

La Importancia de la innovación organizativa para la
obtención de los beneficios derivados de la
introducción de las Tecnologías de la Información

Departamento de Economía Aplicada I
Eduardo del Río Cobián

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA I

Título: La Importancia de la Innovación Organizativa para la obtención de beneficios derivados de la introducción de las tecnologías de la información.

Autor: Eduardo del Río Cobián
Directora: Dra. Dña. Sara González Fernández

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar la colaboración y la confianza de la directora de esta tesis, Sara González. Ha demostrado en todo momento apertura intelectual y sensibilidad humana, que en mi opinión son importantes en el complejo proceso que supone redactar una tesis doctoral.

También me gustaría señalar la buena acogida y el buen trato que he recibido por parte de todos los profesores del departamento de economía aplicada I, recordando en especial al tutor, Angel Martínez González-Tablas, quién tuvo una labor decisiva en los primeros pasos de iniciación del programa de doctorado de economía internacional y desarrollo.

Tal y como comento en la introducción, debo dejar también constancia de mi gratitud hacia Michael Dertouzos, director del Computer Lab del M.I.T, y hacia Everette Dennis, director del Freedom Forum de la Universidad de Columbia. La ayuda del primero fue decisiva en cuanto a la comprensión inicial sobre estos temas, a su importancia, y a mi capacidad para enfrentarme a ellos con un mínimo de rigor. El segundo contribuyó a que me concedieran una beca en la Universidad de Columbia, con lo que pude profundizar en unos temas cuyo estudio es difícil por la escasez de información, y por su alta tasa de obsolescencia.

En la labor de recogida de documentación fue también decisiva la amabilidad y la profesionalidad de varios funcionarios de la Comisión Europea. Ellos me facilitaron orientación y acceso a los enormes fondos bibliográficos de la Comisión en Bruselas.

Por último, debo agradecer a toda mi familia que hayan confiado en mi criterio a la hora de iniciar este proyecto, y que me hayan apoyado en todo momento, con su cariño y su paciencia.

INDICE

La importancia de la innovación organizativa para la obtención de beneficios derivados de la introducción de las tecnologías de la información

| | |
|--|----|
| Introducción | I |
| Capítulo I.-La Revolución de las Tecnologías de la Información | |
| 1) Introducción | 1 |
| 1) La Revolución de las Tecnologías de la Información | 8 |
| 2.1) El transistor | |
| 2.2) Los ordenadores | |
| 2.3) Las telecomunicaciones | |
| 2.3.1) <i>Internet</i> | |
| 2.3.2) <i>La liberalización del sector</i> | |
| 2.3.3) <i>Comunicaciones sin hilos</i> | |
| 3) Conclusiones..... | 34 |
| Capítulo II.-La Innovación. Tecnología, Productividad y Crecimiento | |
| 1) Introducción | 38 |
| 2) Principales actores y actividades en la práctica | 42 |
| 2.1) Actores | |
| 2.2) Las actividades | |
| 3) Modelos de actividad innovadora | 48 |
| 3.1) El modelo de actividades de innovación lineal o por pasos | |
| 3.2) El modelo extendido o iterativo | |
| 4) La Innovación y el crecimiento económico | 52 |
| 5) Repaso de la Historia de la Tecnología en la Ciencia Económica | 55 |
| 6) Evidencia empírica de los efectos económicos de las activ. innovadoras..... | 62 |
| 6.1) Incidencia a nivel medio, de sector | |
| 6.2) Incidencia a nivel de empresa | |
| 7) Explicación teórica | 69 |

| | |
|--|-----------|
| 7.1) La función de producción | |
| 7.2) La productividad del I+D en la empresa | |
| 8) La difusión de la tecnología y la productividad | 71 |
| 8.1) Flujos de tecnología entre sectores de la economía | |
| 8.2) Relaciones tecnológicas entre las empresas | |
| 8.3) La Difusión de la Tecnología en el sector servicios | |
| 8.4) La Difusión de la tecnología y la productividad de los servicios | |
| 8.5) La dimensión internacional de la difusión de la tecnología en los servicios | |
| 9) La paradoja de la productividad | 80 |
| 9.1) Problemas de Medición | |
| 9.2) Desfases y la naturaleza del cambio tecnológico | |
| 10) Conclusiones | 88 |

Capítulo III.- La Tecnología y los puestos de trabajo en la industria, la agricultura y los servicios

| | |
|--|------------|
| 1) Introducción | 90 |
| 2) La productividad y la evolución de los salarios y del empleo | 90 |
| 3) La evolución del empleo en la industria y en los servicios | 92 |
| 3.1) Las tendencias recientes de empleo en perspectiva | |
| 3.2) Tecnología y empleo: la evidencia a nivel de empresa | |
| 4) La tecnología y el empleo en los sectores de la fabricación en declive | 111 |
| 4.1) Acero | |
| 4.2) Astilleros | |
| 4.3) Textil | |
| 5) Agricultura | 116 |
| 5) Servicios | 129 |
| 6.1) Introducción | |
| 6.2) La tecnología y el empleo en los servicios | |

| | |
|-----------------------|-----|
| 6) Conclusiones | 135 |
|-----------------------|-----|

Capítulo IV.-Tecnología, Sueldos y Habilidades

| | |
|---|-----|
| 1) Introducción | 137 |
| 2) La relación entre tecnología, habilidades y sueldos | 137 |
| 3) El perfil cambiante de las habilidades del empleo | 139 |
| 4) La relación entre tecnología, sueldos y habilidades a nivel micro..... | 151 |
| 4.1) Tecnología y Habilidades | |
| 4.2) Relación entre Tecnología y sueldos | |
| 5) El cambio tecnológico y los efectos sobre sueldos y habilidades | 157 |
| 6) El Aprendizaje para toda la vida | 162 |
| 7) Conclusiones | 165 |

Capítulo V.-La globalización. La incidencia del comercio internacional sobre los mercados de trabajo

| | |
|---|-----|
| 1) Introducción | 168 |
| 2) El impacto de la integración de los mercados financieros sobre la autonomía de los gobiernos nacionales | 169 |
| 2.1) El control de la política monetaria | |
| 2.2) El control de la política fiscal | |
| 3) El impacto del comercio internacional sobre los mercados de trabajo | 172 |
| 3.1) Tipos de comercio internacional | |
| 3.2) La evolución del mundo en vías de desarrollo | |
| 4) El impacto del comercio con países “emergentes” sobre los mercados de trabajo de los países desarrollados..... | 179 |
| 5) Los efectos de la inversión directa internacional..... | 185 |
| 6) Aplicación al caso de España | 191 |
| 7) Conclusiones | 196 |

Capítulo VI.-Innovación Organizativa

| | |
|---|-----|
| 1) Introducción | 199 |
| 2) Innovación Organizativa. Definición y Características..... | 200 |
| 3) La Innovación Organizativa. El punto débil de Europa | 200 |
| 4) La Organización flexible..... | 210 |
| 5) Perspectivas europeas de Innovación Organizativa | 216 |
| 6) El desafío organizativo | 220 |
| 6.1) Introducción | |
| 6.2) Producción | |
| 6.3) Recursos Humanos | |
| 6.4) Investigación y Desarrollo | |
| 7) La naturaleza y la organización del proceso de innovación | 225 |
| 7.1) Introducción | |
| 7.2) Aspectos empíricos | |
| 7.2.1) <i>Inventores, departamentos de I+D e institutos de investigación públicos</i> | |
| 7.2.2) <i>Inputs y Outputs del I+D y el proceso que media entre ambos</i> | |
| 7.2.3) <i>Distintas formas organizativas</i> | |
| 7.2.4) <i>La organización general de la actividad innovadora en la empresa</i> | |
| 7.2.5) <i>La globalización del I+D</i> | |
| 7.2.6) <i>La gestión multiproyecto</i> | |
| 7.2.7) <i>La gestión de proyectos</i> | |
| 7.2.8) <i>La posición de las pequeñas empresas</i> | |
| 7.2.9) <i>El Sistema Nacional de Innovación</i> | |
| 7.2.10) <i>El aprovisionamiento externo de la innovación o el I+D</i> | |
| 7.3) Aspectos teóricos | |
| 7.3.1) <i>El concepto de creatividad de Usher</i> | |
| 7.3.2) <i>La coordinación de funciones cruzadas</i> | |

