismo sistema, diferentes tipos o familias de piezas. Estas piezas están sometidas a limitaciones concretas, basadas en sus propios parámetros.

La otra fuente de variabilidad tiene que ver con la fragilidad del sistema. Si se multiplican las fuentes de información, se multiplican también las posibilidades de incidentes, debido a los métodos de control del sistema, así como las condiciones ambientales (temperatura, polvo, lubricante) que difieren de las condiciones de los anteriores sistemas.

## 2. *Creciente complejidad del trabajo y aparición del estrés mental*

Cuando utilizamos la expresión «estrés mental», nos referimos a todo lo relacionado con el procesamiento de información por parte de los operadores, ya se trate de recopilación o clasificación de los datos o de su procesamiento o interpretación.

Por lo que respecta a los procedimientos para recopilar y clasificar información dentro del taller, los problemas a resolver no son muy diferentes de los suscitados por las formas anteriores del proceso de automatización. La información disponible es tan variada que es necesario introducir prioridades y seleccionar lo que se considera más importante. Al mismo tiempo, estos datos codificados deben ser completados con tipos de información más tradicionales, tanto visuales como auditivos, que exigen un profundo conocimiento de otras señales y códigos.

La verdadera novedad del taller flexible es el procedimiento utilizado para procesar, analizar e interpretar esta información. Ya no es cuestión de dominar la producción de una pieza (como en el control numérico tradicional), o de comprender y controlar una máquina (como en el control numérico por ordenador), sino más bien de

hacer que funcione todo un sistema que contiene varios subsistemas integrados (el subsistema de producción en torno a los centros de mecanizado, el subsistema de transporte y transmisión, el subsistema de control y regulación...).

Dada la integración técnica de estos diversos subsistemas, cualquier intervención en las condiciones globales de funcionamiento (especialmente si hay un problema) debe tener en cuenta las siguientes circunstancias:

- las peculiaridades y limitaciones de cada uno de los numerosos subsistemas;
- sobre todo, la naturaleza interactiva de estos subsistemas y los interfaces correspondientemente numerosos.

En tales condiciones, la posibilidad de pilotar tal sistema depende en gran medida de la capacidad del equipo de trabajo de captar y comprender la lógica operativa de todo el sistema, así como la de los subsistemas que lo componen. Esto presupone, entre otras cosas, que el equipo de trabajo debe tener una idea bastante sintética de las condiciones de funcionamiento en la práctica de todo el sistema.

En realidad, estos sistemas técnicos se basan en una información que es doblemente insuficiente. En primer lugar, la información es fragmentaria, en la medida en que refleja las peculiaridades de un subsistema (lo que presupone que la información sobre las operaciones de los subsistemas llega de forma consecutiva a la pantalla). Además, esta información es instantánea, y está relacionada con un momento dado del proceso, mientras que, para poder ser interpretado, el estado de la instalación debe ser siempre comparado con los estados anteriores.

En resumen, ninguno de los miembros del equipo de trabajo posee toda la información necesaria para tener una visión de conjunto. Los propios operadores deben reconstruir su imagen del sistema global. Esto implica el desarrollo de redes que faciliten el intercambio de información, solidaridad y cooperación entre todos los que intervienen en el funcionamiento del sistema. Por supuesto, la arquitectura organizativa puede variar. Sin embargo, esta limitación es peculiar de las actividades de mecanizado en los nuevos sistemas flexibles de fabricación. Ha habido un cambio gradual hacia los modos de actuación, especialmente en el campo de la dirección de la informatización, que pueden ser observados en las industrias de transformación.

En estas condiciones, el dominio de los sistemas flexibles de fa-

ación exige el desarrollo de una nueva lógica operativa, basada en la intensificación de las funciones de procesamiento y análisis de datos de los operadores, lo que implica una intelectualización de la producción; una dirección más colectiva de las actividades y de las técnicas con el fin de desempeñar estas funciones.

Plantear la cuestión de la organización del trabajo significa examinar el modo en que están distribuidos los papeles y funciones dentro del taller flexible y sus relaciones con el entorno, con el fin de hacer frente a esta nueva lógica operativa.

## I. La diversidad de los modos de organización de las actividades dentro de los talleres flexibles

En los últimos años, una buena parte de los trabajos de investigación han puesto en tela de juicio la idea de un estricto determinismo entre la tecnología y los modos de organización del trabajo. Los estudios comparativos internacionales muestran lo mucho que varían las situaciones a este respecto de un país a otro<sup>7</sup>.

El análisis de los modos de funcionamiento de los talleres flexibles pone de manifiesto que no hay una relación directa de causa y efecto entre la tecnología y la estructuración del trabajo. Muy al contrario, este análisis subraya la gran diversidad de las formas correspondientes de organización del trabajo. La comparación establecida en el cuadro *infra* entre las diversas formas de organización del trabajo en los talleres flexibles confirma este punto.

### 1. La organización interna del trabajo implícita en el funcionamiento del equipamiento del taller flexible

El equipo de trabajo está formado por todos los trabajadores cuya actividad tiene lugar dentro del taller flexible, en el interior de un

<sup>7</sup> D. Gerwin y J. C. Tarondeau, «Ateliers flexibles: une analyse internationale», *Revue Française de Gestion*. Véase también el informe Ingersoll, *Les ateliers flexibles*, 1983.

Otoño de 1987

área geográfica claramente delimitada en los talleres de mecanizado. Al menos de momento, la distribución de los papeles entre los miembros de un equipo de trabajo dentro del taller sigue estando caracterizada por un grado bastante alto de división del trabajo entre los operadores y entre las funciones. En términos generales la capacidad de los operadores de trabajar con los diferentes equipamientos (polivalencia) dentro del sistema flexible es incompleta, y depende de los diversos modos en que se superponen las tareas.

En el taller flexible 1 (T.F.1), cada una de las piezas del equipamiento está asociada a un operador de acuerdo con un principio de especialización, aun cuando la empresa pretenda llevar a cabo una rotación entre los diversos puestos de trabajo. En el caso del T.F.3, la polivalencia de los trabajadores es incompleta por dos razones. En primer lugar, hay todavía un alto grado de división del trabajo entre los operadores de los centros de mecanizado y del equipamiento convertible y los operadores dedicados a carga y descarga. La división del trabajo corresponde a la diferenciación entre trabajos cualificados y trabajos no cualificados (operadores de paletas). En segundo lugar, hay otro nivel de división del trabajo entre los trabajadores cualificados, según que se dediquen a actividades de producción (en cuyo caso son polivalentes en las máquinas) o de mantenimiento (en las que hay especialización).

En el caso del T.F.2, la división del trabajo se inspira en otro modelo de especialización de acuerdo con la tarea realizada: un operador está encargado de los centros de mecanizado, otro lleva a cabo las operaciones de preparación, y un tercero se ocupa de la carga y descarga de los palets.

¿Qué hay de los modos de integración, dentro del equipo de trabajo, de las actividades de fabricación, por una parte, y de otras actividades productivas, por otra? A este nivel, también la diversidad es la regla. La composición de los equipos de trabajo varía mucho.

Así:

- en el caso del T.F.2, el equipo de trabajo está compuesto únicamente por operadores de máquinas; las actividades de mantenimiento y programación se realizan fuera del taller;
- en el caso del T.F.1, la programación se realiza dentro del taller (debido a la gran variedad de las piezas que han de ser mecanizadas); sin embargo, las actividades de mantenimiento son realizadas por un departamento cercano;
- en el caso del T.F.3, se da la situación contraria: las actividades de mantenimiento y reparación están integradas dentro del taller, mientras que la programación tiene lugar en otra parte.

	T.F.1	T.F.2	T.F.3
Naturaleza de la actividad	Piezas para cuadros de distribución eléctricos	Fabricación de piezas soldadas para vagones	Fabricación de cajas de cambio
Fecha de instalación	1983	1985	1982
Número total de máquinas	5	4	7
Diversidad del producto	3 familias de productos 15 000 piezas	4 tipos de piezas 12 variantes	4 tipos de piezas 12 variantes
Organización del trabajo: número de turnos	4	2	2
Composición del equipo de trabajo interno	4 jefes de grupo + 20 operadores no polivalentes	2 capataces + 6 operadores no polivalentes	3 técnicos de taller + 6 pre- paradores de máquinas polivalentes + 9 operadores de paletas + 8 ingenieros de mantenimiento
Funciones fuera del taller	Mantenimiento	Mantenimiento y programación	Programación
Ordenador central	Sí	Sí	Sí
Sistema de transporte	Vagones sobre raíles	Vagones guiados por cable	Vagones guiados por cable

## Sociología del Trabajo I

Otoño de 1987

77

En última instancia, con algunas posibles variantes, la organización de los equipos de trabajo dentro del taller flexible sigue caracterizándose en la práctica por una doble lógica:

- una lógica tendente a una separación entre los puestos de trabajo individualizados que exige unas competencias específicas y lleva a una información fragmentaria;
- una lógica que perpetúa una jerarquía de niveles de cualificación basándose en el poder de los niveles superiores en su papel central en la recopilación y el procesamiento de la información.

En contraposición a un posible modelo en el que el nivel general de cualificación pudiera ser aumentado para todos los miembros del equipo de trabajo, tendiéndose así a hacer más homogéneo el contenido en cualificación, ha habido una tendencia a aumentar la cualificación de los encargados del taller.

Para expresarlo con más precisión, podríamos decir que con la introducción de los talleres flexibles lo que se da no es tanto una polarización de las cualificaciones como un aumento general del nivel medio de cualificación de todos los trabajadores afectados (lo que se debe, en especial, a los procedimientos utilizados para seleccionar y contratar a los operadores) con un aumento aún mayor del nivel de cualificación de los capataces, gracias a la puesta en marcha de un programa de formación para fines específicos destinado a esta categoría de trabajadores (véase *infra*).

## 2. Relaciones con los otros equipos de trabajo dentro de la empresa

La diversidad previamente observada en lo que respecta a la composición de los equipos de trabajo directamente asociados con el funcionamiento de los talleres flexibles se refleja también, muy claramente, en una gran heterogeneidad del tipo de relaciones que establecen estos talleres con su entorno inmediato.

Sin embargo, yendo más allá de esta observación general, podemos señalar algunas tendencias comunes que caracterizan a estas relaciones.

En primer lugar, en estos talleres sólo hay un grado relativo de autonomía. El taller flexible sigue dependiendo en gran medida de los talleres y servicios que lo rodean. Esto se puede comprobar en especial cuando tienen lugar dos tipos de acontecimiento que marcan la «vida» del taller: el diseño de los programas de mecanizado,



### Distribución y modos de funcionamiento de las actividades de programación y mantenimiento

#### a) Actividades de programación

Funciones	Dentro del taller, realizadas por			
	Fuera del taller	Técnico taller	Programador	Operador
Programación	11 casos	1 caso	2 casos	—
Verificación y corrección de programas	5 casos	4 casos	2 casos	4 casos

#### b) Actividades de mantenimiento y reparación

Funciones	Dentro del taller, realizadas por			
	Fuera del taller	Técnico	Especialista en mantenimiento	Operador
Mantenimiento	11 casos	—	3 casos	1 caso
Reparación pequeñas averías	4 casos	2 casos	2 casos	7 casos
Reparación grandes averías	12 casos	—	2 casos	1 caso

Sociología del Trabajo 1

Otoño de 1987

79

por un lado, y la solución de las dificultades y averías, por otro. El cuadro *supra*, basado en nuestra encuesta, muestra que un número relativamente alto de empresas realizan actividades de programación y mantenimiento fuera del taller. Esto ilustra el bajo grado de descentralización de estas funciones a nivel de fabricación.

En segundo lugar, las relaciones del taller con su entorno son controladas por el capataz, quien acude a sus «contactos» en los otros servicios especialmente dedicados a resolver los problemas del taller flexible.

En tercer lugar, la interrelación entre el taller y su periferia, que se inició con la introducción de las primeras máquinas de control numérico por ordenador, se ve reforzada por el desarrollo de un mayor grado de automatización. Sobre todo cuando el equipo está siendo instalado y ajustado, estas relaciones interdepartamentales son de carácter casi permanente, y se hacen al mismo tiempo más directas e informales y menos burocráticas. Sin embargo, existe el peligro de sobreestimar el grado de integración entre el taller y otros departamentos y de considerar que el grado *potencialmente* alto de integración corresponde a la situación real. Tomemos el ejemplo de las relaciones entre el taller y la ingeniería de producción. En ninguna de las empresas que visitamos había una integración directa y automática de estos dos niveles. En la práctica, el rendimiento del taller está determinado la mayoría de las veces por el grado de fiabilidad del equipamiento y no por las exigencias que llegan desde abajo. Por el contrario, los problemas que llegan desde arriba se quedan a menudo sin resolver: la entrega de las piezas de fundición es a menudo insatisfactoria (tanto en términos de cantidad como de calidad), y los *stocks* se acumulan cuando el taller de montaje no tiene la debida flexibilidad. Todo esto tiende a hacer que los modos de gestión de los flujos dentro del taller se desvíen de la secuencia de la producción planificada.

A este nivel, podríamos hacer la misma observación de antes: hay una separación *de facto*, tanto dentro del equipo de trabajo en el taller como entre el taller flexible y su entorno. Mientras que dentro del taller las diversas formas de cooperación ayudan constantemente a hacer posibles los ajustes a un nivel localizado, las formas de cooperación entre departamentos o talleres son más esporádicas y breves, y están relacionadas con un tipo determinado de intervención. Se expresan con más frecuencia en términos de responsabilidades separadas y de aceptación de diferentes formas de autoridad que en términos de una dirección continua y colectiva de un proyecto común.

En resumen, sin negar los cambios que se están produciendo en la actualidad (véase *infra*), hay todavía una gran distancia entre el alto

se cuadro *infra*). En primer lugar, hay una considerable diferencia en el número de trabajadores empleados en el taller flexible a lo largo de un período dado. El incremento es especialmente alto en lo que respecta a los que intervienen directamente en el proceso de producción, ya que el número de empleados en esta categoría se ha duplicado en cuatro años.

En segundo lugar, hay una concentración de actividades antes periféricas dentro del equipo de trabajo del taller flexible. Algunas de las funciones desempeñadas por el departamento de métodos durante las fases de instalación y puesta en marcha son progresivamente transferidas al equipo de trabajo. Además, a fin de hacer frente a las muchas dificultades con que tropieza el funcionamiento del sistema, el equipo de mantenimiento ha sido reforzado con la llegada de especialistas en sistemas de transporte.

En tercer lugar, la polivalencia que en un principio se pretendía desarrollar entre los trabajadores de producción (actividades de paletización y preparación de las máquinas) no ha sido puesta en práctica dado que, entre otros factores, los trabajadores cualificados se negaron a turnarse en las tareas de carga y descarga. A diferencia del proyecto inicial, se ha desarrollado un alto grado de división del trabajo entre los operadores de los palets, que están encargados de las labores no cualificadas de carga y descarga, y los preparadores de máquinas cualificados que supervisan el funcionamiento del sistema en su conjunto.

Este ejemplo de uno de los talleres flexibles más antiguos indica unas tendencias que con el tiempo pueden resultar contradictorias en términos de especialización/polivalencia dentro del taller. Es representativo de un «modelo» que tiende a la polarización de las cualificaciones, acompañada en especial de un incremento del trabajo no cualificado en actividades de paletización.

El caso del T.F.2, sin embargo, ofrece un ejemplo muy distinto, que nos impide hacer generalizaciones partiendo de estas observaciones. Este caso es de especial interés por cuanto la empresa está en vías de crear un tercer taller flexible, correspondiente a una tercera familia de tecnología. La comparación de los dos primeros sistemas nos ofrece, a diferencia del caso anterior, la imagen de una tendencia hacia una mayor polivalencia entre los operadores. Esta polivalencia se consigue mejorando las tareas de la carga y descarga e integrándolas en las operaciones del equipo de trabajo, a fin de hacer que los diversos trabajos del taller sean más homogéneos en términos de cualificación.

Este último ejemplo es, en nuestra opinión, más coherente con la tendencia general a crear equipos de trabajo (a nivel de produc-

## Evolución de la composición del personal del T.F.3 (tres turnos)

	Organización real mediados de 1984	Organización real principios de 1986
Supervisión	1 capataz de taller 2 jefes de equipo	1 capataz de taller 2 jefes de equipo
Asistencia: departamento ingeniería de metodos	2 ingenieros de métodos (técnicos)	2 ingenieros de métodos (técnicos)
Equipo de trabajo dentro del taller	3 técnicos de taller 6 operadores especializados polivalentes (preparación de máquinas y paletización) 9 trabajadores	3 técnicos de taller 6 preparadores de máquinas 9 operadores de palets
Subtotal producción	3 ingenieros electrónicos y eléctricos (técnicos) 3 ingenieros mecánicos (trabajadores cualificados)	18 trabajadores 3 ingenieros electrónicos y eléctricos (técnicos) 3 ingenieros mecánicos (trabajadores cualificados)
Manutención	3 ingenieros electrónicos y eléctricos (técnicos) 3 ingenieros mecánicos (trabajadores cualificados)	2 especialistas en sistemas de transporte (trabajadores cualifi- cados)
Total	20 trabajadores	29 trabajadores + 1 trabajador al 25% del tiempo
Incluyendo un equipo de trabajo interno de	15 trabajadores	26 trabajadores

ción) que tengan en cuenta los cambios en el proceso de formación y aprendizaje. Inicialmente, el principio de la especialización constituye la norma y facilita el cumplimiento eficaz de cada una de las tareas en el taller y de cada una de las funciones por separado. Más adelante, la rotación de los trabajadores se organiza de forma más sistemática con el fin de permitirles adquirir la polivalencia necesaria para una mayor eficiencia de todo el sistema.

Nuestras observaciones sobre el T.F.1 corroboran la realidad de este proceso dinámico en términos de formación/aprendizaje.

Junto con estas observaciones acerca de las funciones de la producción, nuestra encuesta también proporciona información sobre otros dos tipos de evolución en el campo de la organización del trabajo.

En primer lugar, hay una tendencia al reforzamiento de la autonomía relativa de los equipos de trabajo dentro del taller flexible, y esto es debido a la progresiva integración de funciones antes periféricas en las actividades del equipo de trabajo, que afecta en particular a las tareas de mantenimiento y producción.

Esto es especialmente evidente en el caso de la transferencia al taller de funciones antes desempeñadas por el servicio de ingeniería de métodos (producción): programación, planificación detallada de los tiempos globales de mecanizado, recopilación de información (sobre plazos, cantidades producidas...), control de la calidad de las piezas mecanizadas. La tendencia es mucho menos acusada en lo que respecta a la integración en el taller de las actividades de reparación y mantenimiento (preparación, cambio de aceite, sustitución de las cojinetes, etc.), mientras que el equipo de control del mantenimiento sigue encargado de las actividades más complejas del mantenimiento y las reparaciones importantes.

En segundo lugar, el proceso por el que se aprende progresivamente a dominar el funcionamiento del taller flexible parece incluir una redistribución de las tareas de supervisión y mando. Aunque las funciones del capataz de taller no desaparecen, podemos observar la aparición gradual de un nuevo centro de poder, que ya no se basa en la jerarquía sino que está más bien determinado por el papel que desempeña el trabajador en el sistema de procesamiento de la información. Así, dentro del equipo de trabajo aparece un nuevo «jefe», es decir el trabajador que recopila y procesa más información, lo que le permite controlar y pilotar más directamente todo el funcionamiento del sistema y las relaciones cotidianas entre el taller flexible y los otros servicios.

Por último, lo que se observa con más claridad en la actualidad es el desarrollo de nuevos enfoques de la flexibilidad. La tendencia

actual es tratar el problema en términos del conjunto de la empresa y no ya en términos simplemente del taller. Estos enfoques son ahora más progresivos, por cuanto toman más en cuenta los sistemas existentes y las posibilidades de cambiarlos, especialmente a través de innovaciones en la organización. Esta mayor conciencia de los problemas de la organización del trabajo debería llevar finalmente a una diversificación aún mayor de los sistemas de trabajo.

## Conclusión

Mayor complejidad del trabajo implicado, diversidad y cambios en los modos de organización del trabajo: tales son las observaciones iniciales que hay que hacer en lo que respecta a las recientes experiencias en la creación de sistemas flexibles de mecanizado. Hemos señalado también la influencia de las formas anteriores de división del trabajo, no sólo dentro del propio taller sino incluso a nivel de empresa.

¿Ha habido continuidad en la organización del trabajo o se ha producido una ruptura? Esta pregunta sólo adquiere sentido cuando aclaramos desde qué punto de vista la planteamos. En lo que respecta a los ritmos del cambio, no hay indicios claros de una aceleración importante. La rigidez de las formas anteriores y las diversas limitaciones que hay que superar son lo suficientemente importantes como para hacer que cualquier evolución resulte relativamente lenta e incluso deje abierta la posibilidad de una regresión (el ejemplo del T.F.3 es especialmente significativo a este respecto).

En lo que respecta a las cualificaciones desarrolladas en los sistemas flexibles, parece ser que están apareciendo nuevas tendencias. Es posible pensar, por supuesto, en la lógica de la automatización como una sustitución de la actividad humana por la actividad de las máquinas y los ordenadores. Dado que el ordenador realiza tareas de procesamiento de la información, es tentador creer que esto lleva a la descualificación de las tareas restantes, si se entiende por cualificación la parte del trabajo intelectual llevada a cabo por el trabajador. Sin embargo, este tipo de razonamiento está en contradicción con los resultados de nuestra encuesta, que muestran un aumento general de los niveles de cualificación, ya se definan estos niveles de forma convencional o en términos de la complejidad de las tareas realizadas por cada trabajador. El problema aquí es que este razonamiento (en términos de descualificación) se basa en un supuesto fal-

so: el de la conservación del nivel general de cualificaciones necesario para la producción de un producto dado. En realidad, no se puede encontrar ninguna respuesta válida a esta pregunta, a menos que se tengan en cuenta todas las relaciones existentes entre los trabajadores y el sistema de las máquinas. La novedad en la introducción de los sistemas automatizados de fabricación es la introducción de un gran número de tareas que, tomadas de una en una, no son especialmente complejas.

Cuando se produce un cambio de una máquina-herramienta manual a una máquina-herramienta de control numérico, hay sin duda una simplificación de las tareas que han de ser realizadas para fabricar una pieza dada. Esto puede llevar incluso a una situación en la que el trabajo se reduce a sujetar las piezas y supervisar la máquina, interviniendo el trabajador cualificado sólo cuando hay un problema o cuando se inicia una nueva producción.

Cuando hay un cambio de un conjunto de máquinas herramienta de control numérico a un sistema automatizado de fabricación, la complejidad resultante de la necesidad de llevar a cabo simultáneamente un gran número de tareas es mucho mayor. Por tanto es imposible pensar en cada tarea por separado. Se trata de la sustitución de un sistema de trabajo por otro. En tal caso no hay ya ninguna razón válida para mantener todas las cualificaciones. A fin de llegar a un correcto entendimiento de la situación, es necesario tener en cuenta no sólo la cualificación individual de cada miembro del equipo de trabajo, sino también todas las relaciones que los miembros del equipo tienen entre ellos y que hacen posible la cooperación (transmisión de la información, secuencia de las actividades...).

Dando un nuevo giro a un famoso ejemplo de Proudhon, podríamos sugerir que si se quisiera automatizar las tareas implícitas en la construcción del obelisco de Luxor, sería necesario sustituir la cooperación de un gran número de trabajadores, en su mayoría no cualificados, por una máquina compleja. El diseño de esta máquina exigiría una gran cantidad de trabajo intelectual complejo, y su supervisión requeriría la presencia de trabajadores capaces de diagnosticar con rapidez la menor avería y de intervenir con igual rapidez para repararla. Un análisis en términos de mantenimiento de las cualificaciones a nivel global carece por completo de sentido en estas condiciones. El mismo problema se plantea, en nuestra opinión, por lo que respecta a los sistemas automatizados complejos: las tareas de los trabajadores encargados del funcionamiento de estos sistemas no pueden ser determinadas *a priori* por un razonamiento lógico consistente en deducir, partiendo de la base de todas las tareas anteriormente necesarias, las que han de asumir las máquinas y los ordena-

dores. Las tareas que hayan de ser realizadas dependerán en mayor medida del diseño del sistema que se haya introducido, de su fiabilidad y de la forma en que se desarrolle. Si los futuros talleres flexibles fueran capaces de funcionar todo el tiempo sin la menor avería, ello sería fundamentalmente diferente de la que podemos observar en el momento actual. Hay sin embargo muchas razones para creer que en la próxima década tanto los fabricantes como los usuarios de tales sistemas tenderán que avanzar cautelosamente hacia formas más flexibles de integración, reduciendo la complejidad de los sistemas en favor de una mayor fiabilidad. Esto deja el campo libre para el desarrollo de las estrategias económicas y sociales de las empresas, con fiere una gran importancia a la capacidad de los operadores para comprender y controlar eficazmente los sistemas que se supone han de hacer funcionar y les reserva un papel esencial en el desarrollo de tales sistemas.

# SOCIOLOGIE DU TRAVAIL

Fundada en 1959 por M. Crozier, J.-D. Reynaud, A. Touraine, L. Tréanton y patrocinada por G. Friedmann y J. Stoetzel, *SOCIOLOGIE DU TRAVAIL* divulga, de una forma accesible para todos, los resultados de los trabajos de investigación sociológica franceses y extranjeros.

La Revista cubre los campos siguientes:

- El trabajo en el sentido más amplio del término: trabajo industrial, trabajo social, trabajo administrativo.
- Las categorías profesionales y los grupos sociales.
- Las grandes organizaciones: empresas, servicios, administración.
- El movimiento obrero, los sindicatos y las relaciones profesionales.

*SOCIOLOGIE DU TRAVAIL* se dirige tanto a los investigadores como a los responsables prácticos: profesores, sindicalistas, directivos, responsables de los sectores público y privado.

## Comité de redacción:

O. Benoit-Guilbot, A. Borzeix, E. Cohen, C. Durand, C. Gremion, M. Maurice, J.-M. Saussois, M. Wieviorka.

## Dirección de la redacción:

Tour Centrale, 2. Place Jussieu. 75251 PARIS. Cedex 05 (Francia)

## Editor:

DUNOD, C.D.R.  
Centrale des Revues 11  
Rue Gossin  
92543 Montrouge Cedex  
(Tlf.: 46 56 52 66)

## Suscripción 1987:

Francia: 270 FF (ttc).  
Extranjero: 380 FF.  
Cada número: 70 FF.

# La tecnología en la fábrica de alta automatización

Corrado Paracone\*  
y Franco Uberto\*\*

La historia reciente de la gran industria italiana se podría resumir en décadas, asociando a cada decenio un problema fundamental: en los años 50 dominaba el problema del producto; en los años 60 el problema del mercado; en los años 70 el problema de los hombres.

Si esta esquemática presentación encierra algo de verdad, y si quisieramos entrar en la lógica de este juego, podríamos añadir que los años 80 son, para la gran industria, los «años del proceso». Aunque el paso a nuevos sistemas de producción implica elevadas inversiones, su importancia económica supera su alto costo, por la simple razón de que de él dependerá, de forma cada vez más estricta, la cada vez más crítica productividad del sistema.

No va a ser fácil describir con palabras la compleja realidad de los nuevos sistemas de producción. En efecto, en ellos están relacionados, de forma muy integrada, tres subsistemas básicos, de cuya interacción surge el complejo sistema de producción. No se pueden enfocar de forma correcta las características de la tecnología si no se tiene una idea clara y lo más amplia posible de los subsistemas que concurren en la formación del proceso productivo y su relativa evolución en relación con los distintos contextos que la determinan.

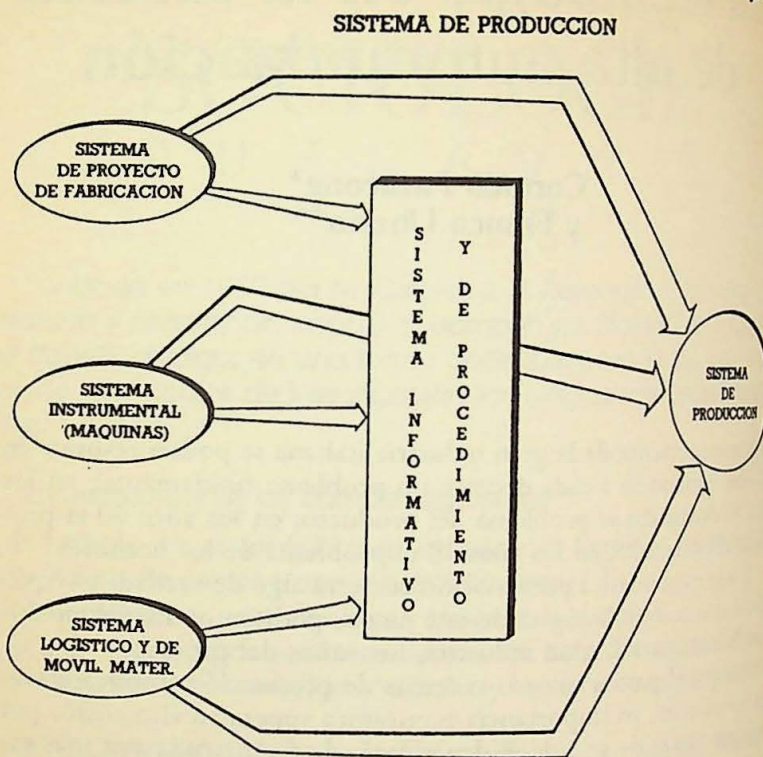
Refiriéndose a la figura 1 de la página 90, el sistema de producción está formado por la concurrencia de tres subsistemas fundamentales:

- el sistema de proyecto de fabricación,
- el sistema instrumental de máquinas e instalaciones,
- el sistema logístico y de movilización de materiales.

\* Fondazione Agnelli, Turín (Italia)

\*\* Departamento de Organización del Trabajo, FIAT-Auto, Turín (Italia).

«La tecnología nella fabbrica ad alta automazione». Traducción de Inés Marichalar.



Trasversalmente a cada uno de ellos se difunde el sistema informativo y de procedimientos.

Será interesante aclarar a continuación el contenido de cada uno de estos subsistemas.

El sistema de proyecto de fabricación comprende toda la información que define el ciclo de fabricación, es decir, las fases de trabajo que determinan la transformación de una materia en bruto en un producto acabado, la sucesión lógica de estas fases en cada una de las fases u operaciones, las microfases que constituyen el trabajo de las máquinas (paneles de operaciones) con las prescripciones relativas a los parámetros del proceso.

En otro plano, el sistema de las ideas conserva cierta realidad operativa.

En primer lugar, una vez definido a nivel de idea un determinado producto (concretado en un diseño), es necesario proyectar, de forma inmediata, las fases de trabajo necesarias para llevar a cabo el ciclo productivo completo referido a dicho diseño.

Es evidente que el método de fabricación está estrechamente ligado al diseño del producto, pero además representa uno de los input fundamentales para el proyecto del sistema instrumental. El método deberá cambiar si cambia de forma significativa el diseño del producto.

Por lo tanto, se configura como punto de encuentro en el que se integran el proyecto del producto y el proyecto del proceso.

El sistema instrumental, a su vez, comprende todos los medios de producción puestos en juego para responder a las prescripciones del método y a la capacidad productiva programada.

En el caso de una fábrica de alta automatización (F.A.A., de ahora en adelante), en coherencia con las directrices de política general determinadas por este tipo de instalación, con vistas a un proyecto integrado del producto y del proceso, en general, se decide instalar el máximo de tecnología moderna disponible en el mercado.

Este hecho ofrece la oportunidad de mostrar, a nivel macro descriptivo, las características más relevantes de la moderna automatización industrial.

Cuando se habla de automatización en la fábrica es útil recordar, como ejemplo, los robots industriales, que son un ejemplo extremo de automatización, e incluso de automatización flexible.

Técnicamente un robot industrial es, simplemente, un medio de producción dotado de un brazo mecánico capaz de repetir indefinidamente, sin intervención humana, con suficiente precisión y velocidad, movimientos espaciales complejos que se le han enseñando una vez.

El brazo mecánico del robot puede llevar una gran variedad de utensilios o instrumentos, que le habilitan para desarrollar, según los casos, actividades de transformación, de movimiento, o bien actividades de ensamblaje de componentes mecánicos, y todo esto incluso en condiciones ambientales muy difíciles.

Caso de ser necesario, el robot puede ser reprogramado fácil y rápidamente, admitiendo el paso a tareas nuevas y diversas.

El robot, que es una estructura flexible polivalente, se considera, normalmente, el principal elemento de la automatización flexible.

Pero existen aplicaciones quizá menos espectaculares y conocidas, pero no por ello menos importantes, en el campo de la productividad tecnológica o bien en el campo del rendimiento de la producción. Entre estas aplicaciones están, por ejemplo, las máquinas de eliminación de viruta, o las máquinas de moldeo, las máquinas de estampación, etc.

No estará de más ofrecer un mínimo de información sobre los medios de producción señalados.

Las máquinas de eliminación de viruta están destinadas a transformar materiales en bruto, fundidos, forjados, metales pasados por la hilera o laminados, en materiales semielaborados y acabados, dándoles una forma geométrica precisa establecida en el diseño. Esto se lleva a cabo con la ayuda de un instrumental y unos utensilios específicos, para obtener, a través de la supresión de los suprametales (virutas) del material en bruto, las formas finales deseadas.

Las máquinas de moldeado, por el contrario, transforman materiales indefinidos e informes, como el acero fundido, el hierro colado fundido, los gránulos y polvos plásticos, en material en bruto formado: las líneas de colada de la fundición de hierro, las fundiciones prensadas del aluminio y las mallas de forjado pertenecen a esta categoría de medios.

Las máquinas-herramienta han sufrido una profundísima transformación en la segunda mitad de los años 70 y comienzos de los 80, que las ha llevado de una configuración técnica de tipo rígido a una de tipo flexible, a través de la integración de las estructuras mecánicas con la lógica electrónica.

Como indica su nombre, un sistema automático y flexible une a la automaticidad, que antes sólo se conseguía con instalaciones rígidas, la flexibilidad conseguida en el pasado sólo con instalaciones no automáticas.

En el taller mecánico, la automatización flexible ofrece medios capaces de efectuar autónomamente y con una alta eficacia operativa, actividades operativas que requerirían la utilización de la inteligencia si fuesen ejecutadas por el hombre.

En este sentido es correcto hablar de medios dotados de inteligencia artificial.

Estas nuevas posibilidades encuentran una total realización en las nuevas transfer flexibles.

Antes de hablar de transfer flexibles sería conveniente recordar qué es una transfer rígida. Aparece al comienzo de los años sesenta, representa el primer paso en el proceso de integración de las operaciones de un ciclo de trabajo y está relacionada con la necesidad de aumentar la capacidad horaria de los medios de producción. Se basa en el principio de subdivisión del trabajo total de una operación en segmentos de trabajo parciales, realizados en serie, de forma simultánea a otros elementos operativos. Por ejemplo, si se debe llevar a cabo una operación de torneado que implica 10 minutos de trabajo, pero es necesaria la producción de una pieza por minuto, se pueden dar dos soluciones límite: a) utilizar diez tornos en paralelo que cubran, cada uno, el ciclo completo de los diez minutos; b) utilizar una sola máquina con diez fases en serie, en la que cada una cumpla si-

multáneamente 1/10 de la operación en un tiempo diez veces inferior. Esta máquina es la transfer rígida.

Esta máquina evidentemente está proyectada para hacer un solo tipo de producto.

A diferencia de las transfer rígidas tradicionales, las nuevas transfer flexibles unen a la total automatización la capacidad de elaborar muchas piezas diferentes (naturalmente dentro de determinadas dimensiones y de ciertas características comunes del material).

Una transfer flexible es capaz, con ayuda humana, de distinguir las distintas piezas que le llegan y enviarlas a las distintas estaciones de trabajo adecuadas a cada caso; de colocarlas en las zonas de espera adecuadas para que no impidan el paso de las demás piezas mientras esperan ser elaboradas, de colocarlas con la precisión requerida en las distintas estaciones en las que se ordenan superpuestas para las diversas elaboraciones previstas; de seleccionar cada pieza según su proyecto cuando está completamente elaborada; de devolverlas al final del recorrido para las sucesivas fases de trabajo.

La transfer flexible es capaz de controlar la utilización de los distintos utensilios en las estaciones, programándolos e incluso exigiendo automáticamente su sustitución; de excluir la estación averiada, redistribuyendo el trabajo, en lo posible, entre las otras estaciones; de dirigir y optimizar los programas de producción, registrando los volúmenes productivos y controlando los niveles de calidad.

Concebida por su naturaleza como estructura abierta es modificable simplemente añadiendo o quitando, como en un juego de encajes, las estaciones de trabajo adecuadas y las uniones pertinentes.

Si se sustituyen los programas de la calculadora que dirige el sistema y los instrumentos que transportan las piezas para trabajar (operaciones que requieren muy poco tiempo) la transfer puede realizar diversos trabajos, comportándose, en relación con los conceptos tradicionales, como una máquina esencialmente distinta de la primera.

El ejemplo de la transfer flexible nos muestra el doble rostro de la flexibilidad, que se puede utilizar ante todo como versatilidad, es decir, como posibilidad de utilizar una única instalación automática para fabricar diversas piezas en cantidad variable, cuando es necesario intervenir cada día en la composición de la producción para adecuarse a rápidas variaciones análogas de la demanda y puede utilizarse como versatilidad, es decir, como posibilidad de fabricar piezas distintas de las originarias y que no estaban previstas en la fase de proyecto, cuando es necesario modificar los programas de trabajo para adecuarse a una alteración estructural de la demanda, sin producir modificaciones onerosas y que causen retraso.

De forma más general se puede decir que el ejemplo de la trans-

fer flexible aclara el papel de la automatización en el proceso productivo mecánico.

En la F.A.A. la automatización flexible aparece como la opción técnica que, por una parte, permitía mantener un nivel de saturación adecuado de las instalaciones sin tener que producir para el almacén, y además permitía contener el costo por unidad del producto manteniendo la calidad, aunque las perturbaciones del mercado obligasen a variar constantemente la composición productiva.

Pero la automatización flexible no es sólo esto.

Ofrece a la F.A.A. una posibilidad distinta y resolutive, la de romper definitivamente con la rígida conexión temporal establecida en el pasado entre el producto y la instalación.

Sin embargo, cuando los volúmenes previstos para estas instalaciones son muy elevados, es conveniente adoptar la flexibilidad, implícita en el proyecto de estas máquinas, a la óptica de los grandes volúmenes.

Esta circunstancia nos lleva a hacer algunas consideraciones sobre el último de los sistemas fundamentales, que es el sistema logístico.

El sistema logístico tiene un significado muy complejo y variado.

Aunque pertenece al sistema de producción, se refiere sobre todo a la organización del flujo de materiales en cada uno de los procesos.

En el caso de los grandes volúmenes la «filosofía» que se debe seguir en el proyecto del sistema de interconexiones de las máquinas, es la de la cadencia rígida secuencial y nivelada (tubo rígido).

En otras palabras, para los grandes volúmenes no resulta económica la flexibilidad total antes descrita, y, por el contrario, es más conveniente volver al concepto de flujo propio de la transfer rígida, manteniendo, sin embargo, la flexibilidad sólo en aquellos parámetros relativos a elementos del mix de variantes que constituyen el volumen total. Por ello se mantienen fijos los vínculos de la geometría, mientras que las ventajas de la flexibilidad se manifiestan en la posibilidad de simplificar: por ejemplo, mediante la exclusión de la unidad operativa y la posibilidad de asegurar con continuidad la regulación y la modificación de todos los parámetros del proceso.

Las máquinas flexibles para cubrir los objetivos de gran volumen deben estar dotadas de un ritmo productivo muy alto y organizadas en línea de elaboración de secuencia rígida, interrumpida solamente en los depósitos interoperacionales de poca entidad, para permitir el cambio de utensilios. Estas líneas, en las que se encuentran las flexibles, se acoplan a los montajes mediante depósitos automáticos que sirven para nivelar la producción en los cambios de elaboración.

El montaje está constituido por áreas robotizadas y áreas normales, con organización de flujos «serie-paralelo».

El concepto serie-paralelo en la organización de los flujos de montaje es idéntico al que se explicaba en la transformación del maquinismo especializado en transfertización. Es decir, dado el tiempo total de montaje, el trabajo se puede organizar en unidades idénticas e intercambiables.

Es decir, unidades que exigen, cada una, toda la transformación: es el sistema llamado «en paralelo» que genera  $n$  piezas en cada unidad de tiempo.

Por el contrario la organización en «serie» prevé la división del trabajo en  $n$  unidades, cada una de las cuales cumplirá  $1/n$  del trabajo total, diversificándose el trabajo en cada una de las unidades.

Naturalmente en la empresa *technology-based* el esfuerzo innovador no se debe dirigir exclusivamente a la *hard-technology*.

En los centros mecanográficos, cuando se anunciaba en el mercado la cuarta generación de elaboradores electrónicos, alabando las nuevas maravillas del *hardware*, circulaba esta broma «esperamos» —se decía— «que la quinta generación sea la tercera pero con el *software* funcionando».

En una F.A.A. no puede faltar un sistema informático y de procesos a la altura de las circunstancias.

Y eso que ahora, incluso en este campo, se opta por el máximo de modernización disponible mediante el *monitoraje generalizado* de todo el proceso.

El *software* generalmente controla:

- El comportamiento dirigido de los medios de producción.
- La diagnosis dinámica de mantenimiento.
- El control de las señales débiles de calidad.
- El control de los parámetros de los procesos.
- La utilización de factores (tiempo, ciclo, flexibilidad).
- La marcha de la producción.
- La marcha del producto.

Superponiendo el *software* y los medios de producción descritos al *lay-out* (disposición física total del parque de instalaciones, en relación con las operaciones y la necesidad de relaciones en él), se obtiene el sistema de producción completo de la F.A.A. tal y como se ha descrito en el ideograma que ilustra el sistema de producción (Fig. 1).



## EL TRABAJO

**Premisa**

La selección de tecnología que se lleva a cabo al instalar una F.A.A. implica una carga de innovación tan profunda e importante que exige reflexiones adecuadas en materia de organización del trabajo.

Sin embargo, cualquier cambio que se plantee en esta materia implica unas relaciones que van más allá de los límites técnico-científicos ligados al proyecto industrial, pues también son importantes el factor humano, y las normas, costumbres y contratos que regulan las relaciones entre la empresa y el trabajador.

Hace quince años, todos lo recordamos, los sindicatos pedían en Italia «una nueva forma de trabajar» al abrigo de un dogma inde demostrable, pero legitimado por muchos intelectuales, según el cual lo importante era la voluntad (fuese política o empresarial) y la tecnología se adaptaría a ella con la misma facilidad con que se modela la arcilla.

Hoy todos sabemos que no es así, que no hay muchas formas de hacer productos económicos y que la tecnología admite —es verdad— una cierta posibilidad de elección, pero que la gama de posibles opciones es, en definitiva, bastante restringida.

En otras palabras, en el trascurso de los años 70 los slogans recurrentes en materia de organización del trabajo, definían esta realidad como una *variable independiente*, es decir, el rol del trabajo y las responsabilidades relacionadas con él se definen en base a la asunción de la oportunidad política, independientemente del contexto en el que se lleven a cabo.

En realidad esta forma de afrontar los problemas llevaba a situaciones en las que la organización del trabajo establecida carecía de una relación coherente con las necesidades reales y con la oportunidad de la oferta, provocando la caída de la productividad que todos conocemos.

Al mismo tiempo, hacia finales de los 70 y comienzos de los 80, apareció una nueva realidad tecnológica con una problemática nueva y compleja.

En ella se contemplan:

- «Nuevas formas de plantear la productividad.»
- «Una relación diferente entre la estructura tecnológica y la estructura organizativa.»
- «Nuevas oportunidades y relaciones en el juego de la competencia.»

Y es precisamente en esta problemática en la que es necesario avanzar para descubrir las motivaciones de fondo que llevan al proyecto y desarrollo de nuevas organizaciones del trabajo coherentes con la nueva realidad tecnológica.

Por tanto, vamos a examinar los siguientes puntos:

1. El nuevo concepto de productividad en los años 80.
2. El panorama tecnológico-organizativo de la industria a comienzos de los 80.
3. Las oportunidades y los vínculos en la F.A.A.
4. Los criterios de proyecto de la nueva organización del trabajo.
5. Las características de la nueva profesionalidad.

**El nuevo concepto de productividad**

El problema de la productividad tiene una importancia crucial a partir de los primeros años de la década de los 80 en relación con la nueva estrategia de la Administración; se consideran la automatización, la alta tecnología y la flexibilidad claves fundamentales para el éxito en la competencia.

Aunque este fenómeno se hacía evidente de forma especialmente clara en algunos contextos, en los que la conflictividad sindical era más aguda, también es cierto que la difusión de la alta tecnología en los sistemas productivos de masas adquiría una importancia cada vez mayor en áreas más extensas del mundo.

La conciencia de que los mismos conceptos de productividad deberían sufrir grandes cambios se afirmaba cada vez más en los grandes fabricantes, japoneses y americanos.

Nos parece interesante recordar la definición del nuevo concepto de productividad procedente del Japón: «La productividad es una actitud mental en la que se considera que hoy se puede hacer mejor que ayer y mañana mejor que hoy».

Debemos tener muy claro que esta definición está muy lejos de la que es habitual, que, en el fondo, considera como productividad la cantidad de mercancías o facturaciones per cápita.

El nuevo concepto de productividad se adapta bien a los sistemas dotados de una alta tasa de inteligencia artificial porque, efectivamente, es una definición de la productividad de la misma inteligencia.

En realidad esto es mucho menos abstracto de lo que pueda parecer si analizamos, por ejemplo, un sistema productivo altamente

informatizado y, por tanto, dotado de un alto grado de inteligencia artificial.

Si este sistema se utiliza según el nuevo concepto de productividad, será capaz de conseguir, a través de un continuo proceso de mejoras mediante la utilización de la inteligencia artificial, resultados superiores a los objetivos señalados en el proyecto.

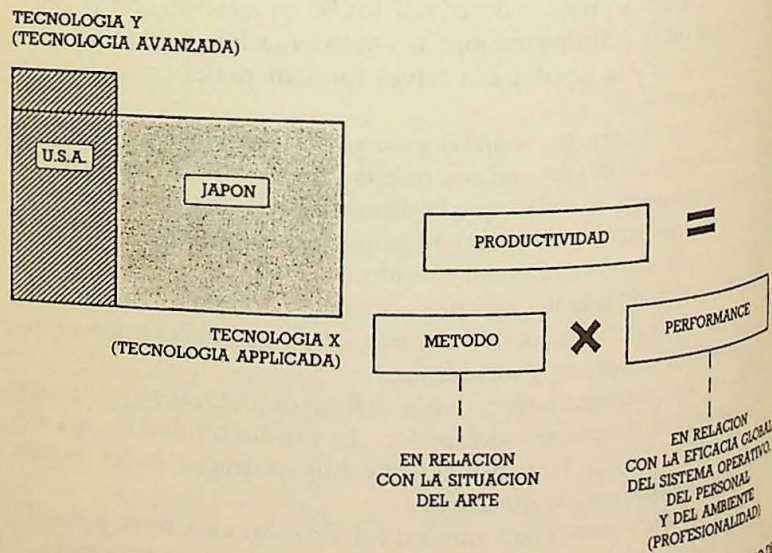
La productividad, desde este punto de vista, es el resultado de dos factores fundamentales, que son:

- El método.
- La performance.

Este modelo de productividad lo han tratado en profundidad sobre todo los directores de fábricas americanos y japoneses.

Los criterios para tratar la argumentación hacen referencia al modelo de enfoques de la tecnología x - y (ver Fig. 2).

En la tecnología y se considera el conjunto de métodos e instrumentos puestos en juego por la dirección del proyecto tecnológico para llevar a cabo las distintas fases de los ciclos de producción, como muestra la figura 2.



LA PRODUCTIVIDAD ES EL RESULTADO DE ESTOS DOS PARAMETROS. POR EJEMPLO, LA CAPACIDAD DE LAS OPERACIONES DE SOLDADURA AUMENTA ENORMEMENTE CON LA UTILIZACION DE ROBOTS. LA SALIDA EFECTIVA DE PRODUCCION VARIA, SIN EMBARGO, EN UN AREA MUY AMPLIA DE INSTALACION A INSTALACION, DE ADMINISTRACION A ADMINISTRACION, DE PAIS A PAIS, AUN UTILIZANDO LOS MISMOS TIPOS DE ROBOTS. LA DIFERENCIA EN EL REGIMEN DE PERFORMANCE SE DEBE ATRIBUIR AL ESPACIO, LA CONTRIBUCION Y LA INICIATIVA DE LOS TRABAJADORES EN LINEA.

FIGURA 2.

Por tanto, en el ámbito de la tecnología y se encontrará todo el hardware de los procesos y el software necesario para el funcionamiento o, en otras palabras, el sistema técnico.

La tecnología x, o tecnología aplicada (operativa), no encuentra concreción material en objetos físicos, sino en el conjunto de los conocimientos de la tecnoestructura aplicado a la optimización de los resultados suministrados por la tecnología.

La productividad es el resultado combinado que surge del método (tecnología y) y la performance (tecnología x) o bien de la modalidad con la que se identifica la propia tecnología.

Las tesis que se desarrollan, en este enfrentamiento por la productividad, entre el sistema americano y el japonés, mantienen que el modelo americano está mucho más desarrollado, en cuanto que tiene aplicaciones de instrumentos de trabajo innovadoras (tecnología y), mientras que el modelo japonés se orienta más hacia el desarrollo de técnicas y de organización (tecnología x).

Sin embargo, la comparación de la productividad total de los dos sistemas muestra una sensible ventaja a favor del japonés.

Esto invita a reflexionar sobre la importancia de los contenidos efectivos de la tecnología operativa, en cuanto que se pueden identificar con la capacidad de conducción de los medios de producción.

Se trata, por tanto, de determinar cuáles son la capacidad, disciplina, actitudes, responsabilidad y contenidos profesionales que debe tener la tecnoestructura de taller a partir del trabajo del operario, para mejorar la performance global del sistema técnico.

Esto es tanto más importante cuanto mayor y más compleja sea la tecnología de producción y mayores las cantidades de capital invertido.

Ya que el mensaje de la tecnología operativa, interpretada como «capacidad y conocimientos del trabajador orientados a la mejora de la productividad», proviene de la cultura japonesa, es necesario comprobar si es un modelo conceptual típico de esta cultura o si se trata de un modelo conceptual referido al contexto tecnológico.

### El panorama tecnológico-organizativo de la industria italiana a comienzos de los años 80

Partiendo de la idea de intentar conseguir la máxima productividad del conjunto del sistema (hombres y máquinas), era necesario verificar sobre el campo las oportunidades que surgían en materia de or-

ganización del trabajo, en relación con las necesidades exigidas por la nueva tecnología.

En 1983, como se recordará, la Fundación Agnelli propició una investigación para verificar las orientaciones en la organización del trabajo en algunas de las grandes industrias italianas, para confrontarlas con la cultura del trabajo japonesa.

La primera constatación que surgió de la comparación fue la siguiente: cuanto más se avanza en el camino de la automatización y más sofisticados tecnológicamente son los procesos de producción, más clara resulta la imposibilidad de prescindir de los hombres.

Esto implica, por una parte, un esfuerzo sin precedentes en la formación de los trabajadores en la lógica de las nuevas tecnologías y su adiestramiento en las nuevas tareas.

Por otro lado significa que la performance en conjunto de los sistemas productivos de elevada tecnología de proceso y de producto siempre estará condicionado por la actitud de los hombres, por su capacidad para controlar las máquinas, por la actitud, en un sentido cultural amplio, de la colectividad en relación con los valores de la empresa.

Entonces estas afirmaciones eran un estímulo intelectual, hoy día es posible distribuirlas, sobre la base de verificaciones concretas, en una realidad mucho más amplia del panorama industrial italiano.

En la investigación de 1983 se vislumbró, en grandes líneas, el cambio en la estrategia administrativa que ya se había manifestado en torno a 1980-1982 en algunas industrias italianas significativas —Fiat, Olivetti, Alfa Romeo, Telettra, Italsider, Sace, Siai Marchetti, Montedipe, Pirelli— y la tendencia claramente afín que caracterizaba la evolución de la organización del trabajo en empresas que estaban introduciendo grandes dosis de innovación en sus procesos productivos.

Se trataba, entonces, de racionalizar, en un modelo conceptual, las consecuencias fundamentales y comunes de estas estrategias en el mundo del trabajo.

En concreto, proyectando este modelo conceptual hacia el futuro, se dedujo que se avecinaba una profunda transformación de los roles obreros, de los contenidos profesionales exigidos, y, por ello, en última instancia, de la forma de trabajo.

Puede parecer paradójico, pero la nueva forma de trabajar, que en los años calientes de la contestación fue un slogan sindical y un objetivo ideológico intraducible a realizaciones concretas, resultaba en la proyectiva del momento, en virtud de la innovación tecnológica de los procesos, no sólo posible sino, incluso, conveniente para la administración más avanzada, en términos de mayor productivi-

dad y de mejor calidad del trabajo, desde el enfoque de la tecnología operativa.

En resumen, en la investigación de 1983 aparecía un cambio sustancial en el trabajo de los operarios de taller, constituido por una extensión cada vez mayor de tareas «de alto espacio informal», es decir, tareas cuya ejecución implicaba espacios de discrecionalidad del trabajador, mientras que disminuía la actividad rígida predeterminada, prefijada hasta el detalle de la modalidad de ejecución.

La dinámica de cambio de rol laboral del obrero, en base a todo cuanto emerge de las características del sistema instrumental que se va diferenciando cada vez más con la automatización, se encuentra muy influida por el contexto técnico, en cuanto que el significado y la valencia de la tecnología operativa no están ligados sólo a valores culturales sino, principalmente, a características de la tecnología.

Normalmente el trabajo de operarios se subdivide en dos grandes familias:

- Trabajo ejecutivo de transformación.
- Trabajo de asistencia y servicio a la producción.

En esta última familia (el trabajo de asistencia y servicio a la producción) se dan subdivisiones posteriores en funciones homogéneas de actividad, en la organización tradicional del trabajo; resumiendo nos encontramos con:

- La utillería, que prevé intervenciones de puesta a punto, registro, reparación y sustitución de los aparatos en las instalaciones.
- El control de calidad, que debe verificar la congruencia entre las prescripciones del proyecto del producto y el producto concreto acabado que sale de la fábrica; en otros términos, el control de calidad debe verificar si el producto acabado cumple las características de funcionamiento previstas en el proyecto, dentro de los márgenes de tolerancia y dimensiones establecidas por el proyectista.
- El mantenimiento tiene la responsabilidad de asegurar la continuidad y el buen funcionamiento de las instalaciones.
- La logística debe prever el aprovisionamiento, en todos los sectores de producción, de materiales en bruto o semielaborados.

Las transformaciones del sistema técnico, actual y futuro, indican un cambio en la lógica tradicional del proyecto de las instalaciones, que lleva necesariamente a cambios de responsabilidad profesional en el área de los operarios de mantenimiento y en el área de empleados técnicos de producción.

En una primera fase, como consecuencia de la transformación de

las instalaciones y con el paso de la tecnología electromecánica a la tecnología electrónica, surge el oficio de «mecatrónico»: se trata, en concreto, de un mantenedor que cumple, siempre y sólo, una función (concretamente la de mantenimiento) pero que interviene en la parte mecánica o electrónica de las instalaciones (en este sentido tiene una *responsabilidad polivalente*).

Por lo tanto, del mecatrónico *no se puede dar la definición de trabajador polifuncional*, por que «hace sólo mantenimiento», sino más bien la de *trabajador con una responsabilidad monofuncional polivalente*.

En lo que respecta a la primera familia del trabajo de operarios, es decir, la de los que se dedican a la manipulación y transformación del producto, vamos a subrayar, una vez más, que la automatización no reduce su número: la absorción, por parte de las máquinas, de actividades tradicionalmente «manuales» reduce la cantidad de ejecutores «directos».

Obviamente esta reducción puede ser mayor o menor, según las distintas tipologías o el «quantum» de automatización introducido.

Pero más allá de estas variantes, la consecuencia constante y común en la introducción de la automatización es una variación en términos porcentuales de la composición del trabajo por funciones.

Ello conduce a una organización del trabajo que:

- Está viviendo aún un reparto funcional de tareas (ejecutores directos, mantenedores, instrumentistas, transportadores).
- Registra, a la vez, una clara disminución del número total de los obreros dedicados al trabajo de transformación y una caída, más drástica todavía, como peso porcentual en el total de los empleados (como resultado sustitutivo de la automatización).
- Finalmente, ve ampliarse el peso porcentual de los trabajadores de mantenimiento (aunque no el número total), entre los cuales surge la figura fundamental del mecatrónico.

El dato esencial a subrayar es que en el caso del mantenedor mecatrónico *no nos encontramos ante un «oficio» que implique un cambio en los esquemas de pensamiento respecto al mantenedor tradicional*: para resolver los problemas de su competencia el mecatrónico opera — cierto — con un bagaje de conocimientos más amplio (sobre dos tipos de disciplinas —mecánica y electrónica— y no sobre uno sólo) pero sigue, sustancialmente, la misma modalidad operativa del mantenedor no mecatrónico.

La situación que se crea, al entrar en el campo de la «máxima innovación tecnológica» del proceso, es muy distinto: aquí nos referimos a los casos en que, además de la automatización (en mayor o menor grado) se introduce también el llamado monitoraje.

Casos, por lo tanto, en los que el trabajador *no se limita a servir* en instalaciones automatizadas, *sino que se sirve él mismo* del monitor que dirige o, en un lenguaje más técnico, «conduce» la producción.

## La oportunidad y los vínculos en la F.A.A.

Como se recordará, la instalación industrial de una F.A.A. se concibe como el máximo de innovación en el campo de la tecnología de elaboración y montaje o el de la tecnología informática.

Este tipo de relaciones reúne, por tanto, en sus propias características, pero llevadas al máximo de innovación posible, todas las características específicas de la automatización encontradas en el panorama industrial analizado en la investigación citada con anterioridad.

En otras palabras, *como hecho nuevo* y exclusivo, una extensión generalizada del monitoraje en todas las variables fundamentales propias del proceso productivo y de las funciones auxiliares.

Se trata de una instalación caracterizada por:

- Un elevado ritmo productivo.
- Un alto nivel de automatización.
- Una alta complejidad de funciones de regulación y control.
- Un alto nivel de informatización de las variables tecnológicas.
- Un aumento significativo de integración de los procesos.
- Una alta inversión de capital fijo.

En la F.A.A. se comprueba la oportunidad de introducir nuevos modelos organizativos, más adecuados para la mejor utilización de la tecnología compleja.

Pero ¿cuáles son los mecanismos sobre los que inciden los cambios que conducen a una nueva organización del trabajo?

Además de todos los fenómenos anteriormente citados, *el monitoraje difuso crea nuevas posibilidades y opciones*.

Como consecuencia del «monitoraje», en realidad, se lleva a cabo un cambio radical en la forma de distribución de las prestaciones laborales y del suministro de la actividad de servicio técnico.

En realidad, un sistema automatizado y monitorizado ofrece al trabajador la posibilidad de utilizar técnicas de estandarización (incorporadas al software de la instalación en forma de procedimientos automáticos), que es la tarea del que está dedicado a activar y controlar, que parece todavía una actividad típicamente «discrecional» e «informal», como en el ejemplo de la actividad de utillería.

¿Cuál es entonces la consecuencia principal?

Se da el hecho de que procedimientos que se refieren a distintas funciones, como la utillería, el control de calidad, el mantenimiento, el control de las desviaciones de las máquinas, puede gestionarlas un sólo trabajador, *que asume entonces un carácter de polifuncionalidad*.

Y es, precisamente, el empleo unitario de los diversos procedimientos por una sola persona, el elemento que permite conseguir los máximos efectos sinérgicos.

En términos de cambio de rol del operario todo esto significa que el trabajador único, con el auxilio de los susodichos procedimientos, asume una responsabilidad discrecional, *porque antes de movilizarse para una intervención correcta de una desviación que se ha producido, el trabajador puede realizar una intervención preventiva*.