7.3.3) *La coordinación entre las unidades de I+D*

7.3.4) *La teoría de la transacción de costes y el aprovisionamiento externo del I+D*

7.3.5) *Las relaciones entre los creadores y los usuarios de las innovaciones*

8) **Conclusiones**246

Capítulo VII.-Las nuevas estrategias organizativas de las empresas

1) **Introducción**248

2) **El alcance del cambio organizativo**251

3) **Cambios en las tareas y en la organización del trabajo**254

3.1) Automoción

3.2) Servicios financieros

3.3) La Sanidad

4) **Impacto y efectos del cambio organizativo**261

5) **La Formación de redes y el aprovisionamiento externo**.....264

6) **Las nuevas tecnologías en la fabricación**267

6.1) Introducción

6.2) Los Robots

6.3) El Diseño Asistido por Ordenador

6.4) La Fabricación flexible

6.5) Incidencia en las empresas

6.6) El caso Swatch

6.7) Importancia de los Recursos Humanos

7) **Conclusiones**292

Capítulo VIII.-La incidencia del cambio tecnológico y organizativo sobre la gestión de los recursos humanos

1) **Introducción**294

2) **Estructura ocupacional y puestos de trabajo**295

3) **Cambios en las exigencias de cualificación**297

| | |
|--|-----|
| 4) Estrategias de las empresas para obtener las habilidades que desean | 300 |
| 4.1) Estrategias externas | |
| 4.2) Estrategias internas | |
| 4.3) Pautas comunes a las estrategias internas y externas al ajuste | |
| 5) Política Salarial | 304 |
| 6) Tiempo de trabajo..... | 308 |
| 7) Evidencia del cambio organizativo en el mercado de trabajo..... | 310 |
| 7.1) Elevación del nivel medio de cualificaciones | |
| 7.2) Mayor flexibilidad en el empleo | |
| 8) La Gestión de los flujos de conocimiento | 319 |
| 8.1) Conocimientos y Ventaja competitiva | |
| 8.2) La dirección de la empresa del conocimiento | |
| 8.3) Complejidad de los flujos de conocimiento: espacio y tiempo | |
| 8.4) La Dirección estratégica de personal | |
| 9) La Gestión del conocimiento en la práctica | 324 |
| 10) Formas organizativas y estilos de dirección en España | 327 |
| 10.1) Situación actual | |
| 10.2) Estrategias competitivas | |
| 11) El marco jurídico..... | 335 |
| 11.1) El papel del marco jurídico en relación con el trabajo | |
| 11.2) Modalidades de contratación | |
| 11.2.1) <i>Introducción</i> | |
| 11.2.2) <i>El contrato de trabajo estable a tiempo parcial</i> | |
| 11.3) La regulación del despido | |
| 11.4) La Negociación colectiva | |
| 12) Conclusiones e Implicaciones de Política Económica | 347 |
| 12.1) Conclusiones del Capítulo 8 | |

12.2) Implicaciones de Política Económica

Capítulo IX.-Incidencia del Comercio Electrónico en la Economía

| | |
|---|-----|
| 1) Introducción | 357 |
| 2) El peso de las Tecnologías de la Información sobre la economía | 360 |
| 3) Principales áreas afectadas por el comercio electrónico | 362 |
| 3.1) Introducción: | |
| 3.2) Comercio electrónico negocio a negocio | |
| 3.3) Suministro por vía digital de bienes y servicios | |
| 3.4) Venta minorista de productos tangibles | |
| 4) Impacto general sobre el comercio | 372 |
| 5) Los Servicios Bancarios por Internet | 377 |
| 5.1) Introducción | |
| 5.2) Concepto y situación actual | |
| 5.3) Factores que favorecen la difusión de los servicios bancarios por medio de Internet | |
| 5.3.1) <i>Reducción de los costes operativos</i> | |
| 5.3.2) <i>Nuevas tendencias de la competencia. Mayor presión sobre los bancos para captar los fondos de las familias.</i> | |
| 5.3.3) <i>Creciente aceptación por parte del consumidor</i> | |
| 5.4) Impacto de la difusión de los servicios bancarios por Internet en el sector financiero | |
| 5.4.1) <i>Reducción del personal bancario en las filiales</i> | |
| 5.4.2) <i>Fortalecimiento de la tendencia a la sustitución del dinero "real" por el electrónico</i> | |
| 5.4.3) <i>Turbulencia financiera</i> | |
| 5.5) Conclusiones | |
| 6) Impacto del comercio electrónico sobre los puestos de trabajo | 429 |
| 6.1) Introducción | |
| 6.2) La incidencia del comercio electrónico sobre el empleo | |
| 6.3) Crecimiento del empleo en empresas de EE.UU | |

6.4) Creación y destrucción de puestos de trabajo en sectores relacionados con el comercio electrónico

6.4.1) *El Sector del "copyright"*

6.4.2) *El Sector de Internet*

6.4.3) *Agencias de Viaje*

6.4.4) *Oficinas de Correos*

6.4.5) *Comercio minorista*

6.4.6) *Sector Financiero y banca*

6.5) Impacto de las actividades relacionadas con el comercio electrónico en el empleo del conjunto de la economía

6.6) El comercio electrónico y la composición de habilidades

6.7) Conclusiones

Capítulo X.-Sistemas Nacionales de Innovación

| | |
|---|-----|
| 1) Introducción | 452 |
| 2) La Innovación como proceso creativo e integrado | 452 |
| 3) El papel del gobierno en la promoción de la cooperación tecnológica..... | 456 |
| 3.1) Introducción | |
| 3.2) Programas Tecnológicos Europeos | |
| 4) Redes de Innovación y Sistemas Tecnológicos | 461 |
| 4.1) Aspectos teóricos sobre las redes | |
| 4.2) Distinción entre redes de innovación y sistemas tecnológicos | |
| 5) Sistemas Nacionales de Innovación | 466 |
| 6) Flujos de Conocimiento en los Sistemas Nacionales de Innovación | 471 |
| 6.1) Actividades del sector privado | |
| 6.2) Interacciones público privado | |
| 6.3) Difusión de Tecnología | |
| 6.4) Movilidad de Personal | |
| 7) Enfoques Analíticos de los Sistemas Nacionales de Innovación | 481 |

| | |
|--|-----|
| 7.1) Encuestas de Innovación | |
| 7.2) Las interacciones entre los racimos | |
| 7.3) Los flujos internacionales de conocimiento | |
| 7.4) Aspectos de medición | |
| 8) Peculiaridades de los países en sus pautas de innovación..... | 491 |
| 9) Vínculos de los Sistemas Nacionales de Innovación..... | 496 |
| 9.1) Vínculos en el interior del sistema científico | |
| 9.2) Vínculos entre la ciencia y la tecnología | |
| 9.3) Vínculos entre empresas | |
| 10) Situación en España | 505 |
| 10.1) Panorámica general | |
| 10.2) Disociación entre el esfuerzo tecnológico y los resultados | |
| 11) La Innovación en las empresas españolas | 514 |
| 11.1) Características de las empresas innovadoras | |
| 11.2) La colaboración de las empresas innovadoras | |
| 12) Conclusiones | 520 |
| Capítulo XI.-Implicaciones para la Política Económica | |
| 1) Introducción | 524 |
| 2) La importancia de la innovación en la economía | 527 |
| 2.1) Enfrentándose a la complejidad con un mínimo coste | |
| 2.2) Asegurar la sostenibilidad de trayectorias de desarrollo a largo plazo | |
| 2.3) La gestión de los riesgos relacionados con la innovación | |
| 2.4) El fomento de las innovaciones organizativas y de la inversión en capital humano en el interior de las instituciones de mercado y de las que no tienen ánimo de lucro | |
| 2.5) Haciendo que el comportamiento cooperativo y el competitivo sean compatibles | |
| 3) Principios de políticas inspiradores para promover el crecimiento basado en el conocimiento | 535 |
| 4.1) Reconocimiento del papel central de la empresa | |