Y no sólo eso: el trabajador puede realizar actividades heterogéneas, pertenecientes tradicionalmente a funciones operativas diversas (aprobación, mantenimiento, transformación) y asume, por tanto, un papel interfuncional más que monofuncional, a diferencia de lo que ocurría en la organización del trabajo taylorista e incluso en las posteriores, que respondían a procesos productivos automatizados, pero no monitorizados.

Por tanto, el paso del enfoque de la intervención *a posteriori* al enfoque de la prevención, hace posible la interpretación de *las señales débiles* suministradas por el monitoraje, que constituyen el punto central de la mejora de la performance, imposible en algunas organizaciones del trabajo tradicionales.

El trabajador al que se exige la responsabilidad de ejecutar de forma global estas operaciones, desarrolla una actividad de «conducción», por lo tanto, el oficio que surge de ella se puede denominar de esta misma forma, la figura profesional que lo desarrolla «conductor de medios de producción».

Refiriéndonos al hecho de que la figura del conductor se caracteriza por:

- una actividad polifuncional,
- estar centrada en la prevención,
- la difusión de los conocimientos técnicos de procedimiento,

es lógico preguntarse por qué no se puede utilizar una organización del trabajo anticuada, con funciones subdivididas con una adecuada potenciación de los órganos de mantenimiento. Está claro que este tipo de soluciones no pueden descartarse conceptualmente, sin embargo, ello requeriría desarrollar, en las técnicas de mantenimiento, los componentes profesionales específicos del conductor, en especial la nueva forma de pensar en los problemas y en su solución, desde

el punto de vista de la prevención más que desde el de la intervención *a posteriori* (que es, en cambio, la tarea típica del mantenedor).

Conseguiríamos así «desperdiciar» un componente técnico-científico (típico del mantenedor) que no sirve de forma cuantitativa en una actividad de conducción, al no poder desarrollar de forma óptima los prerequisites específicos de la tarea de conducción, esto hace que «la organización del trabajo por conductores» deba considerarse más eficaz y eficiente en relación con las características técnico-informáticas de los procesos en examen.

Quizá el aspecto más significativo de la nueva forma de trabajo, especialmente desde el punto de vista de las implicaciones formativas, es el *cambio de modelo de pensamiento* que se requiere en estos trabajos profesionales.

Esto implica un cambio profundo en relación con los esquemas lógicos de los trabajadores profesionales actuales, de especialización monofuncional.

El trabajador de hoy, incluso en sus figuras más avanzadas como es el caso del mecatrónico, desarrolla su trabajo confrontando los datos y las situaciones de hecho, que sucesivamente contrasta con las condiciones predefinidas.

Si se trata de un trabajador dedicado al control de calidad, las condiciones predefinidas estarán determinadas antes en el proyecto del producto, si se trata de un mantenedor serán las condiciones de funcionamiento de los esquemas de instalación, y así sucesivamente.

Esto implica un esquema lógico del tipo: capacidad de simular mentalmente el comportamiento de los fenómenos reales a través del conocimiento teórico (nociones) y la práctica (experiencia), capacidad de enfrentarse con las cosas «in situ» e intervenir sobre ellas en concreto (análisis/intervención).

El cambio de modelo de pensamiento en la nueva organización del trabajo determina que los objetivos predefinidos de performance del sistema, en la lógica de la tecnología *x*, ya no deban considerarse de nivel rígido, porque sólo son fruto de la valoración de las performances teóricas globales obtenibles.

La actividad del trabajador dedicado a la conducción de sistemas es más abstracta, al no existir ya la necesidad de un enfrentamiento directo con los hechos reales, porque estos son percibidos y controlados a través de procedimientos programados.

Lo que necesita un conductor de medios de producción es observar los hechos no de forma directa sino a través de un enfoque agregado, filtrado a través del sistema de monitoraje; un enfoque en el que adquiere una mayor importancia la capacidad de interpretación del lenguaje simbólico más evolucionado.

El modelo conceptual descrito es importante para entender el es-pítitu mediante el cual se definen las nuevas formas de organización del trabajo.

### Los criterios de proyecto de la nueva organización del trabajo

El papel efectivo que surge de un enfoque muy innovador, en la asignación de las tareas ejecutivas a los operarios, puede asumir diversas configuraciones en relación con su grado de responsabilidad, aún siendo bastante unívoca la dirección óptima hacia la que dirigirse.

La definición de la nueva dedicación incide en los siguientes puntos cardinales:

- Cambio de la modalidad de trabajo en el área monitorizada, más que automatizada.
- Cambio de la forma de pensar del trabajador en la vigilancia del sistema.
- Atención especial al punto de vista de la prevención, dentro de la filosofía de la tecnología x.

Enlazando estos arquetipos de cambio organizativo con los cambios concretos producidos por la tecnología en las diversas funciones de la producción, se individualizan claramente todas las posibilidades de combinación de tareas.

Las figuras 3 y 4 indican la *profundidad de las implicaciones* organizativas determinadas por las diversas funciones del trabajo del operario según el grado de innovación en los distintos subsistemas tecnológicos.

En concreto en la figura 4 se muestra, además de la profundidad de los cambios, la naturaleza de estos cambios que, es bueno recordarlo una vez más, se traduce en una forma distinta de distribución de una parte importante de las prestaciones de servicios.

Refiriéndonos a la figura 4 fase IV, recordemos que la configuración de posibles actuaciones se presenta en las dos alternativas siguientes:

- a) Mantener rígidamente el repertorio funcional del trabajo, asignando a cada función (mantenimiento, utillería, etc.) bien la parte residual de prestaciones típicamente tradicionales o bien la cuota de las prestaciones informatizadas.

Esta elección reproduce una organización de tipo tradicional.

- b) Asignar a las funciones de servicio sólo las prestaciones de trabajo no informatizadas y pertenecientes a la propia área funcional.

Asignar, por el contrario, a la fabricación, más allá de la actividad residual de transformación, *todas las prestaciones de servicio informatizadas y de procedimiento, produciendo, de esa forma, la organización del trabajo de conducción antes descrita.*

En la hipótesis b) adquiere una notable importancia la idea de la prevención, porque se obtiene el efecto sinérgico de intervención sobre más funciones; es una aproximación significativa al modelo de tecnología x.

En la práctica es necesario definir de forma concreta las tareas que están dentro del ámbito de la solución innovadora, estableciendo la línea de separación entre las dos tipologías de actividad de servicio: informatizada y tradicional.

Comparando la nueva tecnología con las clasificaciones en uso de la mano de obra, se confirma que:

- Algunas actividades de *ejecución*, asignadas hasta hace poco al operario, se incorporan al medio productivo, que absorbe progresivamente la actividad de transformación del proceso productivo (paso de una actividad «manufacturera» a una actividad «de proceso»).

#### *Impacto sobre la mano de obra de transformación*

- Muchas actividades de *aprobación* en línea se desarrollan a través de automatismos incorporados al medio productivo, con descubrimiento y rechazo de la producción no conforme.

#### *Impacto sobre la mano de obra de control*

- Ciertas actividades de *diagnosis* del taraje del medio productivo y del utillaje se asignan a sistemas automáticos de descubrimiento de los puntos de alejamiento y de su naturaleza.

#### *Impacto sobre la mano de obra de mantenimiento*

- La incorporación al medio productivo de automatismos de transporte reduce drásticamente las operaciones de carga y descarga del operario directo, mientras que el aumento de los medios de transporte automático de centro de trabajo a centro de trabajo reduce la necesidad de mano de obra dedicada a la movilización.

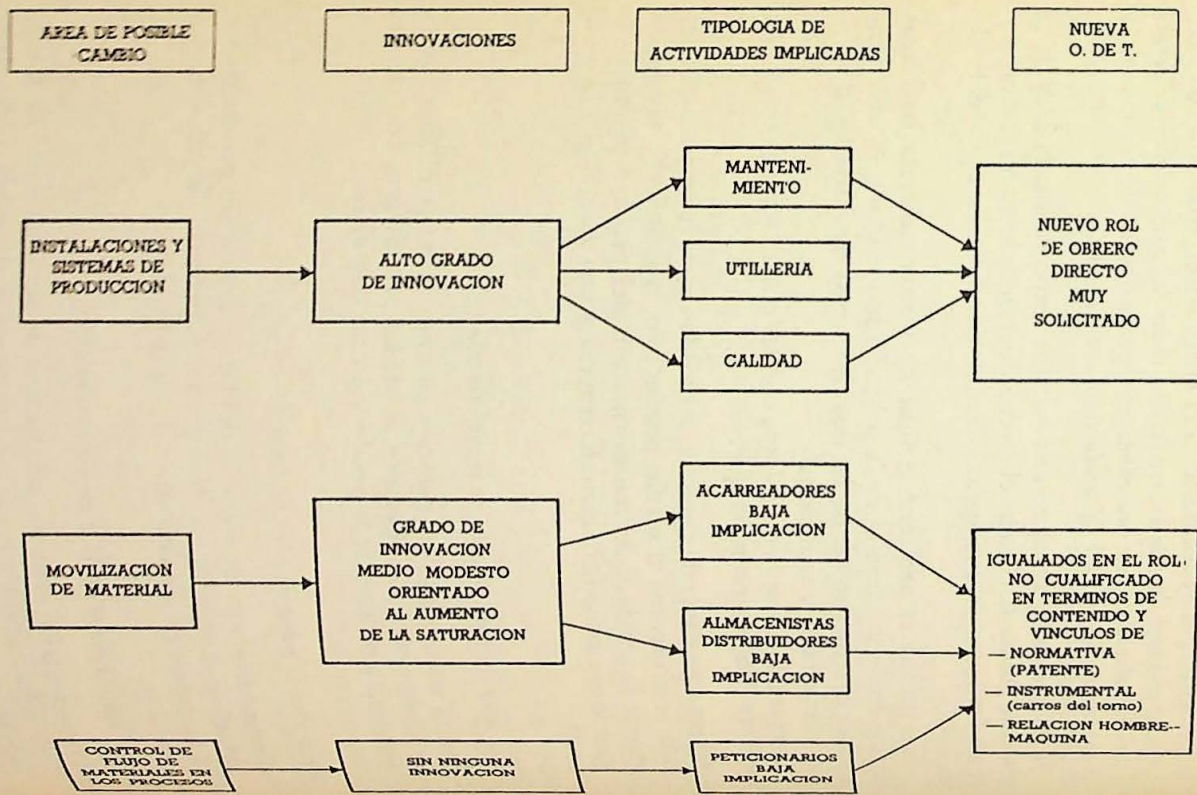


FIGURA 3

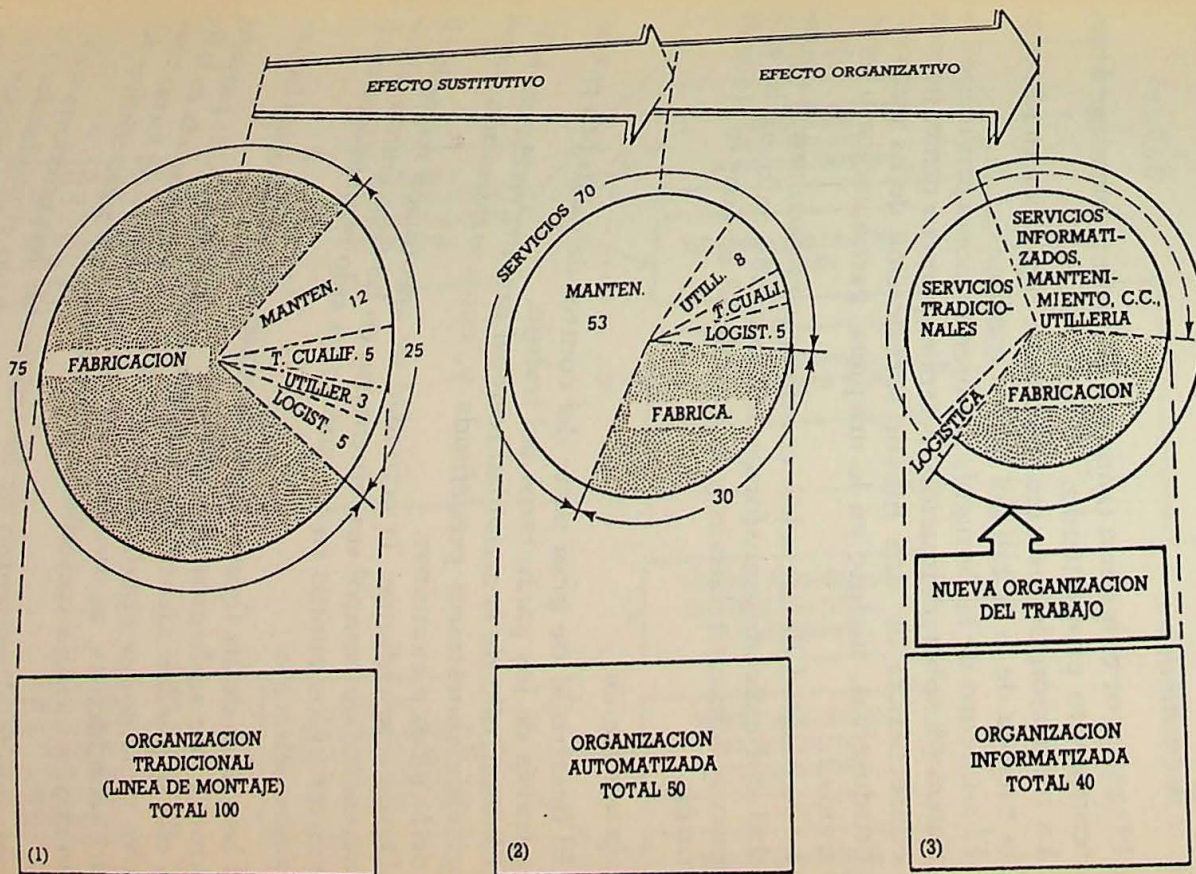


FIGURA 4

## Impacto sobre la mano de obra de transporte

En las funciones de servicio para la transformación es evidente, en concreto:

## — En el mantenimiento

- Una mayor exigencia (aunque con distinta intensidad) del mantenimiento programado.
- La reducción del mantenimiento de reparación en relación con la mejora de la fiabilidad de los medios.
- El aumento de la demanda de intervenciones para recuperar varianza (desobstaculización, retaraje, puesta a punto, etc.) como consecuencia de una mayor sofisticación de las prestaciones productivas, incluso en la máquina, para aumentar la productividad.
- La necesidad de atención continua para garantizar la regularidad del ciclo de transformación derivado de la entidad de las intervenciones relativas y la casualidad de éstas en el arco del turno.

## — En la aprobación

- El desarrollo de gran parte del control de calidad en proceso, a través de los parámetros del trabajo.
- El desarrollo de la actividad residual prevista en el ciclo, en lógica de muestrario predefinida y, consecuentemente, surgida de la pieza a examinar.
- Desde este enfoque, la actividad de aprobación responde a la necesidad de control suplementario en las fases críticas del proceso o en los puntos en los que no ha sido posible/oportuno la automatización.

En las tablas de las figuras 5 y 6 se presentan en esquema las consideraciones que acabamos de exponer.

En ella se pueden identificar claramente los criterios de proyecto operativo de la nueva organización del trabajo representada en la figura del «conductor», analizando con mayor detalle, de forma congruente con el modelo conceptual precedente, las características del rol.

Comparando el contenido de los oficios de los anteriores trabajadores profesionales, de los que son un ejemplo el modelador y el mantenedor, con los del nuevo oficio de conductor, en relación con el lenguaje preferencial que emplean para expresarse, podemos decir que:

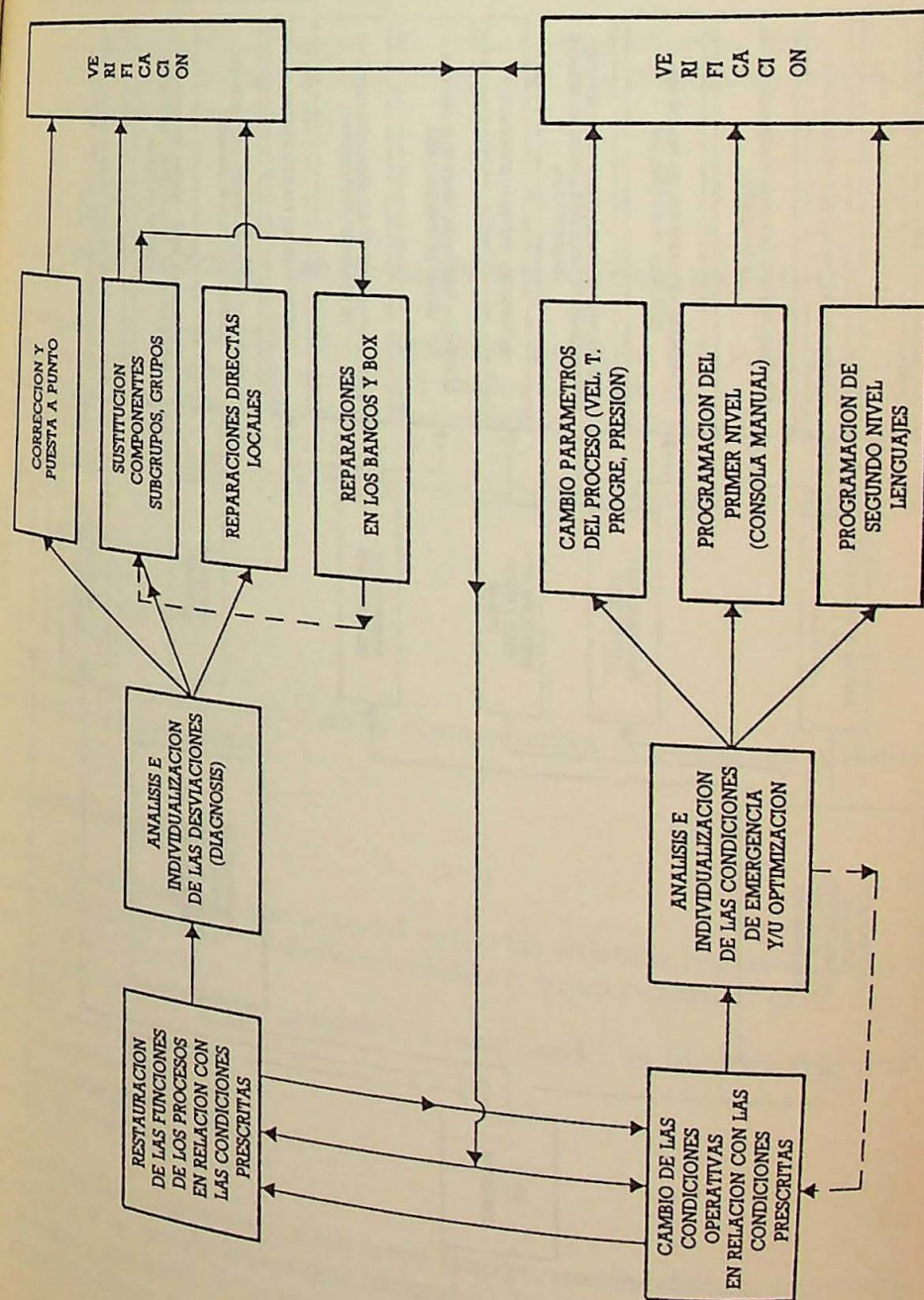


FIGURA 5



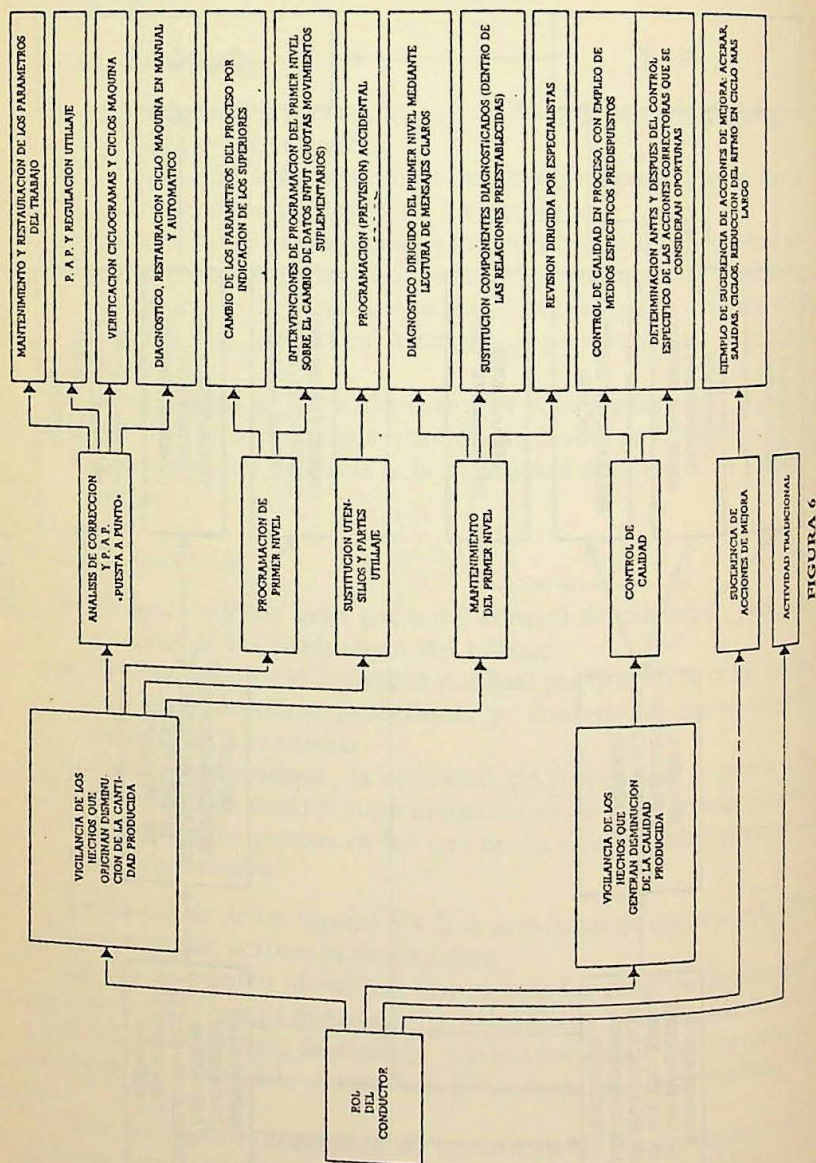


FIGURA 6

Otoño de 1987

- El modelador utiliza el lenguaje del arte.
- El conductor utiliza el lenguaje de la lógica.
- El mantenedor utiliza el lenguaje de la ciencia.

Esto quizá explique mejor, de forma simplificada, más allá del complejo análisis sobre forma y contenido, las características típicas del nuevo oficio emergente.

### Las características de la nueva profesionalidad

El análisis en detalle del rol profesional, referido a la realidad específica operativa, pone en evidencia cuáles son los componentes profesionales más significativos de los vínculos/oportunidades compatibles con la figura del «conductor».

Las características de la profesionalidad, en general, podrán referirse a:

1. Habilidad manual.
2. Atención.
3. Interpretación.
4. Decisión.

Veremos como estos cuatro componentes contribuyen a definir la figura del conductor.

#### Habilidad manual

El grado de complejidad manual sigue las mismas reglas de valoración habituales en las profesiones clásicas, y, en cualquier caso, siempre es poco elevado.

La complejidad interpretativa, continuando, es identificable a través de:

- La atención.
- La interpretación.
- La decisión.

Referida a conjuntos abstractos (siglas, nomenclatura, esquemas, y, más en general, lenguajes formales) los nuevos componentes de la profesionalidad de estos trabajadores deben buscarse en la nueva y distinta dimensión que asumen estas características en la interac-

ción entre el hombre y los sistemas informáticos, respecto a las características propias de la profesionalidad tradicional.

La valoración de los componentes profesionales, en conjunto, referida al plano interpretativo, hace necesaria la formulación de criterios de juicio comparado sobre cada uno de los indicadores anteriormente citados.

#### Atención

Es la capacidad de autoobservar las propias acciones, verificando su coherencia:

- Respecto a reglas formales (si se afronta un sistema formal) (debo estar conforme).
- Respecto al criterio de utilidad en situaciones fortuitas (quiero aprovechar la oportunidad).

Será útil hacer algunas reflexiones sobre *sistemas formales*, para comprender mejor la naturaleza de la atención.

#### Sistemas formales

- Los procedimientos están completamente definidos por reglas fijas.
- Cada paso del proceso se denomina serie, y equivale a una sucesión codificada de números y letras (ejemplo, cabeza 22 averiada).
- El proceso es lineal si se trata de una sucesión directa de series.
- El proceso es ramificado si en cada serie, o grupo de series, existen posibilidades de salida alternativas.

La complejidad del procedimiento depende:

- De la extensión y el número de series.
- Del número de ramificaciones de posibles actuaciones en cada paso.
- De posibles interacciones con fases no normalizadas.

A igual contenido y extensión total, el procedimiento lineal parece más sencillo que el ramificado. Posteriormente se introduce una mayor complejidad al intercalar fases manuales.

Finalmente, la actividad total requerirá tanta más atención cuanto más elevado sea el número de procesos complejos.

El proceso lineal se representa en la figura 7a: es una sucesión de flechas sin salidas laterales.

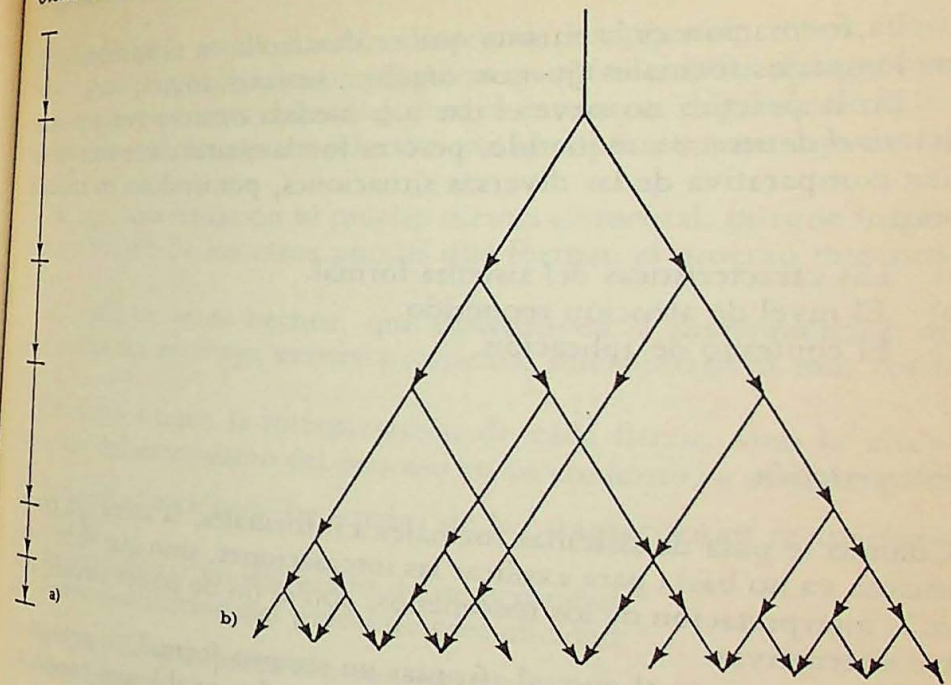


FIGURA 7

El proceso ramificado se presenta en la figura 7b: en él cada serie tiene, al menos, dos salidas.

El mecanismo de la atención se activa cuando el proceso no se puede incluir dentro de los límites de una ejecución puramente mecánica, aprendida y fijada en la memoria.

Es evidente en la figura que la estructura lineal es sencilla, incluso con un número alto de series (20 ó 30) correspondientes a la capacidad de acumulación de un ciclo mecánico en la memoria. Mientras que en la estructura ramificada son suficientes 5 ó 6 series para hacer imposible la adquisición mecánica.

En otros términos, el grado de atención exigido al trabajador está vinculado a la rigidez mecánica del proceso, a la amplitud total y al entramado del mensaje, que actúan como factores multiplicadores de la posibilidad de error.

La probabilidad de solución corriente de los problemas operativos está relacionada, por tanto, estrictamente con la capacidad de seguir una atención mantenida y constante en el empleo de lenguajes formales.

La atención mantenida se configura como un verdadero componente profesional, no tanto, y no sólo, porque consume menos recursos del individuo, sino porque requiere una formación específica para esta finalidad.

La formación es la misma que se desarrolla en el aprendizaje de los lenguajes formales (juegos, álgebra, sintaxis, lógica, etc.).

En la práctica no sirve el dar una medida cuantitativa y puntual del *nivel de atención* requerido, pero es fundamental darle una *valoración* comparativa de las diversas situaciones, poniéndolo en relación con:

- Las características del sistema formal.
- El nivel de atención requerido.
- El contexto de aplicación.

### Interpretación

Cuando se pasa de sistemas formales a informales, la atención por sí misma ya no basta para explicar las interacciones, sino que se requiere la interpretación de los fenómenos, con el fin de poder decidir entre alternativas.

En un caso en el que, al afrontar un sistema formal, se presentan fases no formalizadas, es imposible resolver los problemas mediante una acción mecánica, incluso por la falta de procesos específicos.

En tal caso el trabajador se moverá en el ámbito de la dimensión interpretativa y decisoria que, en el plano de la atención, es, generalmente, una decisión de tipo más elástico.

En otras palabras, en *ausencia* de reglas fijas precisas, el trabajador orientará el propio comportamiento, ante un hecho casual, hacia la esfera creativa, o bien inventará la regla para solucionar el problema.

La interpretación, por tanto, consiste en:

- Saber obtener ventajas de situaciones fortuitas.
- Encontrar un sentido a mensajes ambiguos y contradictorios.
- Reconocer la importancia relativa de los distintos elementos de una situación.
- Encontrar analogías y diferencias entre situaciones distintas o semejantes.

En la interacción hombre/sistema, al menos en el caso de la organización de talleres, no existen situaciones de mensajes contradictorios.

Pueden existir, por el contrario, mensajes ambiguos, como en el caso de las «señales débiles de calidad». Si, por ejemplo, las características cualitativas del trabajo están fuera de prescripción, las acompañan mensajes en «rojo», mientras que van acompañadas de men-

sajes de distintos tonos si están dentro de las prescripciones, pero pueden generar implicaciones negativas en otros puntos del trabajo.

El comportamiento del trabajador, en este caso, depende de la interpretación del mensaje en relación con el contexto (mensaje externo).

He aquí una situación ni mucho menos elemental, porque implica la activación de los otros puntos que forman el proceso interpretativo.

Más allá de estos hechos, que constituyen la interpretación de cada flecha del mensaje, existen problemas interpretativos más complejos.

Estos no exigen la interpretación de cada flecha, sino la interpretación del mecanismo del proceso en su conjunto, y se refieren a:

- Individualización de las «redes de las transacciones recursivas» (RTR).
- Individualización del grado de recursividad.
- Individualización del grado de mecanicidad.

El nivel de interpretación complejo es el resultado, combinado, de todos estos puntos. Recordemos que la recursividad se deduce de la observación de un solo suceso, que se produce de forma uniforme en distintos niveles.

Descubrir la recursividad significa:

- Descubrir la homogeneidad funcional de los distintos procesos, independientemente de los símbolos contenidos en la flecha.
- Tener la red de entrada y salida de los distintos niveles.
- Recordar con exactitud los puntos de suspensión y retorno en las distintas jerarquías y niveles en los que actúan los procesos dirigidos.

La actividad laboral en el contexto de interacción descrito entre el hombre y el sistema, se desarrolla ahora según el esquema de la figura 8.

Este esquema es especialmente exhaustivo, porque aclara múltiples aspectos de la profesionalidad conectados con hechos interpretativos y decisivos en la interacción procesalizada hombre-sistemas. En primer lugar, se observa que hay un entramado bastante complejo de «decisiones, procesos, acciones resolutivas».

Este tipo de entramado tiene carácter recurrente en cada «suceso» examinado, pero puede recorrerse de muchas formas diferentes. La cuestión más importante, en cuanto a capacidad interpretativa, reside en las «redes de transacciones recursivas» (sintaxis del lenguaje formal).

Este tipo de entramado tiene carácter recurrente en cada «suceso» examinado, pero puede recorrerse de muchas formas diferentes. La cuestión más importante, en cuanto a capacidad interpretativa, reside en las «redes de transacciones recursivas» (sintaxis del lenguaje formal).

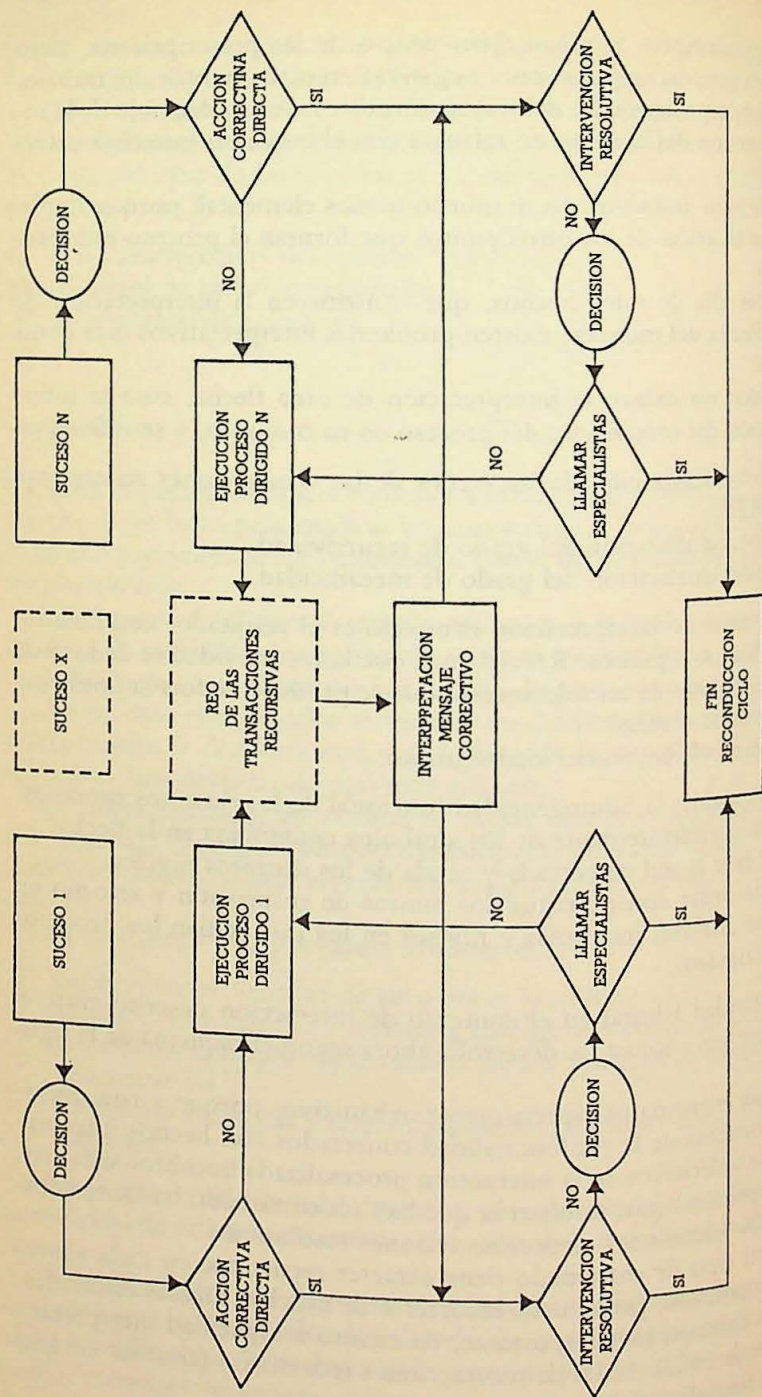


FIGURA 8

En efecto, cada uno de los sucesos examinados lleva a la lectura de mensajes correctivos, a través de una serie de flechas suministradas por la máquina.

Pero la función de cada flecha, o al menos parte de ella, tiene carácter recursivo en el examen de distintos sucesos.

Descubrir la sintaxis de este lenguaje implica una capacidad interpretativa de hechos abstractos muy importante, y, todavía, este componente de la profesionalidad es el que permite, básicamente, conseguir eficacia en la acción, es decir, acelerar los tiempos de intervención.

Por último, la interpretación del mensaje implica la inmediata individualización tipográfica de los componentes a los que se refiere, además el mensaje mismo ofrece las coordenadas precisas para su ubicación.

Cuando los elementos codificados se cuentan por centenares o, incluso, por millares, el conocimiento anatómico (no fisiológico) del sistema debe desarrollarse mucho más que en el enfoque de mantenimiento.

Está claro que el tiempo de solución de los problemas es un hecho fundamental en los fenómenos que tiene que ver con los sistemas formales, hasta tal punto que es el elemento básico que establece el criterio de selección de los procesos de decisión en estos sistemas.

Podemos concluir, pues, que la *complejidad interpretativa*:

- Prácticamente no existe en los procesos lineales no ramificados.
- Asume valores crecientes en relación con:
  - El grado de ramificación.
  - El grado de interacción con factores externos.
  - Los niveles complejos.
  - El número de sucesos codificados.
  - El grado de recursividad (complejidad sintáctica).
  - El cambio de símbolos en las reglas sintácticas.

#### Decisión

Sigue el camino de la función interpretativa, añadiendo el criterio de «tiempo mínimo» en las combinaciones de vías resolutivas. Esto significa, para los trabajadores que, después de haber interpretado más de una vía posible para la solución de un problema, deben elegir, entre las oportunidades alternativas, la que el trabajador «juzgue» más conveniente, en relación con los hechos y las circunstancias. La lectura de un fragmento de una ficha «puesto de trabajo»

puede poner en evidencia la concreción de los contenidos expuestos, relativos a los componentes de la nueva profesionalidad surgida.

Se trata de una profesionalidad referida esencialmente a contenidos abstractos y, a menudo, de tipo informal.

Como tal, desde el punto de vista de la cuantificación del trabajo no se puede regir por los esquemas de la métrica tradicional del trabajo.

Para los conductores no existen tiempos pasivos, excepto aquellos en que se invalidan todas las señales provenientes del sistema.

La observación y asistencia de una instalación, en un enfoque tradicional, se concibe como tiempos que aumentan la saturación de los trabajadores; en este caso, por el contrario, es un componente esencial del trabajo.

Mientras que, en el caso de una instalación de tipo tradicional, el operario recibe una mínima parte de las señales del sistema, en el caso de sistemas técnicos complejos el trabajador, durante la asistencia, está continuamente bombardeado por un constante envío de señales que requieren la activación continua de los tres componentes fundamentales de su profesionalidad, es decir:

- La atención continua.
- La interpretación continua.
- La decisión.

Las aplicaciones, ya realizadas hoy día, de estas nuevas formas de organización, han puesto en evidencia que la profundidad y las dimensiones de los cambios tienen un alcance mucho mayor de lo que se pueda intuir a través de una fría descripción científica de los fenómenos.

Ello confirma que, efectivamente, se ponen en movimiento nuevos potenciales de crecimiento continuo de la productividad, que son aplicables a otro tipo de organizaciones. Pero ponen en evidencia también, que si se lleva a cabo un cambio tan profundo en el nivel de la organización del trabajo es imprescindible la necesidad de cambio e incluso de responsabilidad y estructura organizativa del nivel más alto.

La dinámica de este tipo de evolución es sustancialmente homogénea en el plano conceptual, y en los niveles superiores lleva, también, a la aparición de nuevas profesiones y a la modificación profunda de antiguas profesiones, tendiendo progresivamente a configurar una *estructura global de estudio continuo, a través de la interacción de la inteligencia del hombre con la artificial del sistema.*

## Nuevas tecnologías: Transformación de la estructura del empleo en la empresa

José Hinojosa\*

Con esta denominación y, en parte, contenido, se han realizado numerosos trabajos e investigaciones. En ninguno de los estudiados encontramos la solución concreta a los casos particulares que en una organización industrial dada se plantean, por lo menos desde el punto de vista de lo que acucia y afecta primariamente a una dirección de personal. Ello hizo que pusiéramos en marcha a muchas personas para, en una labor de reflexión conjunta, intentar encontrar algunas respuestas posibles a los ingentes problemas que la introducción de las nuevas tecnologías plantea en las empresas.

Como primer factor determinamos analizar la incidencia real de las nuevas tecnologías en la organización del trabajo y de la empresa, así como también desde un plano prospectivo anticipar las posibles consecuencias que a una política de personal dada le vendrían impuestas por el impacto de estas nuevas tecnologías y de sus efectos conexos. Pero todo ello, como decimos antes, en la experiencia de una organización industrial concreta y, claro está, con una asimilación e integración determinada de estas llamadas nuevas tecnologías.

Muchos interrogantes nos planteábamos antes de abordar los trabajos de estudio e investigación y, que, en principio, podemos resumir en la siguiente pregunta: ¿cuál es el impacto de estas nuevas tecnologías en el trabajo del hombre y en su organización?

Así pues, partiendo de la detallada enumeración de lo que englobamos en las nuevas tecnologías, buscábamos determinar: la incidencia

\* Director de Asuntos Sociales de la Dirección Industrial de FASA-RENAULT (Valladolid).

cia de éstas en la remodelación del trabajo; en la estructuración de los trabajadores con motivo de la integración de las nuevas tecnologías; la influencia de estas últimas en el empleo (no tanto desde el punto de vista cuantitativo como del cualitativo); y, por fin, los problemas generales de la política de personal que se plantean y cómo abordarlos.

Iniciamos el trabajo con personas de dentro y de fuera de la empresa, y en síntesis podemos decir que la metodología aplicada siguió las siguientes etapas:

- Aprendizaje de métodos prospectivos y su aplicación.
- Análisis de la totalidad de las nuevas tecnologías aplicadas en la empresa (Anexo 1).
- Análisis de tareas implicadas o conexas con la aplicación de nuevas tecnologías.
- Entrevistas de campo con los operarios y mandos afectados, tanto directa como indirectamente.
- Reflexión última con la Estructura Organizativa de la empresa.
- Búsqueda de soluciones a problemas planteados realmente o prospeccionados.

Ello dio como resultado conclusiones extensas y a veces contradictorias, pero que a los efectos de este trabajo podemos resumirlas en:

1. Existe una enorme dificultad para establecer la incidencia pura y exclusiva de las nuevas tecnologías sobre el empleo, ya que lo que realmente se produce en las empresas, con la introducción y utilización de las nuevas tecnologías, es una fuerte interrelación entre la innovación, los productos (en su nueva concepción), los materiales, los medios de producción y los procesos. Todo ello aderezado con el impacto, que los sistemas de desarrollo organizativo (D.O.) que en cada empresa se elijan, suponen, en conjunción con los anteriores aspectos.

2. La influencia de estas nuevas tecnologías en las áreas funcionales examinadas supuso una serie de transformaciones y modificaciones, de las que resumiremos las más importantes y trascendentales.

A) En función control de calidad, observamos:

- Una extensión de medios más tecnificados y complejos de control: controles por ultrasonidos, bancos de ensayo, scanners, simuladores, etc.

- Una utilización creciente de la Estadística e Informática en la realización de sus funciones y cometidos.
- Una extensión del autocontrol en los nuevos medios automáticos de producción.

— Como consecuencia de lo anterior, esta función deja de ser un control crítico de las operaciones humanas, una función con alto contenido de subjetividad, como era antes, y pasa a convertirse en una función de validación de medios y procesos.

— De aquí constatamos que va siendo cada vez menos necesaria la destreza del buen profesional manual y más los conocimientos abstractos; se exige un mayor dominio del conjunto y una intensa y extensa capacitación para usar algunos de los nuevos medios especiales de control.

— Ahora el control se destaca como una dimensión del C.F.A.O.\*, con lo que introduce un avance cualitativo en el propio concepto de control de calidad, dando lugar al control de procesos. El personal directamente vinculado experimenta un cambio como consecuencia de la necesidad de manejo de sistemas electrónicos de medida y desarrollo de tareas de análisis estadísticos, dando lugar a requerimientos de formación en Programación/Informática.

— El control de calidad se desplaza desde el control de atributos al control de variables (posible por la informatización). Dando lugar al manejo de terminales de ordenador para introducir datos de medición, obtención de gráficos, índices y análisis elementales de los mismos, lo que impulsa la formación en matemáticas, estadística, informática.

— Asimismo, el controlador se configura, cada vez más, como un elemento técnico de apoyo a la Fabricación, por cuanto tiende a asumir responsabilidades en innovaciones organizativas conectadas con la dinamización de la producción.

B) En la función de mantenimiento, también se produce una elevación generalizada de la cualificación laboral. Entre otras por las razones que a continuación exponemos.

- Mayor complejidad de los equipos a mantener: por la integración de circuitos eléctricos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos.
- La mayor importancia de las tareas de mantenimiento, ya que

\* Concepción y Fabricación Asistida por Ordenador.

el fallo de un solo robot manipulador interrumpe el trabajo de toda una línea.

- Las tareas de mantenimiento de los equipos electrónicos exigen conocimiento de lenguajes de programación. El éxito o fracaso de una nueva implantación depende de la adecuada programación y reprogramación de las tareas del robot. Los costes de acondicionamiento del entorno pueden reducirse mediante una adecuada programación que incluya el uso de lenguajes potentes. Desde el punto de vista del desarrollo de *software*, cada vez irán surgiendo nuevas necesidades, empezando por las de más bajo nivel (mantenimiento de programas), continuando por las de nivel intermedio (desarrollo de programas para nuevas aplicaciones, mantenimiento de programas complejos) y en su caso con las de alto nivel (concepción y análisis de nuevas aplicaciones). Ello exige no sólo un mayor nivel de profundización en las áreas de conocimientos actuales (cálculo, tecnología de taller, mecánica, hidráulica, electricidad) sino que se amplía el abanico de nuevas áreas de conocimientos (álgebra, electrónica, programación).

- Logística: mantenimiento pierde el sentido tradicional y es el aplicador responsable de la logística de los medios (desarrolla la fiabilidad).

Como consecuencia de ello:

- De los cuatro niveles de intervención en que se suelen estructurar las tareas de mantenimiento, el primer nivel: mantenimiento elemental de equipos, explotación, puesta en marcha y parada de instalaciones para ahorrar energía, codificación de modelos para su entrada en las líneas automáticas, se caracteriza porque desplaza al personal de Fabricación. El resto de los niveles exige un más alto nivel profesional y de dedicación originándose unas supercategorías.

- Aún cuando el perfil de mantenimiento debe prever los atributos tradicionales de destreza manual, se observa un desplazamiento de estas aptitudes de tipo manual hacia el concurso más intenso de cualidades intelectivas: capacidad de abstracción y visualización de objetos, procesos y flujos en el espacio (pues hay que reconstruir y construir mentalmente las trayectorias del robot y relacionarlas con el correspondiente programa), también razonamiento abstracto y lógica matemática, propias de ciclos educativos de nivel superior.

- Por la necesidad de decisiones frecuentes, y en plazos generalmente urgentes e inmediatos se exigen personas con alto nivel de aptitudes para las iniciativas, así como también de autonomía.

- Se necesitan, asimismo, personas con capacidad para la innovación, ya que las posibilidades de innovación son enormes, sobre todo la de procesos, en los que influye extraordinariamente la facilidad de utilizar, reprogramándolos los «autómatas programables», a diferencia de los antiguos armarios eléctricos de relés. Este cambio resulta prácticamente ilimitado y de gran influencia económica y organizativa.

C) *En la función de métodos*, los cambios en los perfiles apuntan ya decididamente a un enriquecimiento de contenido profesional.

— En los subgrupos de Agentes de Métodos, porque han de manejar usualmente el C.F.A.O. y tienen que conocer a fondo las nuevas tecnologías para evaluar sus posibilidades y planificar la utilización de los diferentes equipos. Por esto, los impactos más patentes se dan en el diseño de métodos de utilización de los nuevos equipos (velocidades de trabajo, diseño de las trayectorias del robot...); en el diseño de herramientas y útiles de trabajo; en las relaciones con los proveedores y en la programación de autómatas.

— En el subgrupo de Técnicos de Organización, porque para la confección de las implantaciones se exige el conocimiento de las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías; asimismo, se tecnifican los procesos de cálculos (en razón de la mayor rigidez que imponen las líneas automatizadas); y, por último, constatar que se desdibujan los métodos operatorios.

— Ello mismo sucede en los Delineantes-Proyectistas (porque precisan ampliar sus conocimientos hacia la informática y el manejo del C.F.A.O.) y en los Mecánicos-Ajustadores (por la necesidad de conocimientos más extensos en hidráulica y neumática).

D) *En la función de fabricación* hay que resaltar que la asunción de funciones por las máquinas lleva en gran parte a una cierta desprofesionalización. Las nuevas tecnologías de producción exigen una mayor proporción de operarios versátiles, con unos conocimientos teóricos mucho más amplios y también una conciencia de los procesos de producción en su conjunto y de distintos tipos de máquinas.

— Su cualificación requiere mayor POLIVALENCIA, pero quizás implica una menor profesionalidad en el sentido tradicional (modelista de matricería, torneros, fresadores, mandrinadores, rectificador, matricero, mecánico).

— En el personal de Fabricación se dan cambios en los contenidos ocupacionales concretos, pero sobre todo en la actitud y requerimientos psicológicos y de personalidad necesarios para adaptarse a los nuevos medios de producción y a la nueva organización del trabajo.

— Es preciso un mayor ejercicio del pensamiento abstracto, mayor comprensión y responsabilidad en el proceso de fabricación en su conjunto y una estrecha compenetración con los responsables de Mantenimiento. Los cambios ocupacionales están provocados fundamentalmente por el incremento en el protagonismo de las máquinas. La innovación lleva al personal de fabricación a relacionarse con medios más complejos y menos transparentes (ejemplo: consultas y pulsaciones en terminales de ordenador).

— Hay que decir, asimismo, que el contexto social fuertemente jerarquizado (tradicional en la O.C.T. \*) no constituye el medio más adecuado para la implantación de las nuevas tecnologías, por la exigencia de estas últimas de una mayor potenciación de las relaciones funcionales.

— La caracterización de los nuevos perfiles ocupaciones incluye requerimientos de especial aptitud para el trabajo en equipo sobre la base de la asimilación y desarrollo de relaciones de carácter funcional.

En SINTESIS, se podría decir que tienen que desarrollarse:

- Capacidades de iniciativa, autonomía y toma de decisión.
- Capacidades para la innovación del proceso operatorio.
- El sentido del trabajo integrado frente al trabajo aislado.

E) *En la función de mandar* frente a la posición tradicional de un liderazgo centrado en la responsabilidad de una pirámide jerarquizada de hombres con unas tareas determinadas muy rígidamente por los métodos y en la que el reconocimiento de esta función venía reforzado casi exclusivamente por la jerarquización de la estructura piramidal, aparecen las nuevas tecnologías poniendo en cuestión dicho reconocimiento. Los ejércitos jerarquizados y disciplinados de hombres con tareas diferenciadas y objetivas en términos tayloristas, disminuyen y aumentan el peso de una mano de obra mucho más tecnificada, de competencias menos determinables y más fluidas. El reconocimiento del man-

\* Organización Científica del Trabajo.

do, tanto del superior como del intermedio, pasa a depender más de la competencia técnica y ésta tiene exigencias de conocimientos teóricos que resultan especialmente difíciles para ciertos mandos intermedios y algunos mandos superiores rezagados en su formación o cerrados al cambio. Por otra parte, la organización de la producción afectada por nuevas tecnologías resta apoyos psicológicos al mando. (Ejemplo: conocimiento directo del taller por la Dirección a través de la informática).

— Ahora, el ejercicio del mando requiere una mayor dotación de conocimientos, de iniciativa, de rapidez de reflejos y de liderazgo efectivo. Ya no se trata de organizar y controlar el trabajo de grandes masas de trabajadores con arreglo a métodos, sino responsabilizarse de la producción y de la calidad de la misma.

— Por tanto, surge la necesidad de superar la división clásica de Mandos de Mantenimiento y de Control, para crear equipos o puestos de trabajo interfuncionales (autoridad unitaria en logística). Por otra parte, la integración creciente entre medios y procesos de producción hará imposible progresivamente dividir áreas, como hasta la fecha. Así, junto a la necesidad de incrementar la comunicación y conseguir nuevas formas de liderazgo, en sentido «vertical» se prevé la conveniencia de cultivar actitudes de comunicación horizontal y trabajo en equipo sobre unas mismas áreas funcionales, definidas por el producto.

3. Todas estas transformaciones plantean problemas de distinta índole y entidad a cuya solución tienden algunos de los aspectos que a continuación abordaremos.

Antes de pasar a las soluciones, añadiremos otros planos de la problemática y es que en industrias de nuestra especialidad, las plantillas tradicionalmente han sido clasificadas, principalmente, teniendo en cuenta:

- La diferenciación entre obreros y empleados, entre manuales y personal de «oficina».
- Esta distinción es especialmente activa en cuanto establece bases diferenciales a efectos de promoción, relación con la jerarquía, de establecimiento de responsabilidades, salarios, etc.
- En ciertas empresas, principalmente de tipo industrial, necesidades analíticas obligan a distinguir dentro de la población obrera, entre aquella cuya actividad es cronometrada (M.O.D.)\* y el resto

\* M.O.D. = Mano de Obra Directa.



de la mano de obra, que es llamada indirecta (M.O.I.)\*, pero que no deja de ser personal obrero. Su trabajo no es susceptible de ser cronometrado y es auxiliar y concurrente a la obtención del producto: Aprovisionamiento, Mantenimiento, Control, Almacenes, etc. Ser personal indirecto es la aspiración promocional del personal obrero sometido a cronometraje o mano de obra directa.

• Los empleados (M.O.M.)\*\*, caracterizados como personal de «oficina», administrativos y técnicos, tienen una carrera diferente, con un escalonamiento vertical más extenso y señalado. Incluye, además, a todo el personal mando de la mano de obra tanto indirecta como directa.

El cambio tecnológico impone la ruptura de estas distinciones de la mano de obra, en otro tiempo nítidamente implantada en la cultura industrial.

De todo ello resulta que los conceptos M.O.D./M.O.I./M.O.M. (que agrupaban a nuestros trabajadores) están obsoletos y no sirven ni para ser utilizados en la medición de la eficacia de los trabajadores en relación con el producto (ratios de M.O.I. y M.O.M. sobre M.O.D.) que es, aún hoy, tradicional en nuestras empresas; ni para separar adecuada y claramente las diferentes y nuevas clases de M.O., que por imperativo de las nuevas tecnologías se han introducido en las organizaciones industriales.

En síntesis podemos decir que en nuestra industria:

• La M.O.D. tiende a disminuir y se transforma (trabajo de más abstracción, menos manual). El ejemplo último podía ser el «conductor de línea» en una instalación robotizada de soldadura de carrocería de automóvil<sup>1</sup>.

Ya en estos casos no tiene sentido medir el tiempo-hombre y sí el tiempo-máquina: con ello decae absolutamente el concepto tradicional que teníamos de la M.O.D.

• La M.O.I. sufre el impacto de lo que podemos llamar «Nuevas Tecnologías» y observamos dos grandes subdivisiones. La M.O.I. que podemos llamar «Auxiliar» que sigue dedicada a funciones de apoyo de la M.O.D., como aprovisionamiento, control, pequeño mantenimiento, almacenaje, etc.

\* M.O.I. = Mano de Obra Indirecta.

\*\* M.O.M. = Mano de Obra Mensual.

<sup>1</sup> Su trabajo consiste en vigilar las constantes que la pantalla informa, introduce datos a la pantalla, atiende las instrucciones dadas por la misma, cambia electrodos, los ajusta, etc.

Y otra M.O.I. compuesta en general por los profesionales «mínimos indispensables» de la industria de que se trate. Estos, para simplificar, antiguos profesionales obreros, que están añadiendo complejidad a su tarea, desprendiéndose en favor de la llamada M.O.D. de las tareas más simples de pequeño Mantenimiento, Control, etc.; su trabajo se empieza a hacer intercambiable con el que antiguamente realizaban, con exclusividad, los M.O.M. (Agentes Técnicos, Métodos, Estudios, etc.) con lo que la radical división de Taller/oficina se oscurece cada vez más, con lo que vienen a confundirse en su trabajo con el de algunos de los tradicionales M.O.M.

Este último grupo de M.O.I. tiende a crecer, por lo menos porcentualmente.

• La M.O.M. tradicional también sufre el impacto de las nuevas tecnologías, unido a los necesarios cambios por las doctrinas más eficaces de D.O. (disminución de las pirámides jerárquicas).

Por una parte, como hemos descrito antes, hay cierta M.O.M. (Agentes Técnicos, Métodos...) cuya función se hace más en conjunción con el Taller, más de Taller, ésta se empieza a confundir con los últimos M.O.I., de los que hablábamos. ¿Qué hacer con éstos? ¿clasificarlos como obreros o clasificar aquellos otros obreros (ciertos M.O.I.) como empleados?

Por otro lado, existe la M.O.M. que ejerce como organizadora, coordinadora, gestiona y que sigue perfectamente delimitada en el ámbito de la M.O.M. más tradicional, los empleados o cuellos blancos.

La primera de estas M.O.M. también tiende a crecer; la segunda de estas M.O.M., por imperativo de las nuevas tecnologías y de los D.O., tiende a decrecer.

La similitud de aquella M.O.I. y la penúltima M.O.M., en tareas, cometidos, intercambiabilidad, y por ende flexibilidad necesaria, en la moderna empresa, nos han llevado a buscar una agrupación común «ESTRUCTURA TECNOLÓGICA» deslindando, de momento, los otros dos grandes grupos por exclusión de esta Estructura Tecnológica.

Esto nos ha llevado a reestructurar nuestra M.O. en otras tres grandes y nuevas divisiones: M.O. (directa y auxiliar), ESTRUCTURA TECNOLÓGICA y ESTRUCTURA INDUSTRIAL.

Aún cuando no queremos desviar la atención de este trabajo, imposible por su extensión, a otros aspectos que los esenciales, merecería la pena enumerar algunas VENTAJAS de esta nueva estructuración de la M.O. de nuestra industria.

• Con ella se establecen las bases necesarias para una mayor mo-

ilidad-flexibilidad (al hacer intercambiables un mayor número de personas (trabajadores) - categorías - grupos profesionales) de las que existen actualmente.

- Facilita la polivalencia (estrechamente unida a la flexibilidad). De nada vale incentivar la formación (imprescindible con la introducción de las N.T.) si no aprovechamos adecuadamente todo el potencial de estos trabajadores más formados y polivalentes, adaptándolos a las nuevas transformaciones y cambios que la organización flexible exige. (Hoy trabajamos en la oficina y, simultáneamente, bajamos y trabajamos, mañana, en el taller).

- Hará posible el desarrollo organizativo en determinadas áreas, con experiencias similares al denominado T.P.M. (Total Productive Maintenance).

El pequeño mantenimiento se tiende a realizar en las líneas, por el propio operario (no tiene sentido otra cosa). Por contra, el actual operario de mantenimiento tiende a dedicar sus esfuerzos a tareas de más alto nivel (entre otras: preparación de las gamas de mantenimiento, desarrollo de tareas de más elevados conocimientos tecnológicos —a las que antes aludíamos—, logística, etc.).

Estos últimos operarios de mantenimiento no pueden terminar sus días laborales sólo en el nivel más alto de los actuales M.O.I. (Oficial de 1.), ni debemos aceptar que para su progreso económico y profesional tengan que abandonar su actual oficio que tanta experiencia y formación han demandado.

- El esfuerzo formativo, que determinados grupos de los actuales M.O.I. exige, no está recompensado con un adecuado progreso profesional y económico.

- La necesidad de incentivar la formación en personas muy arraigadas en la empresa; caso contrario se estancarán. Abrir un camino profesional más elevado para los mejores siempre será gratificante para la organización industrial.

Entre los INCONVENIENTES, también con el criterio restrictivo con el que relacionábamos las ventajas, están:

- La cultura obrera y sindical, muy apegada a las estructuras tradicionales.
- Las leyes laborales y reglamentaciones profesionales vigentes. Todas ellas redactadas para otros tiempos anteriores.
- Los propios convenios colectivos de rama o empresa. Precisamente en estos últimos es donde encontramos la esperanza de ir introduciendo en la legalidad vigente las tremendas transformaciones

surgidas en la organización del trabajo y las posibles fórmulas de solución (una de ellas es nuestra nueva formulación de la ESTRUCTURA TECNOLÓGICA, M.O. y ESTRUCTURA INDUSTRIAL).