| | |
|--|-----|
| 4.2) Las empresas innovadoras impulsan el cambio estructural hacia actividades económicas de mayor valor añadido | |
| 4.3) Iniciando un círculo virtuoso que permite a las empresas innovadoras multiplicarse por toda la economía | |
| 4) Un enfoque sistémico a las políticas..... | 538 |
| 5) Sugerencias de Política Económica | 539 |
| 5.1) Introducción | |
| 5.2) Los objetivos de la política tecnológica | |
| 5.3) La mejor práctica como herramienta de aprendizaje | |
| 5.4) Condiciones estructurales marco para la política de innovación | |
| 5.4.1) Los mercados de trabajo | |
| 5.4.2) La competencia de los mercados de productos | |
| 5.4.3) Los mercados financieros | |
| 5.4.4) Un sistema educativo y de formación adaptable | |
| 5.4.5) La Cohesión Social | |
| 5.4.6) Una infraestructura tecnológica de apoyo | |
| 5.4.7) Cargas del gobierno | |
| 5.4.8) Redes de empresa | |
| 5.4.9) Estructuras de ciencia y tecnología | |
| 5.4.10) Comparación de las condiciones marco entre la Unión Europea y los Estado Unidos | |
| 5.5) El cambio técnico y la política macroeconómica | |
| 5.6) Haciendo que la reforma sea viable desde el punto de vista político | |
| 5.7) Algunas Sugerencias para una Política de la Innovación en Europa | |
| 5.7.1) Promover la productividad por medio de la mejora de la creación acceso y distribución del conocimiento | |
| 5.7.1.1) <i>Inversión en la base de conocimiento</i> | |
| 5.7.1.2) <i>Aumento del poder de distribución de los sistemas nacionales de innovación</i> | |
| 5.7.1.3) <i>La mejora de la cooperación internacional en ciencia y en tecnología</i> | |
| 5.7.2) Promoción del cambio organizativo para lograr una gestión más eficaz del conocimiento. | |
| 5.7.2.1) <i>Fijación de las condiciones marco apropiadas</i> | |
| 5.7.2.2) <i>Mejora de los mecanismos de información sobre el cambio organizativo</i> | |

5.7.2.2) *Mejora de los mecanismos de información sobre el cambio organizativo*

5.7.2.3) *Mejora de la base de conocimiento para la toma de decisiones*

5.7.3) **Coordinación del desarrollo tecnológico y en recursos humanos**

5.7.3.1) *Asegurar que la fuerza de trabajo tiene las cualificaciones necesarias para un empleo inicial y una formación suficiente para el aprendizaje a lo largo de toda la vida.*

5.7.3.2) *Lograr un mejor equilibrio entre las inversiones en tecnología y en capital humano.*

5.7.3.3) *El aprendizaje para toda la vida*

5.7.4) **Estimulación de la nueva demanda**

5.7.4.1) *La configuración de mercados emergentes para servicios basados en redes, el fomento del tercer sector y de las iniciativas locales*

5.7.4.2) *El gobierno como usuario punta*

5.7.4.3) *Promoción de la comprensión del público*

5.7.5) **Lograr desplegar todo el potencial de creación de puestos de trabajo de las pequeñas y medianas empresas**

5.7.5.1) *Creación de un entorno de negocios favorable*

5.7.5.2) *Incentivar el comportamiento innovador*

5.7.5.3) *Mobilización del capital privado para la creación y crecimiento de empresas de alto potencial*

5.7.5.4) *Sacar partido de la globalización*

Conclusiones599

Bibliografía667

Introducción

Hoy en día la mayoría de los ciudadanos de los países desarrollados puede constatar la velocidad de la progresión de las tecnologías de la información. Es suficiente comparar prestaciones y precios de los ordenadores de un año para otro, o la mejora de la capacidad los teléfonos móviles o de Internet. Hay además cada vez más expertos en tecnología, y profesionales en todos los sectores con buenos conocimientos de la tecnología a nivel de usuario.

Lo que es más difícil de encontrar son personas que hayan reflexionado sobre estos temas desde una perspectiva general. Muchos de los especialistas en tecnología, que trabajan en estrecha relación con el sistema tecnológico, conocen todo sobre transistores, sensores, unidades de control, etc. Sin embargo, la mayoría carece de la formación complementaria, (en economía, sociología, filosofía), y del tiempo necesario, para reflexionar sobre la incidencia de estos cambios tecnológicos en la sociedad.

La reducida minoría de personas con formación tiempo y ambición de reflexionar sobre el impacto de las tecnologías sobre la sociedad, suele estar en universidades de elite de Estados Unidos y Europa, lo que no les impide mantener fuertes vínculos con el sector empresarial. Entre ellos se puede destacar a Manuel Castells en España o a Michael Dertouzos, Director del Computer Lab del M.I.T.

Hace cinco años tuve la oportunidad de colaborar en la organización de un encuentro sobre las oportunidades y las amenazas que podía presentar el progreso de las tecnologías de la información. El encuentro se planteó como un esfuerzo multidisciplinar, e incluía no sólo a expertos en tecnología como Dertouzos, o Everette Dennis, sino también a pensadores como Robert Nozick, (profesor de filosofía en Harvard), o Anthony Smith, (profesor de Humanidades en Oxford).

Todos ellos tuvieron aportaciones muy brillantes, y el encuentro fue muy interesante. Sin embargo, el que más destacó fue Dertouzos, pues además de ser un experto en tecnología, poseía sólidos conocimientos en economía y en sociología, que le había transmitido su colega en el M.I.T, Robert Solow. Después del encuentro, él tuvo la amabilidad de interesarse por mí, invitándome a cenar. En esa cena, en un libro suyo que me regaló y en algunas cartas posteriores, me transmitió varias ideas que han sido decisivas para que yo iniciara esta tesis.

La primera es su valoración de la importancia de las reflexiones de este tipo, que a través del análisis, la observación de la realidad, y el contraste de puntos de vista, nos ayuden a vislumbrar cuáles son las amenazas, y cuáles las oportunidades reales, con el objetivo de poner el avance tecnológico al servicio del hombre.

La segunda fue una apreciación sobre el nivel de conocimiento en tecnología que es necesario para abordar estos temas, que me ayudó a vencer mi resistencia inicial a dedicar tiempo a ellos. Durante el encuentro me di cuenta de que aunque los humanistas y filósofos del encuentro eran brillantes en su lógica, y en su razonamiento, a menudo presentaban limitaciones en su visión general del fenómeno de la revolución tecnológica.

Dertouzos me confirmó que para reflexionar sobre estos temas sí hay que saber sobre tecnología. Pero me distinguió entre saber tecnología para crear nueva tecnología, para lo que sí hace falta tener una formación tecnológica, y saber tecnología para reflexionar sobre su impacto sobre la sociedad, para lo cual hace falta un conocimiento suficiente sobre los aspectos puramente técnicos de la revolución de las tecnologías de la información, y, lo que es más importante, conocimientos sólidos en economía y en sociología, y buena capacidad para razonar. Manuel Castells y Daniel Bell son buenos ejemplos de sociólogos que han aportado interesantes reflexiones sobre estos temas sin ser expertos en tecnología.

La tercera fue sobre la velocidad de progresión del fenómeno, y sobre su amplitud. Esto era especialmente novedoso en 1994, cuando todavía había poca gente en España que fuera consciente de lo que quería decir con el término "Sociedad de la Información", un término equívoco incluso para los participantes al encuentro.

Como ya veremos con mayor extensión en el trabajo, la revolución tecnológica actual es *distinta* a las precedentes. Los usuarios de las innovaciones tecnológicas son a la vez creadores de tecnología, en un círculo de retroalimentación que potencia nuevas innovaciones y que amplifica su difusión. La extensión geográfica y el ritmo de difusión son mucho más rápidos que en el pasado, de forma que se puede afirmar que la sociedad de la información es uno de los principales agentes de cambio planetario.

Además, y en esto se parece a las precedentes, la revolución actual se caracteriza por su *capacidad de penetración* en todos los dominios de la actividad humana. De hecho, según Dertouzos, las tecnologías de la información serán utilizadas en pocos años para intercambiar y procesar la información que rodee el entorno de cualquier tipo de actividad humana. Él opina que el ocio y las compras, el comercio, la salud, la fabricación y la educación serán los primeros beneficiados, uniéndose más tarde los servicios gubernamentales, jurídicos y editoriales.