De conformidad con todo lo anterior, hemos lanzado en el ámbito de nuestra Empresa, una nueva división de los trabajadores, que vaya sustituyendo a los tradicionales GRUPOS PROFESIONALES:

1. ESTRUCTURA TECNOLÓGICA.
2. ESTRUCTURA INDUSTRIAL.
3. MANO DE OBRA (directa y auxiliar).

1. Por coincidir las novedades, en la que hemos dado en llamar ESTRUCTURA TECNOLÓGICA, nos ha parecido conveniente acotar con unas amplias definiciones, la pertenencia a este nuevo, y aglutinador, grupo profesional.

Los criterios definitorios son los siguientes:

- a) Posee los conocimientos teórico-prácticos correspondientes a los distintos grados de la formación profesional, en sus distintas especialidades, o a las enseñanzas medias o superiores, con o sin título o diploma que lo acredite pero, en todo caso, demostrado ante la empresa, mediante la normativa que, en cada momento, tenga establecida.
- b) Sus conocimientos son tales que posibiliten su evolución posteriores para poder adaptarse a nuevas técnicas que aparezcan, concierne a su especialidad.
- c) Conoce toda la documentación técnica utilizada en el desarrollo de su trabajo, como planos, croquis, esquemas, etc., siendo capaz de su lectura e interpretación, así como de su propia elaboración y/o modificación.
- d) Dentro de su o sus especialidades, realiza una amplia y diversa gama de tareas.
- e) En base a sus conocimientos, realiza tareas, manuales y/o intelectuales, de tipo no normalizado en las que es muy importante además de los conocimientos, la iniciativa propia, experiencia y destreza, con autonomía y responsabilidad en los resultados, marcando su propio proceso operativo.
- f) Sus conocimientos, destreza, iniciativa y experiencia, le permiten poder desarrollar su trabajo en cualquiera de las factorías de la empresa o en el marco de cualquier industria similar o parecida.

En síntesis, podemos decir que la ESTRUCTURA TECNOLÓGICA tiene como características generales un alto nivel de profesionalización, una adaptabilidad a nuevas tecnologías, un trabajo diversificado y una movilidad taller-oficina-laboratorio. Pues en ella están comprendidas las funciones de Proyectos y Métodos (C.A.O.), mantenimiento de altas tecnologías (Ingeniería Logística), preparaciones en altas tecnologías, fiabilidad (equipos y producto), informática industrial, fabricación de útiles y equipos (C.F.A.O.).

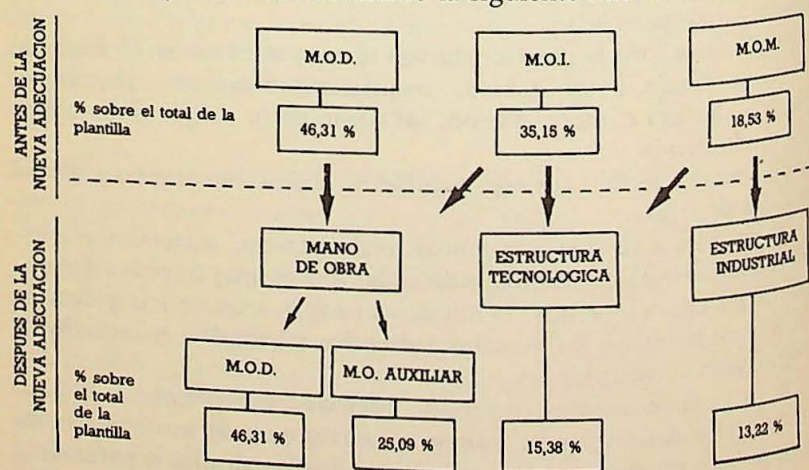
2. La ESTRUCTURA INDUSTRIAL está compuesta por todos los actuales M.O.M., no incluidos en la ESTRUCTURA TECNOLÓGICA; comprende, por tanto, mandos de taller y oficina, administrativos y técnicos de oficina; función de mando, función de producción, función de personal; en definitiva, todos los que tienen por oficio coordinar, gestionar y organizar.

3. La MANO DE OBRA, la subdividimos a su vez en:

— M.O.D.: Personal obrero de fabricación sometido a gama (obreros cualificados y no cualificados).

— M.O. AUXILIAR: Obreros no sometidos a gama y profesionales que no alcanzan la cualificación exigida en la ESTRUCTURA TECNOLÓGICA (comprende obreros no cualificados y profesionales: controladores, mantenimiento simple, manutención, retocadores, afiladores simples, preparadores de máquinas simples, etc.).

Establecidas las nuevas agrupaciones profesionales, realizamos un análisis de los oficios actuales, que obviamente ya han sido transformados por la introducción, de lo que hemos dado en llamar nuevas tecnologías, y dio como resultado la siguiente nueva clasificación:



Para facilitar la resolución de algunos de los problemas de personal, que como objetivo prioritario nos habíamos marcado y, por ende conseguir la necesaria flexibilidad y polivalencia, establecimos unas estrategias y políticas que comprenden:

— El establecimiento de un nuevo manual de valoración/clasificación del personal incluido en la estructura tecnológica.

— Unos criterios generales de la estructura tecnológica para los concursos, ascensos y normas de movilidad, cuya síntesis es:

- Posibilidad de promocionar dentro del propio puesto de trabajo, siempre que aumente la responsabilidad del trabajo y los conocimientos tecnológicos.

- Obligación de realizar pruebas teórico-prácticas en todos los concursos de promoción-ascensos.

- Eliminación del sistema de libre designación.

Obviamente las directrices de nuestra política industrial de personal han debido acomodarse a estos nuevos tiempos y nuevas estructuras. Ello ha influido en el establecimiento de líneas de progreso nuevas y sobre todo en la distribución de las mismas por clase de mano de obra.

Entendemos por líneas de progreso aquellas políticas industriales y de personal aplicadas o diseñadas para conseguir metas de productividad y, por tanto, de competitividad, mediante el desarrollo de las personas, los sistemas, las instalaciones y la interrelación de todos los actos y factores que lo comprenden.

No podemos describir ampliamente el contenido de cada una de las líneas de progreso que mencionamos a continuación, porque excedería de lo buscado en este trabajo, aún cuando estamos a disposición de cualquier lector que por su trabajo e interés necesite profundizar en el desarrollo de estas políticas.

En síntesis, hacer posible la competitividad de una empresa pasa por la necesaria conjunción de instituciones y políticas que lo favorezcan y sobre todo de unas líneas de actuación claras para que se produzca el apoyo decidido de los componentes sociales.

Con este planteamiento tan general, enumeramos lo que actualmente impulsamos en cada uno de estos grupos profesionales, a fin de que todas las personas encuentren el desarrollo técnico y humano necesario y complementario de la productividad-calidad del producto y de la empresa buscado en cualquier organización industrial.

Para la productividad de la mano de obra directa hemos de incidir especialmente en el impulso de los grandes proyectos de Métodos Centrales o de Factorías, pero también establecer sistemas que

hagan posible los pequeños proyectos mediante el desarrollo de grupos participativos en la M.O.D., impulsando decididamente las sugerencias, los círculos de calidad y los Grupos de Progreso. Todo ello ayudado por un programa de calidad de vida en el trabajo, que contemple los dos factores ineludibles de nuestra política: el trabajo bien hecho y la participación. Los pequeños proyectos debidamente animados por la jerarquía son fuente de satisfacción y productividad enormes.

Para la Mano de Obra Auxiliar desarrollamos sistemas que contengan los siguientes aspectos: calidad al primer golpe, automatización de los controles, gamas de mantenimiento (Ingeniería Logística), automatización de las manutenciones y, en general, todo el concepto «just in time» (KANBAN)\*.

Evidentemente, para el núcleo central de estos comentarios, la estructura tecnológica, las líneas de progreso pasan por la Formación (nuevas técnicas formativas y formación participativa).

Por fin, en la estructura industrial, sus líneas de progreso pasan por el desarrollo organizativo (organizaciones laterales, matriciales, jefes de proyectos, grupos operacionales, roles, etc.), y por la informática de gestión (Burótica), la formación y también, cómo no, el desarrollo de la participación.

## Conclusión

El impacto de las nuevas tecnologías junto con los materiales, procesos, medios, producto y desarrollo organizativo, han transformado la organización del trabajo en sentido amplio, trastocando absolutamente las reglas anteriores.

El análisis de estos impactos, en nuestro caso concreto, quizás ampliables a otras empresas, nos ha forzado a una estructuración distinta (con todas sus implicaciones) al objeto de permitirnos el desarrollo de la industria y el aprovechamiento de las grandes posibilidades que abren las nuevas tecnologías, abordando anticipadamente los innumerables problemas actuales y futuros.

Hemos procedido a la aplicación particular, pero queda la transformación de la legalidad vigente y la necesaria adecuación con los «partenaires sociales» de los pactos actuales, al objeto de hacer viables algunos de los aspectos que unilateralmente no podemos imponer.

\* Ver artículo de Fix-Sterz y Lay en este mismo número, pp. 33-64.

Es nuestro interés el intercambio de esta experiencia con otros afectados, así como ir desgastando las lógicas resistencias al cambio (en la cultura empresarial, en el legislador y los Sindicatos) para hacer posible la necesaria transformación de lo actual.

También, obviamente, a través del diálogo, conocer los defectos y puntos débiles de esta nueva estructuración y, cómo no, de los puntos fundamentales de nuestra política industrial de personal.

Cuando, como decíamos al principio, se trabaja conjuntamente con muchas personas, intercambiando puntos de vista, informaciones y conclusiones, perdemos la paternidad de los conceptos y nos hacemos tributarios de las opiniones de otros. Por ello, hay que dejar constancia que la expresión de este trabajo es el resultado de la reflexión colectiva de toda una organización.

## ANEXO 1

## AUTOMATISMOS DE FABRICACION

## MAQUINAS DE TRANSFORMACION

- Líneas Transfer de Fabricación.
- Líneas LIF de Fabricación.
- Líneas robotizadas de ensamblajes.
- Máquinas C.N. (Control Numérico).
- Unisurf.
- Máquinas automáticas de pintura.

## MEDIOS DE MANUTENCION

- Líneas carros filoguiados.
- Carros filoguiados.
- Almacenes automáticos.
- Líneas automáticas carga carrocerías.
- Semi-remolques automáticos.

## MANIPULADORES

- Robots 6 ejes.
- Alimentadores-manipuladores 2-3 ejes.

## CONTROLES

- Autómatas programables.
- Controles automáticos.
- Mini-Unisurf.
- Máquinas tridimensionales.

# Hacia un modelo de introducción equilibrada de la automatización programable en las pequeñas empresas

F. Prakke\* y C.K. Pasmooij\*

## Introducción

No sería difícil argumentar que en la actualidad la aplicación de la tecnología de la informática al proceso de fabricación es el área del cambio técnico con mayor impacto económico. Este impacto sobre el empleo en la industria y la calidad de vida en el trabajo es crucial para la futura viabilidad de las sociedades industriales. En un medio económico internacional caracterizado por el libre cambio de materias primas y productos industriales, unos y otros bajo una presión deflacionaria, la innovación en el proceso de fabricación ocupa el centro de la escena en la que compiten las naciones. Las innovaciones en el producto pueden ser y son fácilmente transferidas de una nación a otra; las innovaciones en el proceso de fabricación no. La velocidad del desarrollo de las posibilidades técnicas es tal que no parece exagerado hablar de una nueva revolución industrial, con nuevas reglas y probablemente con nuevos ganadores. Los estrategas industriales están tratando de desarrollar las respuestas adecuadas. La premisa de este artículo es que la mayoría de las grandes empresas pueden valerse por sí solas, debido a sus grandes recursos económicos, intelectuales y organizativos. Las empresas más pequeñas, sin

\* Study Centre for Technology and Policy TNO. Apeldoorn (Holanda)  
«Toward a model of balanced introduction of programmable automation in small firms». Traducción de Pilar López Máñez.

embargo, están mucho más expuestas y corren el peligro de resentirse más de lo necesario de los rigurosos procesos de reestructuración, con serias consecuencias para el empleo, la calidad del trabajo y la competitividad de las comunidades en las que tienen su base. Hay que movilizar las fuerzas que las rodean, a nivel local o nacional, para ayudarlas a adaptarse y sobrevivir.

Este artículo presentará primero algunos datos empíricos procedentes de una encuesta sobre el modo en que las empresas fabricantes en los Países Bajos están haciendo frente a la nueva tecnología. Las pequeñas empresas se están quedando atrás en la aplicación de la tecnología de la informática al proceso de fabricación. En general, los estímulos para tomar en consideración el aspecto del trabajo y la formación son demasiado escasos. El principal propósito de este artículo es presentar un modelo de cómo puede ser orientado el cambio en la organización, haciendo uso de recursos exteriores allí donde sea necesario y buscando una integración equilibrada de los aspectos tecnológicos, laborales y organizativos.

### Algunos resultados de la investigación sobre la situación de las pequeñas empresas

Se puede suponer que las empresas más grandes tienen suficientes conocimientos y recursos para enfrentarse a la introducción de una automatización programable, o pueden obtenerlos en caso de verse obligadas por la competencia. Con unas pocas excepciones notables, las empresas pequeñas dependen de la ayuda externa. Estas pequeñas empresas son mucho más propensas a ser menos productivas y están asociadas a una gama reducida de combinaciones productivo-mercado. Es conveniente recordar que se ha descubierto empíricamente que no son insólitas diferencias de productividad del doble o el triple entre empresas dentro de una misma industria. En el campo de la innovación en el proceso de fabricación se pueden identificar cuatro niveles de desarrollo tecnológico:

1. tecnología punta
2. tecnología avanzada
3. tecnología de uso ordinario
4. tecnología atrasada.

Conviene dejar claro que la inmensa mayoría de las empresas pequeñas funcionan en el tercero y cuarto de estos niveles. Además, el

efecto económico de ayudar a las pequeñas empresas a pasar de los niveles inferiores y superpoblados de la tecnología de la producción (por ejemplo, el de la tecnología «atrasada», el de la tecnología «de uso ordinario») a niveles superiores es muy importante. Nuestro análisis de la industria japonesa lleva a la conclusión, compartida por muchos expertos, de que su fuerza competitiva reside en el porcentaje relativamente grande de empresas que funcionan al nivel de la tecnología avanzada. Los visitantes de las fábricas japonesas rara vez dicen haber visto una tecnología desconocida en Europa o Estados Unidos, pero el énfasis japonés en la moderna tecnología de la producción lleva a una aplicación de las técnicas existentes al máximo de su potencial.

Desde el punto de vista de las pequeñas y medianas empresas, hay que reconocer que la tecnología punta es casi irrelevante. Sin embargo, se pueden obtener muchos beneficios del proceso de transferencias de tecnología de los niveles superiores a los inferiores. Para promover la competitividad industrial, nuestro principal esfuerzo debería ir encaminado a ayudar a las empresas a pasar de alguna manera de la tecnología de «uso ordinario» a la «avanzada». Aun así, habría que comprender que probablemente no será posible llegar a las numerosísimas empresas que se encuentran en el nivel de la tecnología atrasada. Deberíamos tener muy claro que los programas que no lleguen, directa o indirectamente, a las empresas que se encuentran por debajo del nivel de la tecnología «punta» tendrán escaso efecto sobre la competitividad industrial.

Una reciente encuesta entre 610 fabricantes neerlandeses de diferentes productos, ilustra las diferencias en los niveles de tecnología de la producción. Las empresas de industrias tales como muebles, juguetes, productos de goma y plástico, productos de metal, maquinaria, equipo de transporte, productos eléctricos y ópticos e instrumentos, fueron interrogados en una detallada encuesta telefónica sobre su uso de los ordenadores en diferentes operaciones (tales como el torneado, el fresado, el revestido, la soldadura y el vaciado) y en diferentes actividades (tales como el diseño, el transporte interior y la planificación de la producción). El cuadro 1 presenta algunas de las diferencias significativas entre las grandes y las pequeñas empresas. Cada una de las empresas tenía al menos 50 empleados. Incluso las empresas más pequeñas de la muestra afirmaron utilizar un ordenador en las oficinas con fines administrativos. Si tomamos el uso del ordenador como un indicador de la tendencia general a la informatización, podemos concluir que quedan muy pocas empresas que puedan ser clasificadas como «primitivas» a este respecto. La diferencia entre las empresas de distinto tamaño es pequeña. La infor-

CUADRO 1: Uso del ordenador por empresas de diferentes tamaños (porcentaje)

Área de aplicación de la tecnología del ordenador	Número de empleados			
	50-99 Pequeña (n=299)	100-199 Mediana (n=187)	200-499 Grande (n=108)	500 Muy grande (n=55)
1. Oficinas	76	87	90	93
2. Planificación de la producción	24	34	52	80
3. CAD (diseño asistido por ordenador)	10	11	16	35
4. CNC (control numérico por ordenador)	9	16	21	27
5. Integración de operaciones	15	17	23	29

matización del proceso de producción, objetivo de este artículo, muestra discrepancias mucho más serias. Sólo el 24% de las empresas más pequeñas (50-99 empleados) utilizan un ordenador en la planificación de la producción, frente al 80% de las empresas muy grandes (más de 500 empleados). En lo que respecta a la actividad del diseño, definida como el uso de CAD (diseño asistido por ordenador) en el departamento de diseño, las cifras son del 10% y el 35% respectivamente. Entre la submuestra de empresas que afirman dedicarse a actividades de mecanizado (n = 340), sólo el 16% de las empresas pequeñas utilizaban máquinas CN (control numérico), frente a un 52% de las empresas muy grandes.

Sólo el 9% de la muestra total de pequeñas empresas afirman utilizar el CNC (control numérico por ordenador) frente al 27% de las muy grandes. Las pequeñas empresas también se quedan atrás en un aspecto esencial de la informatización, como es la integración de las operaciones automatizadas con ordenador: el 15% en el caso de las pequeñas empresas, frente al 29% en el de las empresas muy grandes. Admitimos que puede haber otras razones por las que las empresas pequeñas se quedan atrás en lo que respecta a la introducción de automatización programable aparte del grado de avance de la tecnología de la producción. Algunos de los posibles factores son el tamaño medio de las series, la duración del ciclo medio de produc-

ción, el predominio de operaciones especialmente difíciles de informatizar como el montaje, el encolado o el cortado de ciertos materiales en empresas de un determinado tamaño. Debido al gran número de configuraciones de la producción, no fue posible utilizar nuestros datos estadísticos para aislar estos factores. La conclusión general parece ser, en cualquier caso, que las empresas pequeñas se están quedando atrás en la presente oleada de innovación en la fabricación basada en el ordenador.

Aunque no son muchas las empresas que admiten ante un extraño haber tropezado con graves problemas para introducir la automatización, 74 empresas de nuestra muestra lo hicieron, informando de problemas específicos en respuesta a una pregunta directa. Hemos clasificado sus problemas como internos (es decir, de organización, falta de personal cualificado), técnicos (*software*, problemas de puesta en marcha) o externos (proveedores, asesores, falta de información). Aunque el número no es grande, es interesante señalar que en 8 de 22 pequeñas empresas los problemas eran externos, mientras que sólo en 3 de 16 grandes empresas los problemas eran de esa índole. Esto respalda la afirmación de que las pequeñas empresas que introducen la automatización programable en la fabricación son especialmente vulnerables con respecto al medio o la comunidad técnica en que operan.

Si a estos datos de la encuesta añadimos los resultados de las entrevistas con expertos en el área de la automatización en la fábrica, nuestra conclusión es que el apoyo dado por proveedores y asesores a las pequeñas empresas que introducen la automatización es muy insuficiente. Muy rara vez forman las pequeñas empresas parte de una red de difusión del conocimiento y las nuevas ideas en el área de la fabricación. En lugar de ello, tienen que enfrentarse a «vendedores de productos». Se hace caso omiso de las consecuencias técnicas, económicas, organizativas y laborales. Las alternativas no son desarrolladas suficientemente. En el proceso de adquisición del nuevo equipo de automatización, el aspecto técnico parece predominar. Pero el desarrollo técnico es tan rápido y algunas de las tecnologías son tan nuevas para la pequeña empresa que la incertidumbre tecnológica sigue siendo grande. El problema se ve agravado por la reducida gama de productos ofrecida por un solo proveedor o asesor. El asesor ofrece conocimientos sobre sistemas técnicos concretos, y no tanto sobre el mejor modo de elegir entre sistemas alternativos. La economía de la introducción también es tratada superficialmente. Dados los efectos sistemáticos de la nueva tecnología, que a menudo implica elementos tanto de innovación en el producto (por ejemplo, calidad) como de innovación en el proceso, es muy difícil hacer cálcu-

los económicos realistas. Tenemos la impresión de que la mayoría de las veces la decisión de comprar se basa sobre todo en un acto de fe.

La omisión de los problemas de organización a la hora de introducir la nueva automatización es verdaderamente grave. Factores tales como la estrategia de fabricación, los cambios en la organización, la cualificación actual y futura de la mano de obra y la calidad del trabajo, que en cierto sentido representan las fuerzas que «tiran» de la demanda en el proceso de innovación de la fabricación, aparecen con demasiada frecuencia como problemas a resolver una vez instalado el equipo.

Por supuesto, estos problemas son también familiares a las grandes empresas. En muchos aspectos, son inherentes a la introducción de la nueva tecnología de producción. Pero dado que las pequeñas empresas son más vulnerables en el actual proceso de reestructuración industrial y carecen a menudo de recursos para hacer los ajustes necesarios, parece conveniente intentar desarrollar enfoques especialmente encaminados a satisfacer sus necesidades. Aunque son posibles muchos enfoques, una forma especialmente adecuada de ayudar a estas empresas parece ser desarrollar un modelo de cambio en la organización que pueda servir de guía en el proceso de introducción de la automatización. Está concebido para ser utilizado por el responsable de este proceso, ya sea como director del proyecto desde dentro o como asesor desde fuera, y también puede ser utilizado como base convenida para la cooperación entre las diferentes partes que intervienen en el proceso, tales como la dirección, los trabajadores del taller, los expertos ajenos a la empresa y los proveedores. Es de esperar que este modelo pueda ser uno de los muchos elementos necesarios para construir las redes de divulgación del conocimiento técnico y las nuevas ideas sobre dirección si se quiere que la pequeña empresa desempeñe un papel importante en la reestructuración de las industrias de fabricación ahora en ciernes.

### Automatización y organización

La automatización no da como resultado una única innovación, sino que incluye un conjunto de posibilidades y alternativas tecnológicas, basadas principalmente en la microelectrónica, que llevan a diferentes soluciones organizativas en diferentes contextos. Un robot no es sólo un robot. Los problemas básicos del diseño en la automatiza-

ción no se resuelven en la etapa de la investigación (como sucede a menudo en la química) o en la etapa del diseño (por ejemplo, la aviación civil), sino en la etapa de la aplicación. En nuestra opinión, las opciones más importantes son las que hay que tomar con respecto a la organización de la producción y el trabajo.

En consecuencia, preferimos no hablar de los efectos de la automatización en el trabajo o en el funcionamiento del sistema de producción. En estos efectos influyen notablemente las opciones tomadas en cada situación concreta en lo que respecta a la tecnología y a la organización (figura 1).

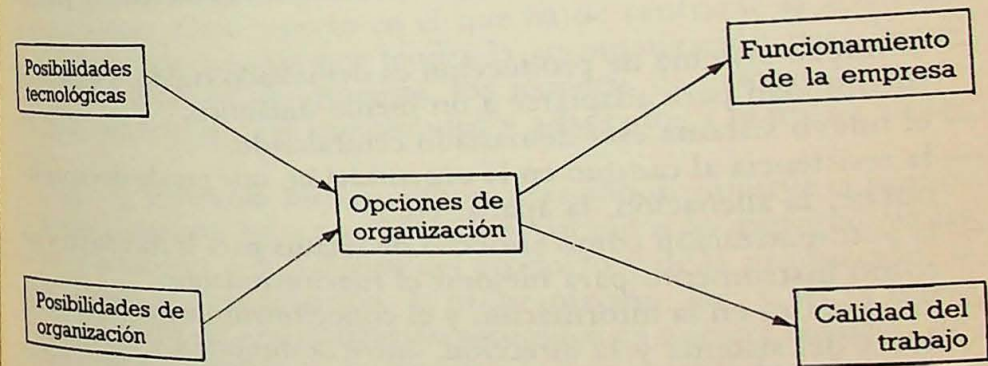


FIGURA 1. Las opciones específicas de cada empresa determinan las relaciones entre la tecnología y sus efectos

La introducción y aplicación de las nuevas tecnologías de producción afectan a la organización de las empresas de dos modos. En primer lugar, una introducción con resultados positivos exige un proceso de toma de decisiones dentro de la empresa en el que intervienen muchos aspectos, como los departamentos y los expertos/usuarios. Hay que tener en cuenta dos problemas. El primero es el control de estos procesos de toma de decisiones de tal forma que en el momento adecuado intervenga la gente adecuada, representando los aspectos relevantes. No es sólo una cuestión de distribución de la información a las personas implicadas; también el conocimiento y la experiencia de estas personas en lo que respecta a determinados puntos tienen que ser utilizados lo más posible de una forma interactiva. En especial, hay que tener en cuenta el aspecto de la tecnología (¡incluyendo los costes!), el trabajo y la organización (incluyendo la estrategia) y velar por su equilibrio en todo momento durante el proceso de introducción.

En segundo lugar, las tecnologías de automatización avanzadas



pueden influir en la estructura de la organización. En la teoría de la organización es bien sabido que la estructura óptima de la organización depende de la tecnología de producción utilizada. La cuestión es: ¿de qué modo se puede realizar la estructura óptima de la organización en la situación creada por los rápidos cambios en el mercado y en la tecnología disponible?

En la práctica, los efectos de la automatización sobre la estructura organizativa plantean muchos problemas. Según los expertos, en la industria neerlandesa cerca de un 25% de los robots industriales permanecen ociosos, como un juguete cuya llave se ha perdido. Al nivel de la organización se mencionan a menudo una serie de problemas:

- el nuevo sistema de producción es demasiado rígido, y carece de flexibilidad para adaptarse a un medio dinámico;
- el nuevo sistema está demasiado centralizado;
- la resistencia al cambio en la organización, que puede llevar al sabotaje, la alienación, la apatía, etc.;
- la automatización como símbolo de estatus para la dirección y no como instrumento para mejorar el funcionamiento;
- los desfases en la información y el conocimiento entre los diseñadores del sistema y la dirección, entre la dirección y los trabajadores, y entre los técnicos tradicionales y los «nuevos».

### Automatización y trabajo

La automatización afecta al trabajo cuantitativa y cualitativamente. Los estudios sobre el empleo en relación con la automatización revelan que existen muchas incertidumbres e inexactitudes en la valoración de los efectos. Pero en lo que se refiere a la producción directa, es de esperar una disminución del empleo. En la actualidad, en las empresas una gran parte del personal está todavía directamente vinculado a la producción. La automatización llevará sin duda a una disminución del empleo a nivel local (de hasta un 90% en muchos casos). Se podría conseguir una compensación integrando las tareas de planificación de la producción y la producción, pero es difícil hacer afirmaciones generales. Es de esperar un incremento de los «convenios de tecnología» entre la dirección y los sindicatos. El tema de las cifras de empleo será el punto principal en estos convenios.

Muchas empresas tienen todavía una estructura jerárquica y organizativa funcional o instrumental. Esta estructura no es la adecuada

en un momento en que se requieren eficiencia, calidad y flexibilidad al mismo tiempo. La introducción de la automatización exige a menudo una organización con las siguientes características:

- una estructura totalmente jerárquica;
- una intensa cooperación entre los departamentos y los niveles jerárquicos;
- una estructura orientada hacia el producto.

Es de esperar que el trabajo por turnos se incremente y probablemente se intensifique en la situación actual. Es preciso prestar atención al trabajo por turnos en relación con los tiempos de descanso y de trabajo. Otro aspecto en el que ha de centrarse la atención es el de las consecuencias que tendrá la automatización para la estructura de tareas. Posteriormente, los sistemas de valoración y retribución tendrán que ser modificados y adaptados a la nueva situación.

Como se mencionó antes, la automatización disminuye el número de tareas directas en la producción, y cobran más importancia las tareas relacionadas con el diseño del producto y de la producción, la planificación de la producción, la programación, etc. Casi la mitad de los proyectos de automatización recogidos en nuestra encuesta llevaron a un incremento de las tareas y la responsabilidad del departamento de planificación de la producción. Una mayor complejidad de los sistemas (*hardware* y *software*) exige más tareas de apoyo, que podrían ser integradas ventajosamente con el resto de las tareas de producción. Se puede elegir entre formar *operadores que controlen la producción* o formar *operadores que vigilen la producción*, y en nuestra opinión es preferible el primer tipo de operadores, ya que los recursos humanos son utilizados de forma más productiva en este caso. El análisis de las tareas es un eficaz instrumento para investigar los elementos que sirven de base a las tareas que hay que realizar. En general, se deberían aplicar los siguientes criterios para el diseño de las tareas:

- evitar el trabajo monótono;
- evitar el trabajo asociado a una postura y a distancia de la máquina;
- evitar los ciclos de trabajo repetitivo inferiores a 1½-2 minutos;
- evitar el aislamiento funcional y social;
- evitar las tareas de vigilancia pura.

El cambio en las tareas da como resultado diferentes niveles de cualificación. Hay que llevar a cabo un análisis en la empresa con respecto a las necesidades de selección, educación y formación. El paso siguiente será definir los objetivos y los programas para conseguir

los niveles necesarios de cualificación. Estos programas, cuando están debidamente diseñados, pueden desempeñar un importante papel en la aceptación de la nueva tecnología. Es de esperar que los costes de estos programas se incrementen de un 10% a más de un 25% de la inversión total en los nuevos sistemas.

### Un modelo para la introducción y aplicación de una nueva tecnología de producción en la fábrica

El modelo que se presenta en este apartado resume los aspectos antes analizados y los engloba en un enfoque para la introducción y aplicación de una nueva tecnología de la automatización. Este modelo debería ser considerado como un esbozo, no como un proyecto terminado. Es un marco conceptual para los diseñadores, la dirección, los asesores (dentro o fuera de la empresa) y los representantes de los empleados. El modelo puede verse en la figura 2. Se pueden distinguir cinco fases:

1. orientación
2. prediseño
3. diseño
4. prueba (verificación previa)
5. aplicación

La integración de la tecnología, el trabajo y la organización en cada una de las etapas, la temprana formulación de una estrategia de automatización, la atención a los intercambios hombre-máquina, la dirección de todo el proceso de toma de decisiones y la frecuente retroacción sobre las fases anteriores son aspectos especialmente importantes del modelo.

Estas fases representan el proceso de toma de decisiones que puede ser utilizado en la introducción y la aplicación de la automatización. Además, cada una de las fases abarca tres aspectos:

1. tecnología
2. trabajo
3. organización

En nuestra opinión, estos tres aspectos deberían ser tratados simultáneamente en cada fase de una forma integrada, a fin de evitar los efectos desfavorables de la automatización antes mostrados. Vamos a explicar brevemente las cinco fases del modelo.

#### Fase 1: orientación

En esta fase, las actividades de exploración del medio deberían dar como resultado una estrategia de automatización, por ejemplo la situación deseada en la fabricación dentro de 5 a 10 años, así como el camino para llegar a esta situación. Esta estrategia debería traducirse en objetivos para la organización de la producción, que constituyen la base de la fase siguiente. Ejemplos de tales objetivos son:

- reducción del inventario en un 30% en un plazo de 3 años;
- introducción de un sistema puntual en un determinado departamento de producción;
- reducción del absentismo en un 30%;
- duplicación de la frecuencia de introducción de nuevos modelos del producto;
- consecución de un nivel determinado de calidad del trabajo y de condiciones de trabajo;
- consecución de un determinado nivel de calidad para los productos acabados.

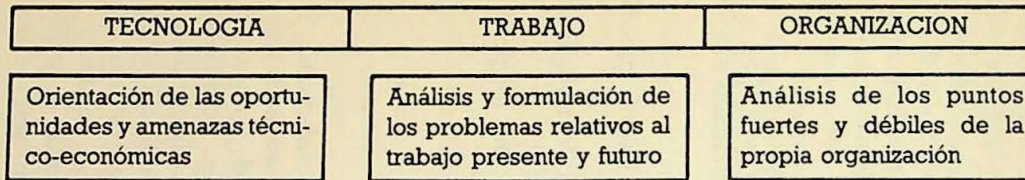
#### Fase 2: prediseño

Teniendo presentes los objetivos, se exploran las soluciones, por ejemplo mediante estudios de viabilidad de los subsistemas. Se realiza una opción en lo que respecta a la distribución de las tareas globales entre los sistemas técnicos y los trabajadores. Se establecen acuerdos sobre la dirección del proyecto y los procedimientos a seguir en los procesos de introducción y aplicación. En lo que respecta al contenido de las tareas de los trabajadores, hay que estudiar hasta qué punto hay que llevar la integración de las tareas, partiendo del criterio de que las tareas deben ajustarse a la capacidad y cualificación de los trabajadores. En esta fase se elaboran también los procedimientos para la participación de la dirección y de los trabajadores en los procesos de diseño y toma de decisiones.

#### Fase 3: diseño

Se especifican con más detalle las opciones formadas en la fase anterior. Se evalúan los diferentes sistemas técnicos en función de las especificaciones, los costes y los efectos esperados sobre la calidad del trabajo y las condiciones de trabajo. Se formulan especificaciones

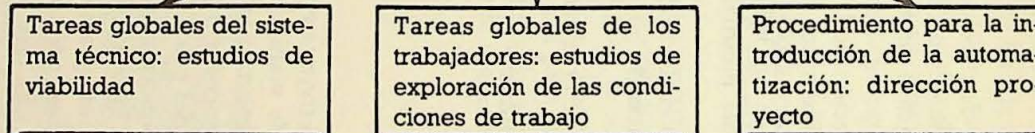
1. ORIENTACION



Estrategia de automatización

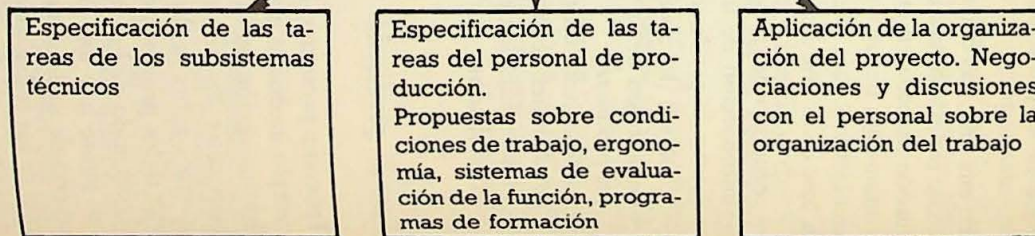
Objetivos para la organización de la producción

2. PREDISEÑO



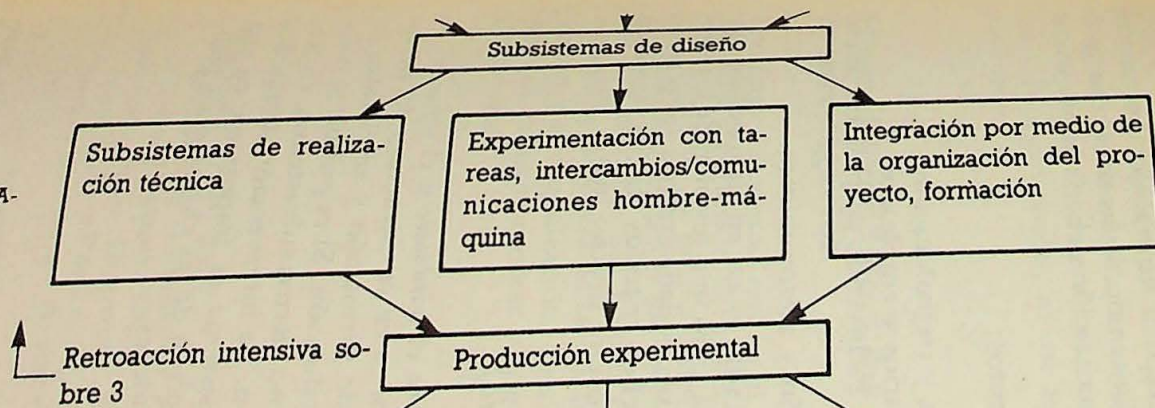
Objetivos para los subsistemas

3. DISEÑO



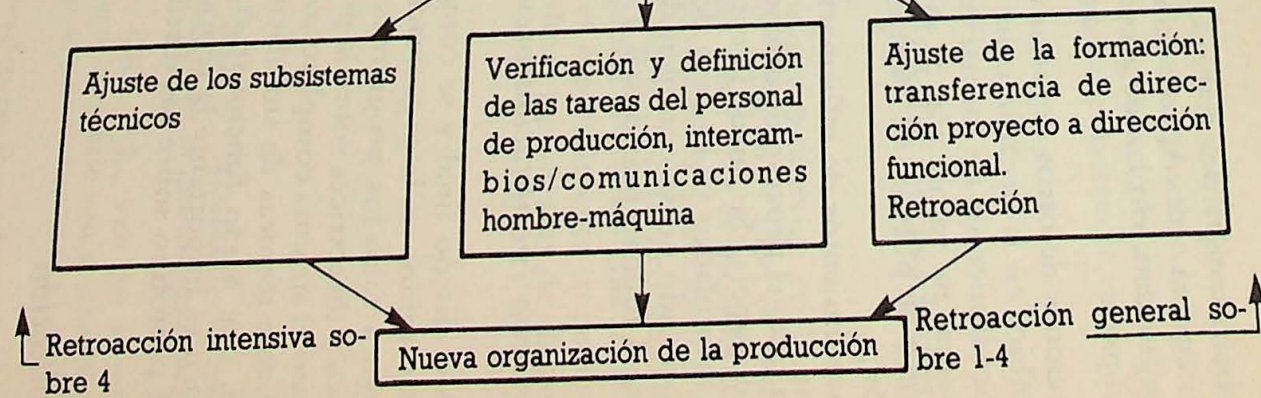
Sociología del Trabajo I

4. PRUEBA (VERIFICACIÓN PREVIA)



Retroacción intensiva sobre 3

5. APLICACIÓN



Otoño de 1987

FIGURA 2. Modelo de introducción de una nueva tecnología de producción en la fábrica

para la organización del trabajo, lugares de trabajo, intercambios hombre-máquina, etc. Aparte del contenido de las tareas, la ergonomía y la seguridad, el plan de automatización debería prever las consecuencias para:

- las funciones de otros departamentos;
- los cambios en la organización;
- los procedimientos de formación y (re)colocación;
- los sistemas de valoración de salarios y empleados;
- el número de puestos de trabajo, incluyendo las políticas de contratación;
- los procedimientos de información y asesoramiento.

En esta fase, el proceso de diseño sólo existe en términos de «planes sobre el papel». Se puede llevar a cabo una revisión de los criterios antes formulados y, en caso de necesidad, cambiar los planes o adaptarlos cuando no se cumplen dichos criterios. En las siguientes fases esto será mucho más difícil y costará mucho más.

#### Fase 4: prueba (verificación previa)

Se formula el diseño final y se compra el *hardware* y el *software*. Se realizan los cambios en la organización y en la estructura del personal, se llevan a cabo los programas de formación y se ejecutan las instrucciones y directrices sobre la producción. Si es posible se comprueban tanto el sistema completo como ciertos subsistemas, en ocasiones mediante técnicas de simulación. La intervención de aquellos trabajadores que harán funcionar el sistema es importante en esta fase. También es importante la retroacción de las experiencias preliminares del prototipo sobre los diseñadores.

#### Fase 5: aplicación

El sistema es aplicado y puesto en marcha. La evolución de las partes del sistema puede llevar a nuevas mejoras de maquinaria, *software*, distribución de la información, formación y aprendizaje, tareas de los operadores y condiciones de trabajo. Son aconsejables, especialmente en el campo del *software*, amplios márgenes de error. Este aspecto es subestimado a menudo, especialmente si en la empresa predomina la cultura tradicional de la ingeniería mecánica. Este proceso de análisis y mejora debería repetirse con regularidad. En la

Otoño de 1987

práctica, es frecuente que las fases 3, 4 y 5 se integren gradualmente. La retroacción intensiva, la rápida reacción sobre la base de los resultados de las fases sin olvidar la integración de la tecnología, el trabajo y la organización, es un aspecto importante del enfoque aquí presentado.

### El uso del modelo y las actuales actividades de investigación

El enfoque integrado que aquí se presenta exige en la práctica una adecuada supervisión del proceso. Aún en el caso de que haya asesores externos, la propia empresa tiene que responsabilizarse de la adecuada organización del proyecto y de la dirección del proceso de diseño e introducción. En esta organización del proyecto hay que garantizar la presencia de las disciplinas asociadas con la tecnología, el trabajo y la organización. Esto es especialmente importante cuando hay que evaluar, aceptar y coordinar propuestas de distintos grupos de trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bilderbeek, R.H., Kalff, P.J. y Prakke, F., *Automatisering van de fabricage: een verkenning van technische, economische en sociaal-organisatorische aspecten*, Kluwer, Deventer, 1985.
- Bilderbeek, R.H., Brouwers, A., Kalff, P.J., Van der Grinten, M., Pasmooy, C.K. y Prakke, F., «De introductie van automatisering in de fabriek», documento de trabajo STB-TNO/NIPG-TNO, Apeldoorn/Leiden, 1985.
- Prakke, F., «Manufacturing innovation between the state and the market», en Gerstenfeld, A. y Warnecke, H.J., (comps): *Proceedings of Conference on Manufacturing Research: an international perspective*, Stuttgart, August, 1985, Elseviers (en prensa).

# SOCIOLOGIA DEL LAVORO

## LA SOCIOLOGIA DEL LAVORO IN ITALIA E IN FRANCIA

A. Accornero, G. Bonazzi, C. Casassus Montero, G. Cella, M. Dadoy, D. De Masi, P. Dubois, M. e C. Durand, S. Erbès Seguin, M. La Rosa, G. Pirzio Ammassari, P. Rolle, G. Romagnoli e M. Ambrosini, M. Bianchi, F. Cecere, F. Consoli, M. Dalla Costa, A. Gandini, S. Dusan Gostisa, C. Pasini, G. P. Prandstraller, P. Rella, M. Vervaeke.

A cura di Michele La Rosa, Everardo Minardi e Paolo Zurla.

### Comitato direttivo:

Giuseppe Bonazzi  
Federico Butera  
Domenico De Masi  
Michele La Rosa

### Corrispondenti per l'estero:

Juan José Castillo (Madrid)  
Pierre Dubois (Parigi)  
Karl Hinrichs (Bielefeld)  
Pierre Rolle (Parigi)  
Helmut Wiesenthal (Bielefeld)

### Abbonamento 1986:

Italia L. 52.800  
Estero L. 65.000  
Da versare sul c.c.p. 17562208 intestato a FAE Riviste s.r.l., Milano

### Amministrazione:

V. le Monza 106, 20127 Milano

### Direzione e redazione:

Centro Internazionale di Documentazione e Studi Sociologici sui Problemi del lavoro (C.I.DO.S.P.E.L.). Università di Bologna, casella postale 413, 40100 Bologna (Italia).

# El papel de las partes implicadas en la introducción de nueva tecnología

Vittorio Di Martino\*

## El programa de investigación de la Fundación Europea

Dentro del amplio debate mantenido en la Comunidad sobre diálogo social e innovación tecnológica, la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo viene desarrollando desde hace algunos años un programa de investigación destinado a evaluar el potencial de los procesos y procedimientos de participación con ocasión de la introducción de nueva tecnología.

Hasta la fecha, la Fundación Europea ha llevado a cabo tres proyectos de investigación sobre el tema en cuestión. El primero de ellos, ahora terminado, consistió en un análisis de campo centrado en el incipiente fenómeno de los convenios colectivos de tecnología. Este proyecto fue desarrollado a través de veintiún estudios de casos concretos, expuestos en cinco informes nacionales y resumidos en un informe final. El conjunto de datos y experiencias recogidos en esta primera fase fue luego sometido a análisis a un segundo nivel por un grupo internacional de expertos, con vistas a elaborar un instrumento que permitiera a las partes implicadas comprender mejor las interrelaciones entre los diversos factores y, de este modo, orientar sus actividades. Esta fase secundaria está casi concluida, con la elab-

\* De la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo (Dublín).  
«The role of the parties involved in the introduction of new technology». Traducción de Pilar López Máñez.

boración de una guía práctica y flexible (no un manual, y menos aún un modelo).

Finalmente, con vistas a ampliar el campo de observación en la investigación y proporcionar referencias concretas para una futura acción, se puso en marcha un importante sondeo de opinión a nivel europeo. Esta encuesta, que estará concluida en 1987, cubrirá una muestra de unos 10 000 representantes de la dirección y los trabajadores de más de 2 000 empresas afectadas por cambios tecnológicos de gran alcance, y debería ser capaz también de mostrar las oportunidades reales de participación experimentadas y buscadas por las partes directamente interesadas.

El resultado de la primera fase de la investigación y, en la medida en que están disponibles, los resultados de la segunda fase, han revelado la importancia central de los siguientes aspectos.

*La implicación de las partes interesadas por el cambio tecnológico puede contribuir positivamente a una introducción fluida y flexible de la nueva tecnología, a una mejora de la calidad de las condiciones de trabajo y a una mejora de las relaciones laborales.*

Es muy difícil identificar, dentro de los procesos de innovación tecnológica, el impacto del diálogo entre los interlocutores sociales, ya que ésta es una variable importante, aunque ciertamente no decisiva, en este contexto. Sin embargo, es posible distinguir algunas áreas de especial importancia y analizar, sobre la base de la investigación llevada a cabo por la Fundación Europea, los efectos entrelazados de los procedimientos de participación y la introducción de nueva tecnología.

## Empleo

A pesar de las crecientes expectativas suscitadas por el potencial de la nueva tecnología para crear nuevos puestos de trabajo y los resultados positivos obtenidos en algunos sectores clave, no parece probable que, a corto o medio plazo, se produzca un espectacular reajuste ocupacional. Esto significa que durante los próximos años, Europa tendrá que enfrentarse a una situación muy seria, con millones de trabajadores excluidos de los procesos de producción y el riesgo de una marginación crónica de amplias capas de la sociedad. Un factor esencial parece ser, pues, la capacidad de superar este período de transición mediante un diálogo, en el que intervengan las partes más directamente afectadas, sobre el tema de la innovación tecnológica.

## Especialización y cualificación

La nueva tecnología crea una clara tendencia a un aumento de la especialización de la mano de obra, como resultado del cambio en la dedicación exigida, que está dejando de ser una contribución física/manipulativa para convertirse en una contribución intelectual/conceptual. Pero también crea casos de incapacidad de adaptación de las prácticas laborales: este problema surge especialmente entre los trabajadores de más edad y en ciertos tipos de procesos que están desapareciendo o sufriendo una drástica modificación. Así pues, se está creando una escisión en la mano de obra entre los que permanecen dentro del sistema, disfrutando de los beneficios de la innovación tecnológica y adaptándose con éxito a las nuevas exigencias del puesto de trabajo (mano de obra crítica), y los que carecen de esta capacidad y se ven de este modo gradualmente expulsados del ciclo productivo (mano de obra marginal). El tipo de formación exigida también está cambiando, debido al continuo desarrollo de la innovación tecnológica, que precisa de un conocimiento y una adaptabilidad generales más que de un conjunto rígido de aptitudes específicas.

La participación puede contribuir ciertamente a la búsqueda de soluciones eficaces, pero también aceptables, a estos problemas.

## Calidad del trabajo

Se observa una mejora general del entorno físico y de las condiciones de seguridad e higiene en el lugar de trabajo. Los restantes problemas se refieren al uso de terminales de vídeo en las oficinas y al control de ciertas situaciones de riesgo que han surgido con el uso de robots industriales. A nivel psicológico, el aburrimiento y la tensión resultantes de unas tareas repetitivas, la creciente aceleración del trabajo y la atención exigida por unos sistemas especialmente complejos, pueden crear serias situaciones de estrés. Se están llevando a cabo un gran número de investigaciones en esta área, y también en el campo de la «ergonomía del software», donde surgen problemas a causa de las incoherencias entre las fases de diseño y utilización de los sistemas automatizados. Estas diferencias parecen surgir por la falta de interacción entre las personas que diseñan los sistemas y las personas que los usan. Un mayor grado de implicación de los trabajadores en el proceso de desarrollo tecnológico parece, por consi-

guiente, ser un requisito previo necesario para la solución de estos problemas.

### Tiempo de trabajo y distribución

La flexibilidad de la nueva tecnología hace ciertamente posible conseguir una mejor división y una distribución diferente del tiempo de trabajo. Este efecto puede ir acompañado de situaciones en las que los recursos humanos son utilizados excesivamente (aunque ello pueda ser aceptado voluntariamente), con posibles riesgos para la salud de los trabajadores. A un nivel más general, la nueva tecnología permite reducciones globales del horario de trabajo en el marco de las nuevas estrategias de empleo. En este contexto, el papel de la participación tecnológica parece extremadamente importante, tal como lo indica claramente el desarrollo de negociaciones en esta área.

### Productividad y remuneración

La investigación muestra un claro incremento de la productividad como consecuencia de la innovación tecnológica, especialmente acusado en los casos en que la innovación se ha producido a través de la participación y no de forma obligatoria. Los niveles de retribución se benefician también de estas situaciones, al ser posibles los incrementos gracias al ahorro en los costes y a la mayor competitividad conseguida por la empresa.

### Relaciones laborales

Las relaciones laborales muestran por lo general una acusada mejora allí donde los procesos de innovación tecnológica tienen lugar con la implicación de la mano de obra afectada. Este tipo de desarrollo positivo no sólo aumenta las posibilidades de éxito de estos procesos de cambio, sino que a menudo crea un clima favorable para un posterior entendimiento en el futuro entre las partes interesadas.

*A pesar del potencial de la participación tecnológica, el proceso de introducción va acompañado con frecuencia de temores y resistencias por parte de los afectados.*

La actual situación se caracteriza a menudo por inquietudes e incertidumbres profundamente arraigadas que acompañan a la introducción de nueva tecnología. Los implicados en el proceso de cambio parecen a menudo incapaces de elaborar estrategias adecuadas y de desarrollar medidas coordinadas y eficaces.

Bajo esta situación se ocultan los problemas centrales del desempleo y la pérdida de especialización entre la mano de obra que han sido ya mencionados.

Las actitudes de las partes frente a la innovación tecnológica se ven también afectadas por un enfoque «determinista» muy extendido que ve en las nuevas tecnologías un factor de estímulo inevitable y en gran medida incontrolable. Este enfoque, que podría resumirse en la frase «sólo un camino: el mejor», rechaza el proceso de diálogo entre los interlocutores sociales como un estorbo que resulta superfluo en el contexto del desarrollo tecnológico, estrictamente regido por las exigencias concretas de una naturaleza productiva, dentro de una situación de extrema competencia mundial. La consecuencia de esto es que se adoptan posturas «cerradas», especialmente en ciertos países o sectores de la producción en los que la tradición del diálogo no está firmemente arraigada y las condiciones para el desarrollo no son favorables. En este marco, la capacidad de «respuesta» de los sindicatos es sometida a una prueba muy dura.

Los sindicatos están tropezando con dificultades, más o menos en todas partes, para traducir el conocimiento que han adquirido —a menudo con considerable esfuerzo— en una política práctica en materia de tecnología. El proceso de analizar y valorar la información recibida requiere, en efecto, ciertos recursos técnicos, organizativos y económicos que los sindicatos no siempre parecen capaces de proporcionar. Incluso el carácter representativo de los sindicatos se ha visto gravemente socavado por la gradual sustitución de la tradicional mano de obra de cuello azul por una nueva mano de obra de cuello blanco, altamente especializada. Esta «nueva» mano de obra puede mostrarse poco dispuesta a aceptar el liderazgo de los sindicatos, especialmente si su guía es un tanto vacilante. Esto ni siquiera incluye aquellas situaciones, tales como el trabajo a distancia, que afectan drásticamente a toda la armazón organizativa sobre la que se asientan las estructuras sindicales.

Por el contrario los patronos, aunque también se resienten de la falta de estrategias claras y de la crisis de algunos elementos claves tales como los mandos intermedios, disfrutan sin embargo de una posición de poder reforzado, facilitada por un mayor control de las decisiones sobre organización y de los procesos de producción, hecho posible a su vez por la nueva tecnología. Este desequilibrio de

fuerzas entre los dos interlocutores principales constituye un elemento más de incertidumbre que se ve agravado, especialmente a nivel de empresa, por los cambios e incrementos en las partes y los centros de decisión y de poder, en contraposición al sistema bipartidista tradicional (conversaciones entre patronos y sindicatos).

*El desarrollo de un diálogo constructivo entre los interlocutores sociales es posible y beneficioso para las partes interesadas.*

La investigación ha confirmado la absoluta inadecuación del enfoque determinista, que ve en la nueva tecnología un «factor de estímulo» inevitable y en gran medida incontrolable. Este enfoque se basa en una visión mecanicista de las cosas y es claramente inadecuado para tratar un fenómeno como la tecnología, que se caracteriza por una extrema flexibilidad y adaptabilidad de las soluciones.

Aun si se toman en consideración los límites objetivos dentro de los cuales se ve obligada a actuar la empresa, sigue habiendo un amplio margen para formular y desarrollar, a través de todo el proceso de toma de decisiones, alternativas y opciones válidas, y por lo tanto para conseguir una implicación constructiva de las partes afectadas por las consecuencias de este proceso.

En este contexto, las partes afectadas por la nueva tecnología desempeñan su papel en la persecución de unos intereses individuales y/o de grupo concretos. Son estos intereses los que determinan las acciones de las partes en el terreno práctico, y representan una base esencial para la participación, que en modo alguno puede ser sustituida por estructuras artificiales de un tipo puramente formal.

A veces es difícil identificar los intereses «participativos» de los diferentes actores, ya que éstos son confusos en las situaciones de incertidumbre e inseguridad que a menudo acompañan a la introducción de nueva tecnología. Sin embargo, la investigación ha demostrado que tanto los patronos como los trabajadores tienen un claro interés en la participación tecnológica.

Para los patronos se trata de superar una fase extremadamente delicada en la vida de la empresa, de forma rápida y eficaz. El consenso de los trabajadores y sus representantes constituye un factor indispensable en esta estrategia, y su implicación es un corolario inexcusable.

Si esto es aplicable en general a todas las situaciones, en la práctica el grado de «apertura» por parte de los empresarios a nivel individual dependerá de una serie de factores específicos, que pueden activar o inhibir su interés práctico por los procesos y procedimientos de participación. He aquí algunos de estos factores:

### Otoño de 1987

- el nivel de cualificación «tecnológica» de la mano de obra (cuanto más elevado es éste, mayor es el estímulo para la participación);
- el tipo de tecnología introducida (la participación de la mano de obra está correlacionada con el grado de «incertidumbre» de la tecnología);
- las dimensiones de la empresa (como base para la introducción de las estructuras y prácticas de participación a una escala bastante grande);
- las tradiciones de las relaciones laborales (las experiencias previas de cooperación o confrontación tienen una influencia considerable sobre el tipo de curso que sigue la participación tecnológica);
- las estrategias de la dirección (según que la modificación tecnológica se caracterice por una innovación en el coste, en el control, en la calidad o en el desarrollo);
- la organización de la empresa (los procesos de descentralización y flexibilización de la organización —la «empresa flexible»— hacen que cambien los centros de actuación y decisión en la empresa, lo que tiene consecuencias directas para las posibilidades de participación tecnológica).

Por lo que respecta a los trabajadores y sus representantes, su implicación en los procesos de innovación tecnológica constituye un requisito esencial para su futuro. A pesar de las situaciones de tensión en algunas de las zonas más tradicionales del movimiento sindical, la tendencia general, a escala europea, apunta a una «apertura» considerable al cambio. Los sindicatos son conscientes de que ya no es posible reducir sus actividades a una limitada esfera de intereses (niveles de empleo, remuneración y condiciones de trabajo), sino que es necesario abordar toda la serie de problemas relacionados con la introducción de nueva tecnología (planes de reestructuración, movilidad de la mano de obra, productividad, competitividad, etc.). Es decir, se han dado cuenta de que no se puede explotar el enorme potencial de los procesos de cambio a menos que se acepte un papel más activo, que es también un papel más arriesgado, en la dirección de estos procesos.

Este es un reto vital para el movimiento sindical, que pone rigurosamente a prueba su capacidad de representación, organización y negociación. Las posibilidades de éxito final dependerán, en cada situación concreta, de una serie de factores esenciales tales como:

- el grado en que la mano de obra es consciente de que puede influir en el proceso de cambio;
- la capacidad de los sindicatos de movilizarse en la persecución de unos objetivos claramente definidos;



- la capacidad de identificar estos objetivos de un modo específico y nítido;
- la existencia de una estructura adecuada de representación que presione sobre los puntos nodales de la estructura de toma de decisiones de la empresa;
- el grado de independencia de los trabajadores y sindicatos a la hora de plantear alternativas reales en relación con las situaciones preestablecidas;
- la capacidad de hacer uso de la información;
- la posibilidad de recurrir a expertos dentro y fuera de la empresa;
- un tipo de organización que sea capaz de perseguir unos determinados objetivos durante un determinado período de tiempo;
- la capacidad de analizar el fondo de los problemas al comienzo y a lo largo de todo el proceso de innovación.

*No hay un modelo «oficial» de participación tecnológica aplicable a todas las situaciones y circunstancias: la atención se centra cada vez más en los «mecanismos eficaces» para implicar a las partes interesadas.*

La investigación puso de relieve la gran variedad y el carácter considerablemente insatisfactorio de las formas existentes de participación tecnológica. El contexto de la legislación y regulación parece ser importante, pero no el factor decisivo en el desarrollo de las prácticas reales de participación. En la negociación tradicional desempeña todavía un papel esencial e incluso reforzado, como en el caso de los acuerdos IRI-ENI en Italia, que han ampliado el campo de concertación y participación de los trabajadores en cuestiones tales como la reestructuración y reorganización del grupo. Los convenios de tecnología, tras un período de rápida expansión, están mostrando ahora graves limitaciones debidas al carácter específico de su contenido (que a menudo ha sido incapaz de abarcar toda la amplitud y la complejidad de los problemas tecnológicos actuales) y a su reducida área de influencia y difusión (centrada principalmente en los trabajadores de cuello blanco).

Los arreglos informales también conservan una función extremadamente importante, especialmente en algunas situaciones laborales. Asimismo se están desarrollando nuevas estructuras y procedimientos de participación sobre una base *ad hoc*, especialmente creados para hacer frente a la innovación tecnológica. Básicamente no ha surgido ningún modelo guía o dominante. Lo que se observa, en cambio, es una variedad de formas de participación que abarcan un amplio espectro de posibilidades y «compiten» entre sí.

La atención y el énfasis se centran cada vez más en los mecanismos «eficaces» para implicar a las partes interesadas. Los datos em-

píricos sobre las prácticas de participación indican una pauta clara en todos los diferentes sistemas de relaciones laborales europeos. Esta pauta afecta primordialmente a las formas de bajo nivel de participación, tales como la notificación o la consulta, que se concentran en las primeras etapas del proceso de cambio, mientras que las formas más intensas de participación, tales como la negociación o la toma conjunta de decisiones, se concentran en las etapas posteriores de la innovación.

De esto se desprende que es escasa la «participación» real en las etapas preliminares del diseño y la planificación, durante las cuales se toman medidas fundamentales y se adoptan decisiones tecnológicas a menudo irreversibles. Si la implicación de las partes interesadas no se extiende a estas fases esenciales, los trabajadores y sus representantes se encontrarán sufriendo simplemente los «efectos» de estas decisiones a un nivel puramente operativo. Por otra parte, la fórmula «cuanto antes, mejor» no parece ser capaz de satisfacer las necesidades de una participación tecnológica eficaz, a menos que vaya acompañada de oportunidades concretas de ejercer una influencia real en la etapa de decisión.