Gracias a él y a otro participante del encuentro, conseguí una beca de un mes para estudiar un seminario sobre estos temas en el Freedom Forum de la Universidad de Columbia, con lo que un año más tarde, volvía a renovar el contacto con estos temas. Luego he seguido leyendo en los años posteriores, por interés personal, y tratando sobre ellos de forma periférica en mi trabajo.

Toda esta trayectoria me dio la oportunidad de darme cuenta de que el progreso de las tecnologías de la información iba a tener una incidencia enorme para la sociedad. Personalmente yo soy optimista, y entiendo que estos avances van a beneficiar a la Humanidad en muchos campos de la vida; el trabajo, las comunicaciones, la productividad, y en general las formas de hacer las cosas, durante las próximas décadas. Va a ser un factor de cambio de gran importancia.

Sin embargo, también me di cuenta de que no hay que sobrevalorar a la tecnología. Si se usa bien puede dar lugar a grandes beneficios. Pero en ocasiones puede ocasionar perjuicios.

Empecé a preguntarme si las sociedades desarrolladas habían aprendido a aprovechar al máximo la rentabilidad económica derivada de la introducción de las nuevas tecnologías. Los decepcionantes resultados en la creación de empleo en Europa, y el descenso de la productividad de todas las economías avanzadas me hacían pensar que no. De esta forma, cuando tuve el tiempo y la oportunidad de escribir una tesis, la elección del tema no fue excesivamente difícil.

Además de explicar las circunstancias que me llevaron a elegir este tema, en esta introducción me gustaría acotarlo en el tiempo y en el espacio y aclarar el objetivo básico que he pretendido.

El planteamiento básico de este trabajo parte del hecho de que las sociedades europeas han realizado fuertes inversiones en Investigación, conocimiento y tecnología en los últimos quince años. Sin embargo, los resultados económicos de este esfuerzo, en términos de innovaciones, patentes, aumento de la productividad de las empresas o empleo son menores que los de países como Japón o Estados Unidos.

Para explicar esta paradoja, el trabajo parte de una hipótesis: *para obtener beneficios económicos de los esfuerzos en investigación, conocimiento y tecnología, es necesario que se de un cambio simultáneo en la organización del trabajo, en el diseño de las instituciones, y en la formación de los recursos humanos*. Si estos cambios no se dan, el esfuerzo inversor en conocimiento o tecnología puede ser derrochado, teniendo en ocasiones resultados negativos en términos de rentabilidad económica.

El trabajo entiende que *el cambio técnico está fuertemente interrelacionado con el cambio organizativo, institucional, y de los recursos humanos*. Los casos en donde la innovación tecnológica ha dado lugar a mejores resultados en términos de generación de riqueza y de empleo son aquellos en los que se ha introducido partiendo de una visión estratégica e integrada, que tenía en cuenta los cambios que esta innovación implicaba en la organización del trabajo, en la formación de los recursos humanos, y en las relaciones de la empresa o de la institución con el exterior.

De esta forma, lo que se intenta argumentar en el trabajo es que los decepcionantes resultados económicos, (en términos de mejora de la productividad, del empleo o de innovación), que la mayoría de las sociedades europeas ha obtenido con su considerable esfuerzo inversor en Investigación, conocimiento y tecnología, encuentran su explicación en *un importante desfase* entre ese esfuerzo, y el cambio organizativo, institucional y de formación, que sería necesario para aprovecharlo totalmente.

En otras palabras, el objetivo del trabajo es demostrar que Europa, en general, y España en particular, se ha caracterizado en los últimos quince años por presentar *fuertes desajustes organizativos e institucionales, importantes desfases de tiempo y de aprendizaje*, que impiden aprovechar el cambio técnico en todo su potencial.

Se intenta demostrar que la extensión geográfica y el ritmo de difusión de la Revolución Tecnológica actual son mucho más rápidos que en el pasado.

La introducción masiva de las tecnologías de la información y de la comunicación, (ICTs), está dando lugar a una *transformación estructural* de las economías de Europa desde economías industriales a economías basadas en el conocimiento.

Esta transformación estructural presenta varios aspectos. Implica desplazamientos *sectoriales*, con un movimiento hacia actividades de servicios. Implica una mayor importancia de las actividades de alta tecnología dentro de la fabricación. Además implica una elevación de las habilidades de la fuerza de trabajo. Por último, implica una mayor interdependencia internacional, por medio de comercio intensivo en tecnología, inversión extranjera y colaboración internacional entre empresas.

En este nuevo entorno, para comprender la forma en la que la tecnología incide en la productividad y en el empleo es necesario cambiar el enfoque tradicional que se basaba en observar sobre todo a las actividades de fabricación intensivas en I+D. Las innovaciones se dan por toda la economía, siendo el sector servicios una fuente no inferior al de fabricación.

Lo que es más importante, lo que da lugar a ganancias generales en productividad es el *uso y la difusión* por toda la economía de la tecnología. Estas ganancias en productividad se consiguen en el momento en el que las empresas realizan los *cambios organizativos* que exigen las innovaciones de procesos y de producto, en tanto en cuanto se den también las *condiciones marco necesarias*.

De esta forma, las reformas organizativas son importantes tanto a nivel micro, de empresa, como a nivel macro, de las condiciones marco que hacen posible la innovación.

Aunque este trabajo hace especial referencia a las nuevas formas de organización empresarial, hay que constatar que para potenciar al máximo la rentabilidad económica derivada de la introducción de las nuevas tecnologías, son necesarias reformas en muchas instituciones ajenas al mundo empresarial. La Universidad, la formación profesional, la administración pública, los sistemas de protección social, la cultura y las actitudes son algunas de ellas.

Además, si las reformas organizativas han sido importantes en el pasado, y lo son en el presente, todo parece indicar que lo van a ser aún más en el futuro. Tal y como se puede observar en el trabajo, hay evidencia que señala que la transformación económica provocada por las nuevas tecnologías está tan solo en las primeras fases.

Si desde el punto de vista técnico la *progresión* lleva más de veinte años, su incidencia económica masiva está en la primera etapa. Esto se ve a lo largo del trabajo. Aquí tan sólo mencionar como dato interesante que la contribución directa del sector de las tecnologías de la información y comunicación al crecimiento del conjunto de la economía de Estados Unidos pasó desde el 4,9% en 1985 hasta el 8,2%. En Europa este sector creció a un 12% anual en los dos últimos años.

Además, si la tecnología ha implicado siempre cambios organizativos a las empresas, en este momento estamos iniciando una nueva etapa, que podríamos denominar como la de la introducción de los ordenadores en redes, que va a tener unas

repercusiones aún mayores, al implicar una automatización parcial de los procesos de compra y venta de las empresas.

Frente a la creciente necesidad de innovaciones organizativas, se constata a lo largo del trabajo que el ritmo de adaptación de las estructuras y de las personas es lento. Se observa en definitiva que la incidencia de la inercia institucional y de comportamiento frente al cambio técnico es bastante mayor de lo que se podía esperar.

Esta inercia es especialmente fuerte en *el sector de la pequeña y mediana empresa*, en donde las barreras estructurales a la innovación tecnológica y organizativa son mayores. También es importante a nivel macro, a nivel institucional, pues los Sistemas Nacionales de Innovación de Europa se caracterizan por las limitadas interacciones entre sus partes. Es menor en cambio en las empresas grandes, del sector de alta tecnología de la fabricación, lo que explica el excelente comportamiento de su productividad.

No se pretende estimar la incidencia de la tecnología sobre el nivel general de empleo, pues se entiende que es imposible estimarla con precisión, dadas las considerables barreras empíricas, y la dificultad de separar el impacto del cambio técnico a nivel agregado, de otros factores como el comercio, la legislación o la competencia de otros países. La tecnología crea y destruye puestos de trabajo de forma simultánea. El resultado entre estos dos procesos depende del entorno institucional, de las estrategias de las empresas y de las políticas del gobierno.

Los estudios realizados a lo largo de los ochenta muestran resultados poco concluyentes, (Shettkat y Wagner, 1990, Daniel, 1990, Castano 1994, Saez 1991, Watanabe, 1986, Brown, 1993, 1994). Un resumen de la evidencia actual presentada en el estudio de la OCDE de 1994 concluye que la evidencia empírica sugiere que en conjunto, la era actual de cambio técnico tiene un impacto positivo, aunque limitado, en el empleo.