A tal fin, es necesario:

- que los términos del problema estén lo suficientemente claros y que las alternativas y opciones existentes sean accesibles y comprensibles gracias a una información suficiente y oportuna;
- que las partes afectadas por el cambio tecnológico sean conscientes de su mutuo interés en llegar a un entendimiento y tengan el deseo de establecer procedimientos de participación adecuados;
- que existan, o se establezcan, «foros» especiales para el diálogo, a través de los cuales puedan las partes mostrar su capacidad real de influir en las decisiones tecnológicas más allá de las estructuras o procedimientos meramente formales.

*Una participación tecnológica eficaz no se activa fácilmente de forma autónoma, sino que exige un apoyo continuo y efectivo.*

Se debe por tanto promover, a nivel nacional e internacional, el apoyo a medidas que puedan facilitar el correcto entendimiento de los problemas por parte de los afectados, dotarlos de los conocimientos necesarios y estimular las iniciativas encaminadas al desarrollo de la participación tecnológica.

Esto podría conseguirse en primer lugar estableciendo unas líneas maestras a nivel de la Comunidad, o a nivel nacional, a través de convenios colectivos de tecnología o de una legislación «marco». Lo importante es que no se debe fijar de antemano un modelo invariable

de participación tecnológica. Más bien, se debe proporcionar a las partes implicadas la oportuna información sobre los objetivos generales y el comportamiento práctico, que podrían luego ser adaptados a las situaciones específicas en las que tienen que actuar.

Dada la resistencia con que puede tropezar la introducción de tales instrumentos, y con vistas también a superar la posible inercia, especialmente durante la fase inicial, parece necesario respaldar esta intervención normativa con una ayuda práctica de carácter económico, a fin de alentar y estimular a las partes interesadas para que hagan uso del nuevo marco. Estas partes están movidas por unos intereses muy definidos, principalmente de carácter económico inmediato, y pueden no estar en condiciones de advertir, en las etapas iniciales, las ventajas prácticas que podrían obtener de un uso positivo de la participación tecnológica.

Unos incentivos económicos adecuados, tanto directos como indirectos, podrían inspirar (sin imponer) una búsqueda de soluciones nuevas y eficaces en el campo de la participación, dentro del marco de las líneas maestras fijadas por los instrumentos reguladores. Esta ayuda económica podría consistir, por ejemplo, en lo que a los patronos se refiere y a nivel europeo, en una modificación de los mecanismos de las concesiones otorgadas a través de los fondos de la Comunidad, mientras que por parte sindical la ayuda podría tomar la forma concreta de programas de formación y de reconversión «tecnológica» para los representantes de los trabajadores.

Básicamente, los interlocutores sociales podrían descubrir que merece la pena explorar las posibilidades de este tipo de participación, inicialmente por los incentivos ofrecidos, pero más tarde y cada vez más, por el valor intrínseco de tales experimentos.

De este modo se activaría un mecanismo «natural» para la proliferación de experimentos positivos; y este mecanismo, a su vez, podría ser respaldado por medidas comunitarias para fomentar el conocimiento y la información acerca de estos experimentos y facilitar su transmisión de una empresa a otra a través de Europa.

Los interlocutores sociales serían, en cualquier caso, los promotores de este proceso. A ellos les correspondería valorar las ventajas prácticas de los programas de participación, seleccionar los más eficaces, proponerlos a los otros interlocutores y a los organismos de la Comunidad, y, de este modo, facilitar la difusión de la participación.

Sólo faltaría, pues, cerrar el círculo de este proceso por medio de una revisión periódica de las regulaciones marco, sobre la base de los experimentos más significativos y fructíferos en materia de participación.

En conjunto debería ser un sistema abierto y flexible, que permitiera a las partes alcanzar los resultados deseados con un mínimo de «imposición» y un máximo de «eficacia».

## REFERENCIAS

Este artículo está basado en una investigación llevada a cabo por la Fundación Europea, especialmente sobre los resultados finales y preliminares de los siguientes proyectos:

«**The role of the parties concerned in the design and setting up of new forms of work organisation**», 1984.

Grupo de trabajo:  
 Universidad de Wuppertal, República Federal de Alemania.  
 Tavistock Institute, Londres, Reino Unido.  
 CREL, ISVET y ARPES, Roma, Italia.  
 IECI, Estrasburgo, Francia.  
 Université Libre de Bruxelles, Bélgica.  
 Vrije Universiteit Amsterdam e Intervisie, La Haya, Países Bajos.  
 Teknologisk Institut, Copenhague, Dinamarca.  
 Ponente: G. Della Rocca, RSO, Milán, Italia.

«**The role of the parties concerned by the introduction of new technology. Case studies**», 1985.

Grupo de trabajo:  
 Teknologisk Institut, Copenhague, Dinamarca.  
 Universidad de Aston, Birmingham, Reino Unido.  
 Technische Universität, Berlín, República Federal de Alemania.  
 IPC, Dublín, Irlanda.  
 ISRIL, Roma, Italia.  
 Ponente: R. Cressey, Universidad de Glasgow, Reino Unido.

«**The role of the parties involved in the introduction of new technology. A practical instrument of orientation**», 1986.

Grupo de trabajo:  
 Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung, Munich, Alemania.  
 Universidad de Glasgow, Reino Unido.  
 Teknologisk Institut, Copenhague, Dinamarca.  
 Politecnico di Milano, Italia.  
 Ponente: G. Miani, ARPES, Roma, Italia.

«The role of the parties involved in the introduction of new technology. Attitudinal survey», 1986-1987.

Grupo de trabajo:

CENSIS, Roma, Italia.

CNAM, París, Francia.

Teknologisk Institut, Copenhague, Dinamarca.

Universidad de Aston, Birmingham, Reino Unido.

SCPR, Londres, Reino Unido.

Ponente: M. Grunt, INFRATEST, Múnich, República Federal de Alemania.

«Worker participation and the improvement of working conditions. A bibliographical analysis», 1985.

V. Di Martino y W. O'Conghaile, comps.

«New technology and the quality of life. The service sector in Europe», 1986.

V. Di Martino y W. O'Conghaile, comps.

# Sistemas flexibles de fabricación y participación de los trabajadores

Børge Lorentzen y Christian Clausen\*

## Introducción

El propósito de esta ponencia es suscitar un debate sobre el modo en que los trabajadores pueden ejercer una influencia sobre las condiciones y la situación de su trabajo durante la introducción de los sistemas flexibles de fabricación (FMS) en su fábrica. En primer lugar presentaremos una serie de temas que son de gran importancia para determinar el margen de elección en lo que respecta a la técnica y la organización durante la introducción de los FMS. En segundo lugar presentaremos los principales resultados de un proyecto de investigación (llevado a cabo por el Departamento de Psicología Industrial del Instituto Tecnológico de Copenhague) sobre las estrategias de participación consistentes en involucrar a los trabajadores en los procesos de decisión relativos a la nueva tecnología, y analizaremos qué estrategia de participación servirá mejor para ampliar la influencia de los trabajadores en la introducción de los FMS.

## Estrategias de FMS

El objetivo económico primordial del desarrollo de los FMS es incrementar la utilidad de la máquina incrementando el «tiempo de dis-

\* Del Departamento de Psicología Industrial del Instituto Tecnológico de Copenhague (Dinamarca).  
«Flexible manufacturing systems and employee' participation». Traducción de Pilar López Máñez.

ponibilidad» y simultáneamente, reduciendo los costes del trabajo y el capital asociados al «trabajo en marcha».

Para cumplir el objetivo de incrementar el «tiempo de disponibilidad» es preciso concentrar los esfuerzos en eliminar todo lo posible las funciones manuales del área de la producción inmediata y, en parte, también del propio taller.

Se puede discutir hasta qué punto eliminar las funciones manuales ha sido un objetivo en sí o más bien ha formado parte de un objetivo más general. En una serie de proyectos de investigación se hace hincapié en la necesidad de dejar de depender de la mano de obra, ya que los trabajadores del taller son considerados como un factor incierto en lo que respecta al cumplimiento de la producción. Este motivo para eliminar el control de la producción y las cualificaciones ascendentes asociadas a él en la organización, aparece sobre todo en los proyectos de desarrollo apoyados por el Ministerio de Defensa americano. En Estados Unidos, ha sido en especial la industria armamentística la que ha encabezado el desarrollo y la introducción de los FMS.

Estos proyectos se basan en la concepción de un sistema de producción en el que todo es previsible, en el que todas las desviaciones pueden ser automáticamente corregidas por los sistemas de control y en el que por cierto se puede extraer de las grandes bases de datos la información necesaria para el control. Los optimistas pueden referirse al hecho de que en Japón hay ya fábricas automatizadas que han sido construidas de acuerdo con el modelo antes mencionado. Además, muchos de los grandes sistemas FMS instalados en Japón, Estados Unidos y Gran Bretaña están equipados con centros de control, y su propósito es eliminar a los trabajadores del taller.

Los críticos son menos optimistas y pueden indicar que muchos de los grandes sistemas funcionan con escasa eficiencia y que es necesario crear una gran reserva de personal a fin de resolver problemas imprevistos en la producción. En cambio se concede una gran importancia a la construcción de sistemas FMS menos ambiciosos en los que los trabajadores sigan con las máquinas.

En la producción discontinua de pequeñas series de productos variados y en las empresas relativamente pequeñas predominantes en Dinamarca, sólo los sistemas o células FMS más pequeños serán relevantes. Sin embargo, muchos de los sistemas más pequeños se construyen sobre la base de los mismos subsistemas que los grandes, y para las empresas danesas es un gran problema elegir la estrategia de FMS más adecuada.

En principio, la tecnología de los FMS invita a una clara «división vertical del trabajo» entre el taller y las funciones técnicas especiali-

zadas. Es característico de los FMS que la programación sea sustraída al taller y que el plan de producción sea confiado a un departamento central de planificación. Hay, sin embargo, alternativas que muestran la existencia de un margen de elección en lo que respecta al concepto técnico, al grado de automatización, a la organización del trabajo, etcétera. Por ejemplo, los dos tipos principales de división del trabajo presentan las siguientes características:

1. La *división tajante del trabajo* en los FMS significa una especialización en muchos tipos diferentes de trabajo: carga/descarga, manejo de máquinas, supervisión, preparación de herramientas, planificación de la producción, programación, mantenimiento, localización de averías, etc.

La especialización y la tajante división del trabajo ofrecen un cierto campo a categorías muy diferentes de profesionales. Pero al mismo tiempo implican el riesgo de minimizar el contenido del trabajo de algunas personas y sobrecargar el de otras a través de un incremento del peso de la responsabilidad. Aquí parece haber una estrecha relación entre el incremento de la especialización, la limitación de las posibilidades de disposición de los trabajadores, la reducción de las posibilidades de apoyo y ayuda mutua y la escasa flexibilidad en la solución de unas tareas cambiantes.

2. La *división homogénea del trabajo* en los FMS significa una cualificación mucho mayor de los trabajadores, así como menos tipos diferentes de trabajo. En Suecia hay ejemplos de grupos de trabajo completamente homogéneos que realizan conjuntamente la mayoría de las funciones en los sistemas FMS: carga/descarga, manejo de máquinas, supervisión, preparación de herramientas, pequeños mantenimientos. La programación de control numérico y la planificación general de la producción se realizan fuera del taller.

Esta forma de división homogénea del trabajo con un trabajo de equipo importante ofrece una serie de ventajas por lo que respecta al mayor control del propio trabajo y a la asunción de las propias atribuciones en el taller. Sin embargo, la tensión física y psíquica sigue siendo un riesgo, dependiendo del número de trabajadores y de las condiciones de organización y responsabilidad en que se desarrolla la actividad del grupo. Al mismo tiempo, la organización del equipo —debido a la fuerte ayuda mutua dentro del grupo— parece ser la más flexible con vistas al cambio en el volumen y al grado de dificultad de las tareas.

La elección de la organización del trabajo no es, sin embargo, sólo una cuestión de contrastar las ventajas y desventajas. Los principios de la organización del trabajo y la estrategia tecnológica de las

empresas tienen a menudo un carácter estratégico para las disposiciones de ésta. Esto significa que en muchos casos el control del taller resulta problemático cuando los intereses de la dirección chocan con los de los trabajadores. En este caso, ¿cuáles son las posibilidades de aplicar una estrategia de FMS que se base en el interés de los trabajadores por el control cualitativo de su propio trabajo?

## Estrategias de participación

En el Instituto Tecnológico de Copenhague, el Departamento de Psicología Industrial ha llevado a cabo durante una serie de años una investigación sobre la participación de los trabajadores en el proceso de decisión durante la introducción de una nueva tecnología. Ha sido posible discernir dos tipos de estrategia de participación que son normalmente utilizados cuando las empresas en Dinamarca quieren involucrar a su personal en la introducción de la tecnología.

### I. Participación directa sin intervención de los sindicatos

Es una estrategia de participación que ha sido puesta en práctica por iniciativa de la propia dirección. Está basada en la opinión de la dirección de la empresa de que los sindicatos y sus representantes hablan de política cuando discuten sobre la nueva tecnología y no promueven la intervención de los trabajadores en la reorganización de la producción. Por consiguiente, la dirección no desea que en la introducción de la nueva tecnología intervengan los sindicatos sino exclusivamente aquellos trabajadores que se van a ver *directamente* afectados por la nueva tecnología. A estas personas se les ofrece la posibilidad de participar en el proceso de decisión a fin de eliminar la resistencia a los cambios, aumentar la motivación y el interés, fomentar la satisfacción en el trabajo, etcétera.

Las siguientes condiciones son características de esta estrategia de participación:

1. *La participación está limitada localmente* a aquellos departamentos cuyo trabajo se ve directamente afectado por la nueva tecnología. En la fábrica no tiene lugar una discusión conjunta de los cambios de tecnología, la organización y las condiciones de trabajo.

2. *La participación se basa en una cooperación informal* entre la dirección y los trabajadores. Los modelos de cooperación formal (comités de empresa, comité de seguridad, etc.) son a menudo muy débiles en aquellas empresas donde se ha utilizado esta estrategia de participación y por consiguiente prácticamente no tienen importancia en lo que respecta a la participación.

3. *La participación está asociada a las escasas posibilidades de los trabajadores para reunir recursos.* A los trabajadores no les queda mucho tiempo o dinero para el desarrollo independiente de sus capacidades (por medio de programas de formación, cursillos, apoyo a la investigación). Naturalmente, esto en sí limita sus posibilidades de desarrollar reivindicaciones alternativas al proceso de alteración.

4. *La participación no tiene lugar hasta que la nueva tecnología ha sido elegida y está a punto de ser introducida.* Cuando los trabajadores no intervienen en la elección por la empresa de una solución estratégica, cuando no influyen en la elección de la nueva tecnología, sino que normalmente participan sólo en el momento de la introducción de la tecnología en la organización, las posibilidades reales de influencia se limitan a una elección entre alternativas restringidas en materia de ergonomía y organización del trabajo.

### II. Intervención de los sindicatos

La razón del uso de esta estrategia de participación es la convicción por parte de la dirección de la empresa de que el apoyo del sistema formal de cooperación es la mejor garantía para el éxito de la introducción de la nueva tecnología.

La estrategia se caracteriza por los siguientes elementos generales:

1. *El debate sobre la tecnología tiene lugar en el sistema formal de cooperación.* La dirección discute la nueva tecnología con los representantes de los trabajadores en el comité de empresa, el comité de tecnología, etc., y trata de conseguir su apoyo. Por otra parte, los otros trabajadores no intervienen sistemáticamente en el debate sobre la tecnología.
2. *El debate sobre la tecnología se basa en el convenio de tecnología en el mercado de trabajo danés.* La participación de los delegados no tiene lugar porque éstos —o el personal en general— tengan algún poder de decisión en la introducción de la nueva tecnología. La dirección de la empresa utiliza los órganos de cooperación como órganos

de información: es ella la que presenta y discute los planes de la nueva tecnología.

3. *No hay discusión estratégica sobre la tecnología.* Por un lado la dirección no involucra a los delegados en las decisiones generales con respecto a los cambios de tecnología. Aunque sólo sea por esta razón, la discusión sobre la tecnología adquiere un carácter casual y conflictivo. Por otro lado, los delegados también evitan a menudo entablar una discusión sistemática con la dirección de la empresa sobre las consecuencias de la tecnología. Esto se debe con frecuencia al hecho de que la discusión independiente de los trabajadores sobre la tecnología es demasiado limitada. Por consiguiente, se centran en las consecuencias más obvias, como el empleo, y pierden de vista las consecuencias globales del desarrollo de la tecnología.

4. *La información/intervención selectiva de personas clave* (futuros operadores) provoca diferencias entre los trabajadores con respecto a los conocimientos y competencias relativos al desarrollo de la tecnología.

5. *La discusión sobre la tecnología elude en parte los centros de toma de decisiones técnicas* en la empresa, ya que los técnicos no se ven involucrados como consecuencia de su competencia profesional, sino más bien en su calidad de representantes de la dirección de la empresa.

### *Discusión de las estrategias de participación empleadas, en relación con la introducción de los FMS*

Aun cuando haya importantes diferencias entre las dos estrategias de participación antes mencionadas (la participación directa y la intervención de los sindicatos), ambas contienen rasgos comunes decisivos, en relación con la introducción de los FMS: las dos estrategias son la clara expresión de la insistencia en una filosofía taylorista por parte de la dirección de la empresa. A ésta le interesa superar la resistencia al cambio, pero la intervención de los trabajadores se produce en gran medida sobre la base de una estrategia de control que aspira a construir/ampliar un monopolio del conocimiento por parte de la dirección recogiendo las experiencias del taller y extrayendo conocimientos y cualificaciones de los trabajadores.

Por lo que respecta a la introducción de los FMS, las estrategias de participación que conceden importancia a una división vertical tajante del trabajo parecen estar de acuerdo con las exigencias de la tecnología de los FMS de un alto grado de procedimientos formaliza-

dos. La aparente necesidad de una total previsibilidad en relación con la tecnología de los FMS está dando lugar de hecho a un control centralizado tanto de la introducción como del funcionamiento, es decir que sólo se usa «el mejor modo». Sin embargo, la experiencia práctica con FMS muestra que la realidad no es tan sencilla, y que desde el punto de vista de la dirección de la empresa las estrategias de participación mencionadas presentan también algunos inconvenientes. Para empezar, estas estrategias no garantizan a la dirección de la empresa la cooperación adecuada de los trabajadores, que es sumamente necesaria en el caso de los sistemas FMS, del mismo modo que no capacitan a los operadores para utilizar modelos más avanzados de organización del trabajo a fin de asegurar la necesaria flexibilidad en la aplicación de los sistemas FMS.

Las estrategias de participación mencionadas pueden ser criticadas por no ofrecer a los trabajadores una influencia real en la introducción de los sistemas FMS, pero esto no tiene por qué importar a la dirección en el caso de que lo único que le interese sea el control. Sin embargo, la experiencia con la tecnología FMS parece demostrar que hay una diferencia entre el interés inmediato de la dirección de la empresa en el poder y la necesidad de una adecuada realización de la producción.

No es de extrañar que la iniciativa en favor de una reorientación de las estrategias de participación, que está dando lugar a una combinación de influencia de los trabajadores y cooperación limitada con la dirección de la empresa en relación con la nueva tecnología, tenga su origen en el movimiento sindical y esté relacionada con una tendencia general hacia una nueva concepción de la estrategia sindical.

### **III. Concentración de recursos por parte de los sindicatos**

Esta estrategia de participación está basada en el intento de los sindicatos de desarrollar una estrategia sindical ofensiva que no se limita a plantear reivindicaciones sobre las consecuencias de la nueva tecnología, sino que se *anticipe* al desarrollo tecnológico. Al mismo tiempo, estos experimentos se basan en la experiencia acumulada hasta ahora dentro de la tradición de cooperación (especialmente en los países escandinavos), donde los trabajadores han participado en la introducción de la nueva tecnología pero se han visto sorprendidos por la dirección de la empresa que ha tomado la delantera en lo que respecta a los conocimientos.

La estrategia se basa en los siguientes elementos principales:

1. *Iniciativa e intervención de los sindicatos.* La intervención implica la concentración de conocimientos como alternativa al monopolio de los conocimientos por la dirección de la empresa, como parte de una estrategia para promover una producción democráticamente organizada. Una de sus novedades es que se centra en el contenido del trabajo, ambiente de trabajo, las cualificaciones y la influencia. El objetivo es una amplia movilización de los trabajadores afectados.

2. *Concentración de competencias y desarrollo de las posiciones de poder.* El sindicato aporta considerables recursos para una concentración independiente de competencias con respecto a las técnicas y a la organización del trabajo. Esto se hace con vistas a fomentar posibilidades alternativas de elección con relación a la nueva tecnología, que puedan preservar la perspectiva de un «buen» trabajo. Esta concentración de conocimientos forma parte, pues, de la creación por los trabajadores de una posición de poder independiente. La concentración de recursos se inicia lo suficientemente pronto como para que los trabajadores puedan desarrollar un buen programa de influencia desde las fases iniciales de la introducción de la nueva tecnología.

3. *Negociaciones con la dirección de la empresa y participación en la organización del proyecto.* Sobre la base de este programa de influencia, los representantes de los trabajadores entablan negociaciones con la dirección de la empresa sobre los planes de la nueva tecnología y participan en la organización del proyecto en relación con el cambio de producción. Al mismo tiempo, los trabajadores continúan con la concentración independiente de recursos, así como con el desarrollo de ideas y reivindicaciones alternativas a la iniciativa de la dirección.

Esta estrategia de participación se ha practicado en primer lugar y sobre todo en Suecia, pero las recientes discusiones —y propuestas de diversos sindicatos— en Dinamarca parecen apuntar en la misma dirección.

### Recursos necesarios para la planificación de FMS

Las siguientes preguntas, relacionadas con la introducción de la tecnología de los FMS, ilustran los diferentes tipos de competencia requeridos por los representantes de los trabajadores si desean obtener influencia sobre los futuros puestos de trabajo.

— ¿Qué significará para el desarrollo de la empresa a largo plazo la

tecnología de los FMS en lo que respecta a competitividad y empleo? Aquí los delegados deben ser capaces de adoptar una postura crítica frente al optimismo general de los expertos técnicos en cuanto a la capacidad de la tecnología de resolver los problemas.

— ¿Qué significará para la organización de la empresa en su conjunto, incluyendo la proporción entre los muchos grupos diferentes de profesionales afectados, la tecnología de los FMS? Aquí los delegados deben ser capaces de entablar negociaciones sobre la combinación de las nuevas posibilidades de integración entre producción, administración, preparación de la producción y planificación de la producción. Las nuevas técnicas de tratamiento electrónico de datos (EDP) han hecho posible tanto una mayor centralización del control como una descentralización del mismo. El punto de partida para los delegados debe ser la deseada delimitación de las competencias, que ha de ser realizada con las nuevas técnicas EDP.

— ¿Qué significarán los diferentes conceptos técnicos, incluyendo por ejemplo la dotación de máquinas y la capacidad de almacenamiento de objetos y herramientas, para el grado de libertad, dadas las conexiones temporales en el trabajo dentro de los sistemas FMS? Aquí los delegados deben decidirse a resolver las cuestiones relacionadas con la determinación de la jornada de trabajo y con el número de turnos. En el caso de que sólo se requiera un turno de día, habrá que invertir grandes cantidades en la capacidad de almacenamiento.

— ¿Hasta qué punto se supone que la supervisión de las máquinas, su producción, su tiempo de parada, etc., están automatizadas, y quién ha de recibir la información e interpretarla? Los FMS ofrecen a la dirección de la empresa la posibilidad de controlar cada movimiento de la máquina y la eficiencia del trabajo, eludiendo por completo a los operadores. Por el contrario, los sistemas EDP pueden dar a los operadores una visión de conjunto, de modo que puedan optimizar ellos mismos el funcionamiento.

— ¿Cómo se determina la formación en la tecnología de los FMS? El propósito de la formación podría ser, por ejemplo, lograr la visión homogénea del trabajo. En este caso, ¿qué condiciones habrá que fijar en lo que respecta al sistema salarial y a las otras circunstancias de las actividades del grupo para que éste pueda trabajar eficientemente sin verse abrumado por la distribución de la responsabilidad?

Es evidente que los delegados deben tener una mejor formación para responder a estas preguntas. En un futuro proyecto de investi-

gación del Instituto Tecnológico y de la Universidad Técnica de Dinamarca se dilucidarán estas necesidades de formación en la tecnología FMS/CIM. Al mismo tiempo la competencia de los delegados y de la dirección aumentará gracias al desarrollo de nuevos instrumentos de organización, consultas y cursillos.

# Implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro

Arndt Sorge\*

## Introducción: lo sustantivo de los resultados

Una impresión fundamental de los resultados de este Congreso es que, aunque la educación y la formación no sean apreciablemente consideradas como un resultado directo, principalmente influenciado por el cambio técnico, la tendencia hacia la automatización flexible atestigua la importancia de un sistema fuerte, institucionalizado, relevante para la práctica, y académicamente exigente, de educación y formación profesional. Una forma notable de influir en el cambio técnico puede ser la vía indirecta, a través del fomento de una educación y formación profesional mejor y más extendida. Esto es lo que se explica a continuación.

### 1. La opción técnica

Un enfoque más tradicional es predecir o describir los progresos técnicos y descubrir luego las consecuencias económicas, sociales, formativas o de otro tipo que entrañan. Sin embargo, éste no es un enfoque viable. Es ciertamente posible que una determinada tendencia técnica, tal como el creciente control, el seguimiento, el transporte y las cadenas de alimentación entre máquinas antes independientes o autónomas, parezca indiscutible. Sin embargo, las consecuencias económicas y sociales de tales progresos no son específicas de la ten-

\* Del Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Informe publicado en CEDEFOP *Flash* (Berlín, CEE) n. 6/86.  
«Implications for work and training in the factory of the future». Traducción de Pilar López Máñez.



dencia más general, sino que varían mucho según el tipo de solución técnica hallada o concebida. Es pues necesario tomar cada vez más conciencia de la importancia de la opción técnica. Las preguntas que habría que plantear son: con qué fines pueden ser utilizados los sistemas o las células flexibles de fabricación, cómo pueden ser comparados con las alternativas y cómo deben ser concebidos y utilizados. Tales consideraciones son especialmente acuciantes en el caso de los sistemas flexibles de fabricación, en primer lugar, porque no son producidos y vendidos en versiones normalizadas y, en segundo lugar, porque no está claro si, en un caso concreto, los sistemas o células flexibles de fabricación son preferibles a sus alternativas, por ejemplo, a las máquinas CNC autónomas sin manejo automático de las piezas. Cada usuario tiene que hacer por consiguiente una cuidadosa especificación del tipo de sistema que desea. Un punto importante en la elección técnica es que ésta debe basarse en una clara definición de la organización del trabajo, el personal, la formación, las especializaciones requeridas y otros factores necesarios. De otro modo no es posible llegar a una estimación fiable de las tasas de utilización de la maquinaria, los costes de funcionamiento, los ingresos y, finalmente, la justificación económica de la inversión. Las opciones en cuanto a la organización del trabajo, la educación y la formación no son por consiguiente meras consecuencias de la elección técnica, sino que deben ser realizadas también antes de poder seleccionar una alternativa técnica.

La justificación económica de los sistemas flexibles de fabricación puede parecer a menudo dudosa cuando se comparan las alternativas. Por consiguiente deben ser considerados sobre todo como el indicio de una posible tendencia a largo plazo a incrementar la continuidad de las operaciones mediante la automatización en áreas al margen de la producción en serie o en grandes lotes. Pero hay que guardarse de especular sobre los efectos económicos y sociales partiendo de las configuraciones técnicas actualmente visibles con mayor detalle.

## 2. La opción organizativa

Del mismo modo que un usuario o diseñador puede elegir entre distintas alternativas técnicas, puede también elegir la organización del trabajo. Esto ha sido analizado a dos niveles. Al nivel de la estrategia de la empresa, el desarrollo y la selección de la tecnología deberían estar integrados en la elección estratégica más amplia que ha de

realizar la organización. Al nivel de la organización del trabajo en la fábrica, hay que realizar una elección con respecto a la asignación de las funciones a los puestos de trabajo y a los individuos y a los seres humanos o a las máquinas. El mayor predominio de la asignación de funciones a los seres humanos y de la conexión del funcionamiento de las máquinas a las funciones de preparación, programación y planificación parece estar vinculado a una elección organizativa adaptada a unos mercados de productos más diferenciados. Se ha considerado pues, que esta estrategia («especialización flexible») es de creciente importancia y hace aún más importante que en el pasado una educación y una formación profesional adecuadas.

Hasta cierto punto, la elección técnica entraña consecuencias organizativas. Pero es igualmente cierto que se pueden elegir organizaciones del trabajo muy diferentes para una misma tecnología. Esto se demostró en los resultados de una investigación presentados a la conferencia: la concepción de los sistemas flexibles de fabricación franceses estudiados parece haber seguido en mayor medida que en Alemania una filosofía consistente en hacer que la parte de ingeniería mecánica en ellos pareciera más un apéndice de un ordenador central, y esto está relacionado con una diferencia en el enfoque de la organización del trabajo en Alemania, donde se hace más hincapié en el uso de trabajadores cualificados. Aunque existían diferencias organizativas entre Francia y Alemania, se interpretó que la investigación demostraba que las diferencias nacionales entre las estrategias organizativas no eran tan importantes como las diferencias entre las estrategias individuales de las empresas en cada país.

## 3. Retos a la educación y la formación

Las diferencias de organización están vinculadas a las diferencias en la educación y la formación. Por ejemplo, en el caso de sistema flexible de fabricación FMS, una mayor participación de los operadores en la preparación y la programación de las máquinas exige una formación más frecuente y más amplia de los trabajadores cualificados. Asimismo, cuanto más difundida está y más amplia es la formación de los trabajadores cualificados, menos dramáticos son los problemas de reconversión y reeducación de los trabajadores. Ahora bien, los sistemas y las células flexibles de fabricación, al igual que otras formas de automatización flexible, no sugieren directamente que sean siempre preferibles aquellos sistemas de distribución del personal y las cualificaciones que hacen hincapié en una cualificación de amplia

base al nivel del operador y una menor diferenciación jerárquica del personal por niveles de cualificación. Sin embargo, se puede demostrar que los intereses de las empresas se mueven lenta y gradualmente, y en un número creciente de casos, en esta dirección. Una de las principales razones de esto es la creciente diferenciación de los productos del mercado. Esto sugiere una reducción del tamaño de los lotes y da lugar a interrupciones (reconversión, equipamiento con nuevas máquinas, reprogramación) en el flujo de trabajo, que exige un tipo de trabajadores más cualificados, experimentados y rápidos de reacción que los que hicieron su aparición con el pasado crecimiento de los mercados de masas. Se puede decir pues que tanto la opción técnica como la organizativa se están inclinando en favor de unos conceptos de educación y formación que hacen hincapié en una formación de base amplia con vistas a la polivalencia, vinculan la escuela y el trabajo, así como la educación y la formación, y son menos susceptibles de crear divisiones sociales abriendo una brecha entre unos ingenieros muy especializados y unos obreros apenas cualificados.