Sin embargo, esta evidencia no es suficiente para realizar generalizaciones, ya que los efectos positivos y negativos no coinciden en el tiempo ni en el espacio; los ajustes exigen tiempo, y los sectores y los tipos de trabajadores que se van a beneficiar del cambio técnico son distintos de los que salen perjudicados por él. Además, los factores sistémicos e institucionales afectan a las capacidades de los países para generar empleo por medio del desarrollo, la adquisición y la difusión de las tecnologías.

La tecnología no obliga *sino que permite*. Con esto se quiere señalar que no deberíamos exagerar las capacidades de estas tecnologías, que a menudo no suponen un alivio o una solución a muchos problemas en el rendimiento industrial, ni una garantía de que se van a lograr las mejores prácticas. Lo que es más importante, estas tecnologías inciden tan sólo indirectamente en lo que es el factor más importante para el rendimiento industrial: el profundo énfasis en las personas, y en equipos comunicados entre sí, que comparten responsabilidades y que se autogobiernan.

Desde esta perspectiva, la introducción masiva de las tecnologías de la información no ha dado a los beneficios esperados en el conjunto de la economía porque muchas empresas no han sabido, no han querido, o no han podido, realizar las inversiones complementarias en recursos humanos y en innovaciones organizativas.

Además, muchas Sociedades no han sabido, o no han querido, o no han podido establecer las condiciones marco esenciales para la innovación.

La introducción de las tecnologías de la información, en una empresa burocratizada y mal gestionada, no sólo no eleva su productividad, sino que al contrario, la hace descender. De esta forma, aunque en las empresas "organizadas en red", la informática comportase un aumento de la productividad, ésta se vería compensada por las que empeoraban, con lo cual el resultado global es nulo.

La creciente divergencia entre el comportamiento de la productividad del segmento de alta tecnología y el del resto de los sectores, no hacen más que confirmar esta hipótesis, que en definitiva viene a subrayar la importancia de los desfases de aprendizaje y de tiempo en la explicación de la paradoja de Solow.

Precisamente lo que está implicando la introducción masiva de las tecnologías de la información es que *las personas y los aspectos de gestión y de organización se vuelven cada vez más importantes*. De esta forma, una de las consecuencias más importantes de esta revolución es que *la mente humana cobra más importancia en el proceso de trabajo*.

La tecnología por sí misma no tiene por que dar lugar a mayores beneficios o mayor productividad. Tan sólo en el caso en el que una buena dirección la introduzca en paralelo a inversiones complementarias en las estructuras organizativas y en la formación de los recursos humanos, se producirán los beneficios económicos deseados. Es necesario tener una visión global y consistente en el momento de la realización de las reformas. Como veremos más adelante, las condiciones marco, (Sistemas de Innovación, normativa, instituciones), son también esenciales.

También se pretende sugerir que este tipo de reformas organizativas y de formación no son fáciles. Hay barreras estructurales, que veremos en otro punto. Además las personas necesitan tiempo para adaptarse.

Sin embargo, siendo un mensaje realista, que intenta ser consciente de las dificultades, es a la vez un mensaje *optimista*, que entiende que la productividad aumentará en el momento en el que nuestras sociedades se den cuenta de la importancia que en la nueva situación cobran las personas y los aspectos organizativos, y en el momento en el que seamos capaces de realizar las reformas necesarias.

El proceso probablemente sea lento, notándose los grandes cambios sólo a medio plazo, ya que hace falta tiempo para que la gente cambie sus hábitos y procedimientos, y hay barreras a las reformas organizativas, tanto a nivel micro, de empresa, como a nivel macro, del marco institucional. Esto también ocurrió en el caso de la revolución industrial, que necesitó alrededor de un siglo para triplicar la productividad del trabajador medio. Algunas sociedades, como la de Estados Unidos, tienen mayor capacidad de adaptación, y están en una fase más avanzada en su proceso de transformación estructural.

Esta introducción y el último capítulo con las conclusiones los he redactado con mayor extensión de lo normal. La razón es que me parece importante leerlos en primer lugar para seguir con atención el resto del trabajo.

Debo pedir disculpas por que algunos capítulos no están muy bien estructurados. Además, hay temas que se han desarrollado con excesiva extensión, a pesar de que su relevancia para el tema central de este trabajo era secundaria.

Esto se ha debido en parte a la forma en la que he redactado el trabajo. Aunque desde el principio sabía las grandes áreas temáticas que debía desarrollar, sólo cuando el trabajo estaba más avanzado me he dado cuenta de la verdadera importancia de cada uno de los aspectos tratados en estas áreas.

Por eso sugiero leer en primer lugar esta introducción, y el último capítulo, el de conclusiones, antes de ver lo demás, pues así se entenderá el nexo de unión entre todos los capítulos.

Para apoyar la hipótesis de la existencia de un fuerte desfase de tiempo y de aprendizaje entre las nuevas tecnologías y la capacidad de nuestras sociedades para aprovecharlas en todo su potencial, **el capítulo primero** describe los principales acontecimientos de esta rápida transformación tecnológica, con el objetivo de que se aprecie la aceleración del ritmo de progreso en los últimos años, y la rápida extensión de algunos servicios y formas de trabajar, lo que va a contribuir a agravar el desfase.

El segundo capítulo plantea una serie de distinciones teóricas importantes, (entre invención e innovación,), y hace un breve repaso de la Historia de la Tecnología en la Ciencia Económica. Recoge esfuerzos de la nueva teoría del crecimiento para entender el papel del conocimiento y de la productividad a la hora de impulsar la productividad. Esta visión sirve para subrayar que la clave para conseguir beneficios económicos de las inversiones en I+D es la realización de esfuerzos paralelos en la organización del trabajo, en la formación de los recursos humanos y la gestión.

También se manifiesta el énfasis que las nuevas teorías ponen en el hecho de que la explotación comercial de las ideas científicas exige importantes inversiones, y se subraya la importancia que tiene *el modelo iterativo* para comprender los procesos de innovación en las empresas. Este *modelo iterativo* sustituye al modelo lineal que asumía que la innovación se podía entender como un número más o menos consecutivo de pasos que se iniciaban en las actividades de investigación básica y de desarrollo de los departamentos de una empresa, continuando en otros departamentos.

En la realidad, los procesos de innovación se dan en distintos lugares del sistema y se producen de forma simultánea, con avances y retrocesos, no de forma consecutiva, lo que sugiere que para maximizar su eficacia es importante realizar reformas organizativas en el interior de una empresa y en las relaciones de éstas con la infraestructuras públicas de conocimiento, (Sistemas Nacionales de Innovación).

Además, el segundo capítulo *aporta evidencia empírica* sobre las relaciones entre productividad y tecnología que tienen gran importancia para reforzar las hipótesis de este trabajo:

En primer lugar, se constata que el vínculo entre la tecnología y la productividad se puede ver con mayor claridad a nivel de empresa.

En segundo lugar, y lo que es más importante, este vínculo se puede apreciar especialmente en los casos en los que se realizan inversiones complementarias en la formación de los trabajadores, los métodos organizativos y los de producción. (pág. 67 y 68, McGuckin, Nyholm, Greenan y Guellec).

Este segundo punto lleva a reforzar la hipótesis del desfase entre la introducción de las nuevas tecnologías y su aprovechamiento económico por parte de las empresas y de las instituciones sociales. Parece cada vez más evidente que la introducción de nuevas tecnologías van a exigir un cambio en la organización del trabajo. Y la forma en la que se reorganice la empresa va a decidir la rentabilidad económica que se derive de su introducción.

En tercer lugar, se aporta evidencia que sugiere que aunque la actividad de investigación y desarrollo es una fuente primordial de progreso tecnológico, lo que genera beneficios económicos importantes no es tanto la invención de nuevos productos y procesos, o su explotación comercial inicial, sino su *difusión generalizada*. (pág. 72, Sakurai, Reati). La difusión de la tecnología es especialmente importante en el caso del sector de los servicios. (pág. 78, Sakurai). También es importante la difusión internacional de la tecnología entre los países, siendo el impacto del I+D extranjero especialmente importante en el caso de los países pequeños, (Bernstein).

Este tercer punto lleva a reforzar la hipótesis de que es necesaria la innovación organizativa e institucional, tanto en las empresas como en el conjunto de la sociedad, que ayude a facilitar la difusión del conocimiento por toda la economía.

El capítulo tercero aporta evidencia del proceso de cambio estructural que se está dando en la industria y en los servicios. En particular aporta evidencia de que los movimientos dentro de los sectores económicos son más importantes que los movimientos entre los sectores. También aporta evidencia que indica:

Un alto crecimiento de la productividad no sólo no da lugar de forma automática a pérdida de puestos de trabajo, sino que con frecuencia se ve acompañado de otros factores como ingresos más altos, mayor demanda y nuevas innovaciones de productos, que aumentan el empleo.

Dentro de la industria, son los sectores de alta tecnología, (los que han realizado también mayores innovaciones organizativas para sacar todo el potencial de las altas tecnologías), los que mostraban unas ganancias de productividad que estaban por encima del promedio. Dentro de ellos, destaca el sector de los ordenadores, en Estados Unidos, con un incremento anual del 41.70, frente al promedio de 4.58 del sector en general, (Robert Gordon, "Has the New Economy rendered the productivity slowdown obsolete?", *The Economist*, July 24th 1999).

Esta evidencia apoya la interrelación y la complementariedad entre innovación organizativa y empleo, pues son precisamente las grandes empresas de ordenadores en Estados Unidos, (Dell Computers, que gestiona ya el 30% de sus pedidos a través de la red, Cisco Systems que gestiona el 80% de sus pedidos por Internet), las que han invertido más y han sabido aplicar con más éxito las innovaciones tecnológicas con las reformas en gestión, organización y formación.

En los sectores de fabricación de los países más grandes de la OCDE, algunos autores, (Pianta, Evangelista y Perani, pag 109), encuentran evidencia de que los sectores que muestran las tasas más altas de inversión e innovación son los que experimentaron una mayor producción crecimiento y del empleo, lo que refuerza la hipótesis de que la tecnología ha acompañado al proceso de cambio estructural, favoreciendo la emergencia de nuevos campos de actividad que han proporcionado nuevas oportunidades de puestos de trabajo, por lo que en estos casos, los mecanismos de “*compensación*” han funcionado.

Por otro lado, al mirar a los países individualizados, se da la paradoja de que a diferencia de Japón o de Estados Unidos, en Europa se da a menudo una relación negativa entre la productividad y el crecimiento de empleo, lo que sugiere que son los países de Europa los que han encontrado más dificultades para beneficiarse del círculo virtuoso de la tecnología, el crecimiento y el empleo.

Esta evidencia tiende a apoyar la hipótesis de que el *desfase* entre la introducción de las nuevas tecnologías y su aprovechamiento es especialmente importante en nuestro continente, en donde la incidencia de la inercia institucional y de comportamiento frente al cambio técnico es mayor, y en donde por lo general las barreras estructurales a la innovación tecnológica y organizativa (rigideces en los mercados de trabajo, de producto, tal y como aporta el estudio de Mc Kinsey, mercados de segundo tercio, (capital riesgo) menos desarrollados, excesivas cargas a las empresas, disfunciones en los sistemas de innovación, (capítulo 10), son más importantes.

El tercer capítulo también aporta evidencia del crecimiento de la cuota total del empleo en los servicios, (pag. 130). A pesar de que es muy difícil separar los efectos directos e indirectos de la tecnología de otros factores tales como el comercio o la competencia de otros productos, hay estudios que sugieren (Sakurai, pag 131) que el crecimiento del empleo en los servicios fue debido principalmente al aumento de la demanda nacional. Por otro lado, al relacionar el crecimiento del empleo con la intensidad en tecnologías de la información (pag 132), se puede constatar que los países que han invertido más en nuevas tecnologías son los que han registrado mayores crecimientos de empleo.

Si unimos la creciente importancia del sector servicios en la creación de empleo con la importancia que tiene *la difusión* de la tecnología para el crecimiento de la productividad del sector servicios, llegamos a la conclusión de que en el futuro será especialmente importante garantizar los mecanismos de difusión en este sector, lo que implica superar el enfoque tradicional de los gobiernos que se limitaba a incentivar la creación de tecnología, (más que su difusión), en el sector de fabricación, (más que en los servicios). Esto nos lleva a una de las conclusiones de este trabajo: la importancia de la innovación organizativa e institucional, tanto a nivel de empresa, como a nivel de sociedad, para garantizar tanto la difusión del conocimiento como su máximo aprovechamiento.

El cuarto capítulo aporta evidencia de que las habilidades, (en el sentido multidimensional de desarrollo de capital humano), de los trabajadores y las nuevas tecnologías son complementarias. Una razón que explica esta complementariedad es que los trabajadores cualificados tienen mayor capacidad para incorporar a nuevas tecnologías. Otra es que las empresas elevan las habilidades de sus trabajadores para ser

capaces de incorporar nuevas tecnologías. Otra es que es más probable que los trabajadores cualificados sean los elegidos para usar la nueva tecnología.

En general, se puede afirmar que la introducción de las tecnologías de la información contribuyen a hacer desaparecer a aquellos trabajos rutinarios y repetitivos que pueden codificarse y programarse mediante máquinas automáticas, de forma que el trabajo tiene un contenido cada vez más cargado de tareas inteligentes que requieren iniciativa y adaptación. De esta forma, el cambio técnico está asociado con el declive de los salarios y de las oportunidades de empleo de los trabajadores poco cualificados, favoreciendo además a las perspectivas de empleo y a las subidas salariales de los trabajadores más cualificados, también llamados trabajadores del conocimiento, (página 145).

En general, la evidencia empírica más clara sobre la complementariedad entre habilidades y cambio técnico se encuentra sobre todo a nivel de empresa o de centro de trabajo, (Siegal, Nyholm, Pacelli, Doms Dunne y Trokske, Card et al, pág 153). En segundo lugar, aporta evidencia que indica que el cambio tecnológico ha sido un factor importante a la hora de reducir la demanda de trabajadores poco cualificados.

Para el conjunto de la economía parece difícil separar los efectos del cambio tecnológico de un amplio espectro de fuerzas y factores tales como el comercio y los efectos institucionales. Hay estudios que encuentran que la tecnología y las habilidades son complementarias, (Berman, Berndt, OCDE 1996^a, pag 158). Sin embargo, la mayoría son incapaces de cuantificar de forma precisa el impacto agregado del cambio tecnológico. De todas formas, se comenta un reciente trabajo del FMI (Slaughter y Swagel 1997), que recogiendo los resultados empíricos sobre estos temas llegan a la conclusión de que la tecnología ha sido el factor primordial en el desplazamiento de la demanda de los trabajadores no cualificados a los cualificados.

La línea de causalidad es circular. No es que la introducción de tecnología sin más de lugar a mayor exigencia de formación, sino que la formación de capital humano y el esfuerzo innovador pueden ser vistos como dos procesos que se refuerzan mutuamente de forma acumulativa en una dinámica que termina teniendo un efecto duradero en el rendimiento de los sectores económicos (OCDE 1996^a, pagina 158). De esta forma se puede afirmar que el cambio técnico exige y se deriva del desarrollo del capital humano.

Estas dos conclusiones llevan a dos implicaciones. En primer lugar, son necesarios sistemas que proporcionen con velocidad las nuevas habilidades a los trabajadores que los necesiten. En segundo lugar, las políticas que persigan la promoción de la difusión de la tecnología deben estar coordinadas con políticas que promuevan el desarrollo del capital humano adecuado.

El capítulo cuarto contribuye además de esta forma a reforzar la hipótesis que subyace en el trabajo: *hay un desfase entre la introducción de las nuevas tecnologías y la capacidad de nuestras sociedades para introducir las reformas organizativas e institucionales, (en este caso en las educativas) que permitan aprovechar a las nuevas tecnologías en toda su plenitud.* Además, hay razones para pensar que este desfase va a ser más importante en el futuro. En primer lugar, tal y como veremos en otros capítulos, las empresas tan sólo están empezando a cambiar sus estructuras como resultado de las

tecnologías de la información. Los países están gastando más en tecnologías de la información que en cualquier momento de su historia, con lo que es previsible que su difusión y su impacto aumente en el futuro.