#### 4. La fábrica del futuro

Las fábricas estarán sujetas, como en el pasado, a una presión a largo plazo para incrementar la continuidad de las operaciones, acelerando así el flujo de producción y reduciendo el trabajo en curso. El desarrollo de los instrumentos de control y de seguimiento electrónico, y de los sistemas de transporte, almacenamiento y alimentación, sirve a este fin. Por contra, parece haber también una ruptura con una tendencia anterior. La creciente flexibilidad que se exige a las empresas con respecto a la variación y la innovación del producto no puede ser asegurada tan sólo por una tecnología competitiva. La mayor frecuencia de la conversión en el diseño y la producción levanta barreras a la automatización. Así, la creciente continuidad de las operaciones contribuye a la automaticidad, mientras que la mayor frecuencia de la conversión contribuye a crear barreras a la automatización. Dadas estas presiones contrapuestas, lo que estamos presenciando es una tendencia a una automatización parcial y no a una automatización completa. Esta fábrica del futuro contará con un mayor porcentaje de ingenieros y técnicos más especializados, pero también tendrá que mejorar la formación de los obreros y asegurarse de que la formación, la educación y la experiencia de éstos últimos no se alejan demasiado de las de los ingenieros y técnicos.

No está del todo claro cuántas personas trabajarán en las fábricas o en la fabricación en el futuro. Pero, sin duda, el potencial de creación de puestos de trabajo de la fabricación dependerá también de la medida en que los sistemas de educación y formación creen el tipo adecuado de obrero, técnico e ingeniero para aprovechar las oportunidades de fabricación en unos mercados más diferenciados y con unos productos fabricados más al gusto del cliente.

#### 5. Red de apoyo y medio ambiente

En vista de sus estructuras organizativas menos burocráticas, las empresas de menor tamaño parecen muy apropiadas para tener cada vez más éxito en un contexto que premia no sólo la flexibilidad de la tecnología, sino también la de la organización del trabajo y la mano de obra. De hecho, las estadísticas de empleo de muchos países corroboran una tendencia más reciente al incremento del porcentaje de tales empresas en el empleo total. Por contra, las empresas de menor tamaño adolecen de una serie de inconvenientes. Son menos susceptibles de atraer a ingenieros muy especializados, no pueden proporcionar una serie de servicios internos especializados que ofrecen las grandes empresas, no pueden permitirse una organización muy extensa de *marketing*, ventas y servicios, les resulta más difícil financiar operaciones intensivas en capital y no pueden permitirse unos sistemas de formación y reconversión de la calidad y cantidad de los que pueden tener las grandes empresas. Las pequeñas empresas, sin embargo, no son sólo competidoras de las mayores, sino que a menudo están vinculadas a ellas mediante intrincadas redes de subcontratación, suministros y servicios. El concepto de redes parece ser la clave para explicar la situación de las pequeñas empresas. No se trata tanto de una cuestión de si éstas tienen más o menos talleres y células flexibles de fabricación u otras formas de automatización flexible. Por supuesto, se puede demostrar que, en muchos países, el incremento en el uso de máquinas CNC se produjo más en las pequeñas empresas que en las grandes. Pero, una vez más, éste no es el quid de la cuestión. Mas bien habría que pensar primero en cómo pueden las pequeñas empresas hacer un mejor uso de su valioso potencial de flexibilidad de organización y mano de obra mediante el acceso a una mano de obra cualificada, unos servicios especializados y un sistema de asesoramiento en la misma medida que las grandes empresas.

## Resultados detallados

### 1. El marco técnico

En general, el desarrollo de la tecnología en las empresas de producción discontinua (especialmente en la construcción mecánica y eléctrica, la industria automovilística, la aeronáutica y otras similares) seguirá probablemente una trayectoria ya visible. Se está desarrollando el sistema CAD/CAM para establecer conexiones más numerosas y técnicas entre las máquinas, los ordenadores antes aislados, los ficheros y los programas. Paralelamente, se están desarrollando conexiones mecánicas entre las máquinas y con los *stocks* y los almacenes. Los robots extienden su aplicación, más allá de la soldadura y la manipulación, a toda una serie de funciones que incluyen el montaje. Sin embargo, no es fácil predecir la velocidad y la amplitud de esta tendencia. También se puede ver cómo el progreso técnico se ha orientado y se seguirá orientando hacia una mayor facilidad en la conversión de máquinas, herramientas, ordenadores y programas. Esto es visible en el CNC, los controladores programables, el CAD, los robots, los sistemas y células flexibles de fabricación, el control electrónico de la producción, el CAE y otros avances. Se puede considerar que todo esto no ayuda a la total automatización de la fábrica, sino que facilita la intervención humana pese a la creciente continuidad técnica de las operaciones. Por supuesto, siempre hay concepciones técnicas opuestas del desarrollo. Pero el marco de la fábrica totalmente automatizada ha recibido probablemente una publicidad mayor de la que merece, al margen de ciertos planes ambiciosos y algunas instalaciones modelo. Aunque su número pueda incrementarse, las fábricas totalmente automatizadas no requieren un importante esfuerzo de ingeniería, mantenimiento, planificación, programación, equipamiento y preparación y están vinculadas a proveedores de piezas y servicios más intensivos en mano de obra.

Las tendencias contrapuestas entre los sistemas que reemplazan la intervención humana y los sistemas que la facilitan son inherentes al proceso de innovación técnica desde el principio hasta el final. Partiendo de sus características técnicas pasajeras no se puede decir qué es significativo con respecto a una innovación concreta. Ello sólo se pondrá de manifiesto cuando se tome en cuenta el contexto del cambio técnico. Sin embargo, es probable que esto fomente una mayor compatibilidad que en el pasado entre la intervención humana y la automatización.

### 2. El marco organizativo

La insistencia técnica en la continuidad de las operaciones va unida a un cambio en el concepto de organización. A diversos niveles del personal, los trabajadores están siendo animados a considerar su propio trabajo desde la perspectiva de las implicaciones más generales de éste en el conjunto de la fábrica. Se hace así mayor uso de los equipos de trabajo por encima de las especializaciones funcionales u ocupacionales.

La organización del flujo de trabajo se adapta más a un sistema en el que las funciones se comparten o se superponen entre los puestos de trabajo, los departamentos, los grupos de trabajo y las profesiones. Todo ello permite que la organización sea menos rígida y esté menos destinada a ejecutar unas tareas bien conocidas y normalizadas. Más bien, los conceptos organizativos parecen evolucionar de forma que facilitan la solución pragmática de los problemas difíciles de normalizar, reuniendo diferentes fuentes de cualificación y conocimiento. Al nivel de los operadores, por ejemplo, este cambio demuestra la creciente disposición de los usuarios de sistemas y células flexibles de fabricación a agrupar las funciones de carga/funcionamiento y preparación/programación. También demuestra la reducida importancia de la separación tradicional entre las diferentes técnicas de corte del metal (torneado, fresado, taladrado, limado, etc.). Otro ejemplo es la creciente vinculación entre las especialidades mecánicas y electrónicas en el mantenimiento. Dentro de esta línea, se puede observar que el diseño de las piezas se realiza cada vez más con vistas a mejorar la factibilidad y la economía de la producción. Tales progresos van unidos a la asimilación de los trabajadores de «cuello blanco» y «cuello azul» y a la constante tendencia a una mayor importancia cuantitativa de las funciones y los trabajadores de la producción indirecta. Este aumento de las capacidades y cualificaciones puede implicar, por supuesto, un incremento de la discrepancia entre los fabricantes técnicamente avanzados y sus proveedores, entre las grandes empresas más independientes y las grandes empresas dependientes. Eliminar esta amenaza de polarización es la tarea que se estudia en los apartados 3 y 4 *infra*.

Por más que la estructura de la organización se haga cada vez más diferenciada y surjan nuevas especialidades profesionales, esto se produce cada vez menos bajo los auspicios de la división y la rigidez. Parece haber una preferencia por una división del trabajo que en la mayoría de los casos no es menos sino más fluida u «orgánica» que antes, antes que por una división mecanicista. Naturalmente, con esto no se pretende restar importancia a la elección organizativa.

Hay muchas razones para avanzar más, o menos, en la dirección indicada, y las empresas pueden tener diferentes formas de hacerlo, así como diferentes objetivos a los que encaminar tales políticas. Pero, en conjunto, ésta parece ser una tendencia que continuará mientras seamos testigos de un relativo declive de la importancia de los mercados de masas. Sin embargo, también es importante darse cuenta de que las empresas no pueden adaptar recetas organizativas sin problema alguno para ajustarse a la elección estratégica que hayan podido realizar. Por el contrario, tal adaptación exige que se cumplan ciertas condiciones en el sistema de educación y formación.

### 3. El marco de la educación y la formación

Es esencial separar de algún modo la consideración de la formación profesional de la del cambio técnico. Aun cuando el marco de la educación y la formación no tenga por qué ser muy diferente, algunas orientaciones ya conocidas, tales como la tendencia a una mayor polivalencia o a una base de cualificación más amplia, las mejores relaciones y la alternancia entre la escuela y el trabajo, la educación permanente y las relaciones entre el trabajo manual y el intelectual, conservan su importancia. Una división más orgánica o fluida del trabajo, adaptada a un régimen de tecnología en el que se combinan la continuidad de las operaciones gracias a la automaticidad y la intervención humana, presupone un sistema de educación y formación que suministre unos trabajadores que encajen en este tipo de organización y sean capaces de hacer un uso sensato de tal tecnología. Se podría indicar que en un país como Japón, donde se espera que un buen trabajador permanezca en la empresa hasta los 55 años aproximadamente, la empresa, siempre que sea lo suficientemente grande, puede suministrar el sistema de formación adecuado, cuando no una parte del sistema de educación. Pero en los mercados de trabajo con gran movilidad durante la vida laboral, un sólido sistema nacional, o al menos regional, de educación y formación profesional debe ser uno de los más importantes requisitos previos del cambio técnico. Algunos países tienen graves problemas para dotarse de un sistema de educación y formación profesional en general, por no hablar de un sistema que esté bien adaptado a la innovación técnica más reciente. En tales países, la formación profesional pierde importancia frente a la educación general y la superior. La nueva tecnología incrementa la significación de una formación y educación permanentes, especialmente si el ritmo del cambio técnico es rápido. Pero esto

no debería ocultar el hecho de que muchos de los problemas de la formación permanente están ocasionados no tanto por el cambio técnico como por los déficits en la educación y la formación básicas. Los beneficios pedagógicos y económicos de unas medidas de formación permanente pueden ser mucho mayores cuando no afectan a unas víctimas confiadas que están mal preparadas tanto por una falta de base suficiente en una ocupación relevante como por no haber adquirido la capacidad de aprender de una forma más estructurada. Otro problema es que, a menudo, la formación permanente es demasiado breve y demasiado específica con respecto a un equipo o unas técnicas concretas. Es, por tanto, importante proporcionar a la formación permanente una base más amplia y más institucional.

En un contexto europeo, la mayor parte de lo que se ha dicho hasta ahora pone sobre el tapete la cuestión de la regulación e institucionalización de la formación y la educación entre una diversidad de actores: los gobiernos nacionales o de otros tipos, las federaciones de empresarios o grupos de empresas, los representantes de los trabajadores incluidos los sindicatos, las instituciones específicas de formación o educación ajenas a las empresas. Probablemente el marco de la educación y la formación muestre mejor que el técnico y el organizativo la necesidad de conseguir una concertación entre muchos actores. Esto puede implicar acuerdos extraoficiales, consultas oficiales, acuerdos escritos y leyes. Tampoco es casual que en este contexto se haya hecho con frecuencia referencia al derecho de los trabajadores y sus representantes a influir en la política de la empresa, el gobierno u otras entidades. Estas reivindicaciones han sido también planteadas en el marco técnico y en el organizativo, es decir se ha hecho un alegato en favor de que las elecciones en materia técnica, organizativa y de formación sean realizadas con la participación de los trabajadores y sus representantes. Ahora bien, puede haber muchas formas diferentes de orientar la educación y la formación en la dirección antes mencionada. A veces se defiende el «sistema dual» alemán de formación profesional como modelo para una difusión generalizada tanto de unos conocimientos enriquecidos como del cambio técnico. Dejando a un lado por el momento la respuesta a la pregunta sobre cuál es el «mejor» sistema, lo cierto es que cualquier sistema institucionalizado debe asegurar su continuidad. En Francia, la mejora de la formación profesional básica introduce más o menos automáticamente la preparación para el CAP (Certificat d'Aptitude Professionnelle) y en Alemania lo hace dentro del «sistema dual». En ambos casos, hay propuestas para hacer un creciente uso de tales capacitaciones, así como para mejorarlas. Los distintos países pueden estar moviéndose en la misma dirección, en paralelo pero por diferen-

tes caminos. La dirección es la misma porque, en los diferentes sistemas, es necesario entrelazar la formación en el puesto de trabajo con la formación en un contexto más académico, con más frecuencia y de modo más sistemático.

#### 4. El marco de la red de apoyo y el medio ambiente

Si es cierto que las empresas de menor tamaño pueden hacer una contribución aún más importante a la economía y al empleo, sobre la base de su flexibilidad organizativa, siendo los principales obstáculos los sistemas de formación y el acceso a una mano de obra altamente cualificada y a unos servicios especializados, la creación de redes para proporcionárselos independientemente de la capacidad individual de las pequeñas empresas es algo que se cae de su propio peso. Tales redes pueden ser de diferentes tipos. Pueden estar formadas por empresas solamente, o por empresas y organizaciones de educación, formación, asesoramiento y otros. Pueden ser extraoficiales u oficiales, posiblemente en forma de organismos públicos o semipúblicos como las cámaras de comercio e industria.

Una parte del problema es, por supuesto, cómo impartir la formación. Aquí se puede prever, por ejemplo, la proliferación de centros de formación regionales cercanos, tanto geográficamente como en su orientación práctica, al potencial de las empresas. Hay también ejemplos, dignos de tener en cuenta, en los que una empresa usa los medios de formación de otra, normalmente mayor. De modo similar, sobre algún tipo de base contractual, las empresas pueden compartir servicios de asesoramiento, desarrollo, *marketing* y otros que no podrían tener individualmente. La región de Emilia-Romaña, en Italia, se ha dado a conocer por el desarrollo de una red de este tipo en régimen cooperativo. En muchos casos, estos servicios son ofrecidos también por proveedores independientes sobre una base comercial. Ejemplos dignos de mención son los de las casas de *software* o los diseñadores y productores de circuitos microelectrónicos casi al gusto del cliente. Estos son ejemplos de pequeñas empresas con especialistas técnicamente cualificados que proporcionan un factor de competencia a otras empresas.

Sin embargo, a menudo las pequeñas empresas no están preparadas para tratar con especialistas altamente cualificados, ya sea en su propia organización o en la de sus proveedores. Esta brecha se puede reducir mediante una formación permanente a fondo para el personal existente o mitigando el riesgo que puede correr una pe-

queña empresa al contratar un tipo de mano de obra al que no está acostumbrada. Desde un punto de vista conceptual, este enfoque es muy similar al del marco organizativo. El truco consiste en eliminar o reducir las brechas previamente creadas. En el caso del marco organizativo, se trata de las brechas entre unas especializaciones funcional y jerárquicamente diferenciadas dentro de la empresa. En el otro caso, en el marco de la red de apoyo y el medio ambiente, el problema consiste en cerrar las brechas entre los diferentes tipos de empresas a las que han sido asignadas una serie de funciones diferentes, más o menos absorbentes y amplias. Una vez más, esto no quiere decir que los diferentes tipos de empresas se distinguirán menos por su tipo principal de actividad. Sí quiere decir, sin embargo, que esta división más sutil del trabajo entre las empresas debería hacerse más fluida, al estar mitigada por unas funciones superpuestas. No basta con describir esta relación entre pequeñas y grandes empresas solamente por la competencia; la cooperación entre las pequeñas y grandes empresas, así como entre las pequeñas empresas, es de creciente importancia. Tal cooperación incluye las transacciones comerciales y asociaciones más institucionales, que incluyan a corporaciones públicas o semipúblicas. Este marco difumina los límites institucionales entre la formación, el asesoramiento, el apoyo económico, la ayuda mutua extraoficial compartiendo el equipo u otros recursos, y servicios puramente comerciales ofrecidos en un mercado abierto. Sin embargo, está estrechamente relacionado con el tema de la formación, ya que el objetivo es poner los tipos concretos de esfuerzo humano y su producto a disposición de los que se han beneficiado menos de aquélla en el pasado.

#### Recomendaciones

Por todo lo dicho con anterioridad habrá quedado ya patente que los resultados de la conferencia se facilitan con vistas a ofrecer un análisis, una descripción y una predicción y unas recomendaciones. Es importante considerar que el cambio técnico se produce a través de una serie de pasos sucesivos, como la automatización flexible y, en concreto, los sistemas y células flexibles de fabricación. Cada uno de estos pasos no sólo entraña consecuencias para la organización y la especialización, sino que define nuevas opciones o elecciones con respecto a la organización del trabajo y a la creación de especialización. En principio, las elecciones básicas siguen en pie con la nueva tec-

nología, y en los detalles básicos concretos adquieren nuevas formas y definiciones. Puede incluso que el campo de elección se haga mayor con la nueva tecnología. El problema crucial no es, por tanto, explicar las nuevas consecuencias del cambio técnico, sino redefinir, analizar y aplicar unas opciones en materia de organización y especialización que en principio no son radicalmente nuevas.

En el campo de *la investigación y el desarrollo* esto significa que en la fabricación flexible e integrada la organización es una cuestión clave para el futuro. Esto ha de ser tenido en cuenta a la hora de formular políticas de innovación industrial y desarrollar la tecnología de la producción y los sistemas de fabricación. La política de I+D no sólo tiene que basarse en conceptos «tecnocéntricos», guiados por una lógica desarrollista de la tecnología. De este modo no se podrían satisfacer las demandas de una futura producción. Lo que se necesita ahora es un nuevo enfoque de I+D, basado en la organización y la especialización con vistas a la creación de unas tecnologías adaptadas.

En el campo de *la educación y la formación*, esto lleva a las siguientes consideraciones:

— El dominio del cambio técnico implica, en gran medida, el dominio de la creación de especialización y conocimiento, es decir la educación y la formación profesional.

— El papel clave de la educación y la formación profesional está estrechamente relacionado con la organización del trabajo. El congreso se ha ocupado más de los requisitos organizativos para crear y utilizar las especializaciones que de sus causas técnicas.

— El dominio del cambio técnico a través de la especialización no sólo suscita el problema de la cualificación individual, sino también el de la colectiva. Es preciso integrar unas cualificaciones especializadas diferenciadas. Esto requiere una organización y una estrategia del tipo antes descrito.

— Es necesario desarrollar redes de apoyo para hacer que la formación, los recursos humanos especializados, el asesoramiento, el desarrollo, el *marketing* y otros servicios sean más asequibles para las pequeñas empresas, de modo que puedan hacer un uso más eficaz de la ventaja que supone su flexibilidad organizativa en el actual contexto de cambio técnico. Las relaciones entre las empresas u otras unidades y su medio se caracterizan cada vez más por una mayor interdependencia.

— La formación permanente se presenta como un elemento nuevo y estratégicamente importante en las empresas. Esto plantea graves problemas a las pequeñas y medianas empresas que sólo pueden ser resueltos a través de redes de apoyo.

En la forma aquí presentada, estos conceptos abarcan mucho, pero son muy generales. Para hacerlos más instructivos y concretos se necesita más investigación y desarrollo de conceptos en materia técnica, organizativa, de formación y de redes específicas de los diferentes casos. Especificar tales casos requiere identificar en concreto aquéllos que normalmente son menos estudiados pero que probablemente son importantes. Una de las observaciones realizadas en la conferencia fue que los casos de cambio técnico tratados en ella, así como en el análisis más general, eran aplicaciones de la nueva tecnología a la tecnología del proceso más que a la tecnología del producto. Frente a esto, se dijo que era necesario considerar, además de los «nuevos sistemas de producción», los nuevos productos, es decir los cambios en la gama de productos, la tecnología del producto y todo lo que éstos requieren y entrañan y por lo que están condicionados.

Los resultados de la conferencia de Turín son, en conclusión, muy importantes. Refuerzan un enfoque que ha sido inherente a la postura del CEDEFOP a través de sus trabajos o en relación con las comparaciones internacionales, durante cerca de una década, antes de que el análisis de la nueva tecnología se generalizara. Estos trabajos se han centrado en la importancia de la «alternancia» de la educación y la formación, los lazos entre la organización del trabajo y la educación y la formación profesional, como lo demuestran las comparaciones entre Francia, la República Federal de Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido, y la persistencia de los conceptos de elección y automatización flexible en el caso de las máquinas CNC. Este enfoque fue ya confirmado por la conferencia CE/CEDEFOP, celebrada en el Reichstag de Berlín en 1981, y debería ser tenido en cuenta. Un análisis de la nueva tecnología no tiene por qué equivaler al desdoblamiento del Mediterráneo. Esta parece ser una nota debidamente constructiva y crítica para poner fin a un informe sobre una reunión muy rica y sugestiva.



# REVISTA ESPAÑOLA DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS

Número 38 (abril-junio 1987)

**Directora:** Rosa Conde Gutiérrez del Alamo

**Consejo de Redacción:**

Miguel Beltrán, Juan Díez Nicolás, Salvador Giner, Ubaldo Martínez-Lázaro, José Ramón Montero Gibert, Natalia Rodríguez-Salmones Cabeza, Luis Rodríguez Zúñiga y José Juan Toharia Cortés.

**Secretario:** Emilio Rodríguez Lara

## CRISIS DEL TRABAJO Y CAMBIOS SOCIALES Edición a cargo de Juan José Castillo

JUAN JOSE CASTILLO: *Introducción.*

R. PETRELLA y O. RUYSSSEN: *Por una prospectiva europea de las relaciones tecnología-empleo-trabajo.*

ARNALDO BAGNASCO: *La reestructuración de la gran industria y los procesos sociopolíticos en la ciudad: Turín, por ejemplo.*

ARIS ACCORNERO y NINO MAGNA: *El trabajo después de la clase obrera.*

CARLO TRIGILIA: *Desarrollo de la pequeña empresa y subculturas políticas en Italia.*

UGO ASCOLI: *Estado de Bienestar y acción voluntaria.*

JONATHAN GERSHUNY: *Estilo de vida, estructura económica y uso del tiempo.*

FRANÇOISE PIOTET: *Las consecuencias de las nuevas formas de empleo en la vida familiar y en la organización social.*

**Notas de investigación**

MARIA AGATA CAPIELLO: *Propuesta de bibliografía razonada sobre la economía sumergida en la industria (Italia, 1970-82).*

**Datos de opinión**

**Redacción y suscripciones:**

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS  
C/ Pedro Teixeira, 8, 4.º - 28020-MADRID (España) - Teléfono 456 12 61

**Distribución:**

SIGLO XXI DE ESPAÑA EDITORES, S. A.  
C/ Plaza, 5 - 28043-MADRID - Apartado postal 48023 - Tels. 759 48 09 - 759 45 57

**Precios de suscripción anual:**

España: 1.908 pesetas (número suelto: 640 pesetas)  
Extranjero: 20 \$US

## RELACION DE PONENCIAS PRESENTADAS AL CONGRESO «Nuevos sistemas de producción: implicaciones para el trabajo y la formación en la fábrica del futuro» (Turín 2 al 4 julio 1987)

1. APPOGGETTI, P.  
I mezzi di produzione e l'innovazione tecnologica; realtà e prospettive.
2. BALDISSERA, A.  
A dossier on man/machine relationships: summary and conclusions.
3. BALLATORE, F.  
Contratti di formazione e lavoro per 1800 giovani con finanziamenti della attività formativa da parte del fondo sociale europeo.
4. BERTRAND, O.  
Compétences et formation dans les nouveaux systèmes de production.
5. BESSON, P.  
L'organisation industrielle et sa crise; vers une nouvelle économie de l'information.
6. BILDERBEEK, R. H.  
Work and training implications of programmable automated systems.
7. BOUDET, R.  
Formation et PME; deux enjeux prioritaires des nouveaux systèmes de production.
8. BRÖDNER, P.  
Against the «One best way». Skill based manufacturing versus the «unmanned factory».
9. BULLINGER, H. J.  
Problematik, Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit einer vollautomatisierten Fabrik im Jahre 2000.
10. BULLINGER, J. - WARNECKE, J. - LENTES, P.  
Towards the Factory of the Future.
11. CASEY, T.  
Diffusion of advanced manufacturing technologies into metals and engineering firms in the less developed regions of the European Community: Issues in Education and training from Irish case studies.
12. CASOLI, M.  
Conseguenze sul lavoro e la formazione nella fabbrica del futuro.
13. CASTILLA, A. - MORENO, J.  
New technologies and new production systems: a case study.
14. CASTILLO, J. J.  
Nuevas tecnologías y calidad del trabajo.
15. DEBATY, P.  
L'influence des changements technologiques dans l'entreprise sur les systèmes d'embauche et de recrutement du personnel.
16. DI MARTINO, V.  
The role of the parties involved in the introduction of new technology.

17. DODGSON, M.  
Small firms' investment in, and use of, CNC machine tools; lessons for flexible use.
18. DORE, R.  
Training in industry: a comparison between the United Kingdom and Japan.
19. FARDN, G. - CASOLI, M. - CERATO, L.  
I nuovi sistemi produttivi: tecnologia, organizzazione e nuove professionalità.
20. FIX-STERZ, J. - LAY, G. - SCHULTZ-WILD, R.  
The present state of development tendencies of FMS and FMC in the Federal Republic of Germany.
21. FIX-STERZ, J. - LAY, G.  
The role of flexible manufacturing systems in the framework of new developments in production engineering.
22. GALOTTO, C. P. - G. SARAGNI  
On the connections of FMS development and scientific progress at large - a case history.
23. HAYWOOD, B. W.  
Organisational aspects of FMS in the United Kingdom.
24. HINOJOSA, J.  
Nuevas tecnologías: transformación de la estructura del empleo en la empresa.
25. HOLLARD, M.  
L'automatisation de l'usinage au Danemark, en France et en République Fédérale d'Allemagne.
26. HOMS, O.  
Cambios organizativos en la industria y nuevas tecnologías en España. El caso de la industria textil.
27. HOUYOUX, A.  
Future aspects for flexible firms.
28. KNOBBOUT, A. H.  
Future occupational developments and vocational training.
29. KOOL, P. - ROSSEEL, E. - VILROKX, J. - LEYS, M.  
A prospective view of the use of new technologies in a Belgian context.
30. KRISTENSEN, P. H.  
Technological projects and organisational changes. The dissolution of strategies and structures in Danish firms working toward flexible specialisation.
31. KRÜGER, O. - NAGEL, A.  
Integrated work organisation - a pattern of job design with regard to the application of new technologies in the production process.
32. LORENTZEN, B. et. al.  
Flexible manufacturing systems and employer participation.
33. MANUETTI, D.  
Implicazioni per il sistema formativo nel suo complesso nell'introduzione di nuovi sistemi di produzione: responsabilità pubbliche e sociali.

34. MANSKE, F.  
Computergestützte Fertigungssteuerung - ein neuer Weg zur zentralistischen Beherrschung des Produktionsprozesses?
35. MARGIRIER, G.  
Flexible automation in machining in France.
36. MAY, P.  
Evolution des techniques de production manufacturières flexibles.
37. MCCORMICK, K.  
New technological and organisational developments and strategies of human resource development: the case of Japanese engineers.
38. MONTE, A.  
Verso la fabbrica automatica.
39. PIOTET, F.  
Nouvelles technologies, nouveaux droits. Positions, propositions et actions de la CFDT.
40. POLLANO, F.  
Significato dell'innovazione nelle piccole e medie imprese: primi risultati di un'indagine su 900 pmi associate all' API di torino.
41. PRAKKE, F. - PASMUIJ, C. K.  
Toward a model of balanced introduction of programmable automation in small firms.
42. PRIETO, C.  
El futuro del trabajo, de la formación y de la innovación: tecnología material y social.
43. ROSANVALLON, A.  
Flexible manufacturing systems and work organisation.
44. SCHMIDT, K. H.  
Innovative factors and smaller sized firms.
45. SCHULTZ-WILD, R.  
Neue Fertigungstechniken, Arbeitskräfteeinsatz und Qualifikationspolitiken.
46. SELTZ, R.  
New technology and reorganisation of labour division within and between companies.
47. WESTON, R. H.  
Distributed and integrated manufacturing systems.



## Libros recibidos en la Redacción

*Edwards, P. K. y Scullion, H.:* La organización social del conflicto laboral. Control y resistencia en la fábrica. Madrid, M.º de Trabajo, 1987.

*Hammond, J. L. y B.:* El trabajador del campo. El trabajador de la ciudad. El trabajador especializado. Madrid, M.º de Trabajo, 1987, 3 volúmenes.

*Pollard, S.:* La génesis de la dirección de la empresa moderna. Madrid, M.º de Trabajo, 1987.

*Varios autores:* Madrid en la sociedad del siglo XIX. Madrid, Comunidad, 1986, 2 volúmenes.

## Sociología del Trabajo

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN ANUAL  
(3 números)

España .....	1.600 ptas.
Extranjero .....	2.000 ptas.

El pago podrá efectuarse mediante cargo en cuenta, talón bancario o contra reembolso.

\_\_\_\_\_  
Siglo XXI de España Editores, S. A. Calle Plaza, 5. 28043 Madrid