El Quinto Capítulo trata sobre la globalización, relevante para estos en dos sentidos. Para poner de relieve que aunque la inversión directa internacional y el comercio son factores que pueden afectar directa e indirectamente a la desigualdad creciente entre las remuneraciones del trabajo cualificado y el no cualificado y al desempleo de este último en los países desarrollados, no se puede afirmar que su influencia sea masiva y generalizada.

De esta forma, se pone de relieve, (trabajo del FMI 1997), que la influencia más importante en el desplazamiento de la demanda de los trabajadores no cualificados a los cualificados ha sido la tecnología.

En segundo lugar, se constata que tanto la globalización como el cambio tecnológico son dos procesos que se refuerzan mutuamente, pues el comercio y la competencia suelen acelerar el ritmo de innovación tecnológica, y a su vez la innovación tecnológica puede afectar a la ventaja comparativa.

De esta forma, el capítulo quinto contribuye a reforzar la hipótesis de que la introducción de las tecnologías de la información está dando lugar a importantes desfases o desajustes entre su ritmo de introducción y la capacidad de nuestras sociedades para aprovechar su impacto.

El Capítulo sexto, aporta evidencia que confirma la existencia de una brecha entre el esfuerzo investigador y los resultados innovadores en Europa, lo que sugiere que nuestro continente presenta una clara debilidad a la hora de pasar desde el descubrimiento científico a la innovación, y desde la innovación al mercado. Esta debilidad se deriva de nuestra incapacidad para romper con los modelos organizados heredados del "fordismo", sea en lo referente a la organización en el seno de una fábrica o en lo referente a la dirección de las actividades de I+D.

Para ello parece necesario abandonar la vieja visión secuencial o lineal de la relación entre investigación e innovación. Es necesario en cambio adoptar un modelo iterativo, estableciendo intercambios de información permanente entre los actores. Análogamente, la investigación ya no puede concebirse en una completa ignorancia de las demandas, los límites de la producción o los mercados.

Los cambios organizativos son importantes en los tres niveles de actividad integradora. El primer nivel consiste en que cada una de las tres esferas de la empresa requiere innovaciones organizativas. El segundo nivel de integración se refiere a las relaciones entre estas tres funciones en el seno de la empresa. Exige vínculos más fuertes entre ellas y la disolución de muchas de las divisiones funcionales. También exige una integración más estrecha entre fabricantes por una parte y suministradores y consumidores por otra y también una cooperación más estrecha entre empresas asociadas al mismo sector.

Está en la naturaleza de las propias estructuras organizativas la inexistencia de una "mejor manera" de organización y diseño de puestos de trabajo. La tarea, por tanto,

es la búsqueda continúa de lo que podría llamarse una "práctica mejorada". Para ello sería conveniente que se difundieran entre las pequeñas y medianas empresas, libros con ejemplos de éxito de innovación organizativa.

El capítulo viene a confirmar la importancia de los cambios organizativos de las mejoras en el capital humano de la empresa y en la gestión para conseguir los beneficios cuantitativos y cualitativos derivados del gasto en I+D, (esfuerzo), las invenciones, (resultados), y de la introducción de nuevas tecnologías. También la importancia de las reforma institucional para facilitar la difusión del conocimiento entre los distintos actores implicados en la innovación.

El capítulo siete, empieza describiendo las estructuras organizativas que complementan a las nuevas tecnología, determinan su eficacia, y en último término su contribución al crecimiento económico y al empleo.

También aporta evidencia sobre interrelación y la complementariedad entre la introducción de las nuevas tecnologías y los cambios en las estructuras de gestión y en la organización, (Inchniowski, Nyholm, Greenan, pág 263). En general ponen de relieve que la línea de causalidad entre las nuevas formas organizativas, la productividad y el empleo es circular y descansa en el uso combinado de todo un conjunto de prácticas de trabajo y de estructuras organizativas, teniendo un mayor impacto cuando se usan como un sistema, con un diseño integrado, en el lugar de trabajo, (Kling, Canadá, pag 262) De esta forma tiende a confirmar que es el conjunto de estrategias asociadas con la reorganización del lugar de trabajo, incluyendo la formación en la empresa y una fuerza de trabajo altamente cualificada, lo que mejora el rendimiento y hace que estos cambios sean sostenibles y duraderos.

En cuanto al alcance, el capítulo aporta evidencia que sugiere que la nueva organización del trabajo ha tenido todavía poco alcance. Es probable que haya sido adoptada por menos del 25% de las empresas, especialmente las grandes, y sobre todo en el sector de la fabricación, y de forma incompleta.

También constata la existencia de fuertes barreras estructurales a la innovación estructural y organizativa. Mientras que las carencias en recursos humanos y gestión impiden la inversión en las nuevas practicas organizativas, la falta de capital y los altos costes dificultan las inversiones en nuevas tecnologías. En general, el conseradurismo en la gestión y la falta de una orientación estratégica son dos de las causas más frecuentes para la falta de adopción, (Manufacturing Institute, 1994, De Meyer, 1994, pagina, 254).

Al repasar la introducción de algunas tecnologías en el sector de la fabricación, tales como el diseño asistido por ordenador, los robots o la fabricación flexible, parecen claras las dificultades de adaptación que implican su adopción. También se muestran casos en los que inversiones cuantiosas en nuevas tecnologías, realizadas sin una reflexión previa sobre la forma en la que podían incidir en la organización del trabajo y sin un cambio en los métodos de gestión, en ocasiones han dado lugar a descensos en la productividad y en la rentabilidad. (pagina 282 y 283).

Esto viene a confirmar la hipótesis de este trabajo de que las tecnologías de la información actúan como si fueran *lentes de aumento*, ampliando las fortalezas de la

gestión y de la organización, pero también las debilidades. Un bisturi puede dar lugar a prodigios en las manos de un buen cirujano, o grandes desastres en las de un novato. lo mismo se puede decir de las tecnologías de la información. Una hipótesis apoyada por un estudio realizado por Paul Strassman entre 630 empresas en las que se mostraba que en promedio, las empresas bien gestionadas con una alta intensidad de ordenadores rinden mejor que las bien gestionadas con baja intensidad. Pero, lo que es más interesante, las empresas mal gestionadas con alta intensidad de ordenadores rinden en cambio peor que las mal gestionadas con baja intensidad. (Capítulo 2, pág 85)

En definitiva, el capítulo viene a aportar más evidencia sobre la hipótesis de que hay un desajuste entre el conocimiento y la introducción de la tecnología, por un lado, y la reforma organizativa, educativa, cultural e institucional que es necesaria para sacar su máxima rentabilidad económica. Viene a apoyar la idea de que no deberíamos exagerar las capacidades de estas tecnologías, que a menudo no suponen un alivio o una solución a muchos problemas en el rendimiento industrial, ni una garantía de que se van a lograr las mejores prácticas. Y en último término no viene a confirmar que a medida que las nuevas tecnologías se despliegan, el papel de los recursos humanos de una empresa, desde sus directivos a sus trabajadores, y de los diseños organizativos e institucionales, cobra más relevancia. (Dertouzos y Solow, *Made in America*, 1989, pag 289).

El Capítulo Ocho, refleja la concienciación que se da en las empresas de vanguardia sobre la importancia que tienen para ellas la forma en la que logran explotar sus conocimientos. Para ellas el desafío es encontrar maneras para mejorar el conjunto del sistema de conocimiento.

En ese desafío juega un papel central la dirección de personal, que está evolucionando en las empresas de vanguardia desde una función de control a una de refuerzo y gestión de los conocimientos en el seno de la compañía y en la relaciones de ésta con su entorno. Esto está en línea con la convicción, ya comentada en otro capítulo, sobre la naturaleza *iterativa* de la innovación. Las decisiones tomadas en fases iniciales de la trayectoria de innovación tienen consecuencias importantes para los que trabajan en fases posteriores, y viceversa. También parece claro que es importante tener una visión integradora, de forma que todas las decisiones en esta área no se tomen de forma aislada y desconexa, sino que respondan a una estrategia global que tenga en cuenta las tres esferas de la actividad empresarial, y las relaciones de la empresa con su entorno.

Desgraciadamente, la dirección del conocimiento está todavía en sus inicios. En este capítulo se aporta evidencia que sugiere que en muchos aspectos la formación sigue estando desvinculada *del desarrollo estratégico de las empresas*, y a menudo se inicia por razones que tienen poco que ver con la mejora en el rendimiento en el puesto de trabajo. (Betcherman, Franzis, OECD, pag 302 y 303). Una parte importante de la formación se relaciona con la seguridad, la salud o con orientaciones generales. En general, las decisiones de formación raramente se vinculan a las decisiones de inversión y el desarrollo de recursos humanos no se relacionaba de forma explícita con la ejecución de los planes de negocio. No es sorprendente, de esta forma, que estos débiles vínculos entre la formación y el desarrollo de recursos humanos y de otros aspectos del desarrollo empresarial terminen reduciendo el impacto eventual de la formación en el rendimiento total de la empresa.

En España, la mayoría de las empresas adolecen de notorias insuficiencias organizativas, que hacen que predominen entre ellas las estructuras tradicionales de tipo funcional. Como fruto de su debilidad organizativa, las empresas adolecen de capacidades para incorporar los factores intangibles de competitividad en la gestión. Ello se refleja en la carencia, para muchas empresas, de departamentos especializados en áreas como la investigación de mercados, los recursos humanos o la I+D. También es destacable el bajo nivel educativo que exhiben los empresarios. Esta es una de las razones por las que destaca como uno de los países de Europa que menos presupuesto dedica a la formación. Por otra parte, las cantidades invertidas en formación ignoran que estas sumas deben priorizar los recursos humanos, respondiendo a una visión estratégica e integradora.

En definitiva, el capítulo viene a aportar más evidencia sobre la hipótesis de que hay un desajuste entre el conocimiento y la introducción de la tecnología, por un lado, y la reforma organizativa, educativa, cultural e institucional que es necesaria para sacar su máxima rentabilidad económica. También viene a sugerir que hay una necesidad de incentivos y de medios, (acuerdos institucionales, métodos apropiados de enseñanza y de aprendizaje), que aseguren el aprendizaje a lo largo de toda la vida, y el reciclaje y la formación continua de todos los trabajadores, independientemente del lugar o de las condiciones de su puesto de trabajo. También hay una necesidad de que las empresas consigan un equilibrio entre sus inversiones en tecnología y en capital humano.

El capítulo nueve, viene a complementar al capítulo primero en cuanto a describir la forma y la velocidad con la que las tecnologías de la información se están difundiendo por toda la economía. En particular aporta evidencia reciente sobre la enorme velocidad de difusión del comercio electrónico, especialmente en el segmento negocio a negocio. También aporta algunas consideraciones sobre el potencial de expansión de un tipo de comercio electrónico, los servicios bancarios por medio de Internet. Por último aporta algunas sugerencias sobre la incidencia que una fuerte expansión del comercio electrónico tendría sobre el empleo.

Con este capítulo se quiere apoyar la idea, planteada en el capítulo primero, de que la difusión de las tecnologías de la información es más rápida de lo que inicialmente se había planteado, lo que viene a reforzar la hipótesis planteada en este trabajo sobre la existencia de desajustes entre el conocimiento y la introducción de la tecnología, por un lado, y la reforma organizativa, educativa, cultural e institucional que es necesaria para sacar su máxima rentabilidad económica.

El capítulo diez, pone de relieve que la innovación se ha vuelto una actividad compleja que incluye a muchos tipos distintos de actores y de conocimientos. Una relación fluida entre estos actores es esencial para el éxito en la innovación. La colaboración entre las empresas, las redes y la formación de racimos de industrias son ejemplos de estas relaciones.

Se puede ver a los países como sistemas nacionales de innovación, con atributos diferenciados, y estructuras específicas de relación. El concepto de sistema nacional de innovación dirige en cambio la atención de los responsables de la política a posibles fallos sistémicos que pueden impedir el rendimiento innovador de un sector. La falta de interacción entre los actores del sistema, las faltas de encaje entre la investigación básica en el sector público y la investigación más aplicada en el privado, el mal

funcionamiento de las instituciones de transferencia de tecnología y las carencias de información y de absorción por parte de las empresas pueden todas contribuir al pobre rendimiento innovador de un país.

Al observar la panorámica general del Sistema de Innovación en España se puede constatar en primer lugar que la mejora del esfuerzo de investigador en la segunda década de los ochenta no ha sido suficiente para propiciar un acercamiento definitivo a los países de nuestro entorno. Al analizar los datos de patentes, observamos que la heterogeneidad tecnológica de España con respecto a otros países europeos es muy superior a la que se podría derivar de la sola consideración de las prioridades reveladas por el destino de los recursos.

Esto es debido a que la producción de tecnología no depende exclusivamente de los recursos asignados sino también de la mediación del sistema de innovación. De hecho, el distanciamiento respecto a los países desarrollados es considerable y en el transcurso del tiempo se ha producido una tendencia dual, aproximándose a la estructura de naciones como Italia, Alemania y algunos países escandinavos y alejándose de los de corte anglosajón y Francia.

La especialización tecnológica de España presenta características peculiares que invitan a la reflexión. Los datos ponen de relieve un panorama muy poco alentador en las tecnologías de la información y aeroespacial y gran parte de la química y la maquinaria especializada. Este perfil negativo no se corresponde con el que pudiera suponerse mediante el análisis de los recursos consumidos por las industrias correspondientes, lo que obliga a pensar en la existencia de disfunciones inherentes al sistema de innovación.

Otras señales de estas disfunciones se basan en el hecho de que las empresas innovadoras utilizan de manera poco intensa fuentes externas de aprendizaje tecnológico. También se destacan por una menor cooperación con los proveedores en comparación a las europeas.

Hay una fuerte demanda de información, no satisfecha, para la innovación tecnológica, comercial y organizativa entre las empresas españolas, que se percibe con claridad entre las exportadoras y las de tamaño medio. Además, hay evidencia de una falta de coordinación por parte del Ejecutivo español. Sus iniciativas se han visto frustradas por la disparidad de criterios entre los diferentes ministerios implicados.

En definitiva, el capítulo viene a aportar más evidencia sobre la hipótesis de que hay un desajuste entre el conocimiento y la introducción de la tecnología, por un lado, y la reforma organizativa, educativa, cultural e institucional que es necesaria para sacar su máxima rentabilidad económica. En este caso el desajuste es institucional y se refiere al caso del Sistema Nacional de Innovación, con fuertes carencias. La implicación es que son necesarias nuevos tipos de políticas para enfrentarse a los fallos sistémicos, especialmente políticas dirigidas al establecimiento de redes y a la mejora de la capacidad de absorción de las empresas, partiendo de planteamientos que ponen énfasis en la mejora de la interacción de los actores, y en la relación de las instituciones en el interior de los sistemas nacionales de innovación.

El capítulo once hace un repaso de algunas de las principales aportaciones, y desarrolla algunas implicaciones de política económica, que en parte van destinadas a arreglar estos desajustes. Como implicaciones del análisis se vuelve a resaltar que la incidencia de la inercia institucional y de comportamiento frente al cambio técnico es bastante mayor de lo que se podía esperar, ya que el impacto de las tecnologías de la información es más amplio de lo que parecía en una primera fase de difusión. Además las barreras estructurales a la innovación tecnológica y organizativa son importantes en la mayor parte del sector de la pequeña y mediana empresa.

Para finalizar esta introducción me gustaría hacer una serie de comentarios sobre el enfoque utilizado y sobre las dificultades para obtener la información.

Hay que señalar dos dificultades en la recopilación de la información y la bibliografía necesaria para realizar este trabajo.

La primera es la alta tasa de obsolescencia de la información sobre estos temas. La velocidad de la progresión de las nuevas tecnologías es tal, que gran parte de lo publicado sobre estos temas se queda desfasado en pocos años. De hecho, más de la mitad de la documentación que conseguí en el encuentro de 1994 no servía, pues no había sido capaz de tener en cuenta la rápida progresión de Internet. Por supuesto que lo que suele perder vigencia con mayor rapidez es todo aquello que hace referencia a las prestaciones de un tipo de tecnología, que rápidamente se ve sustituida por otra posterior. También lo que indica la tasa de penetración de las tecnologías de la información en la sociedad o en la economía, (pues cada año es mayor).

Sin embargo, algunos principios generales y algunas distinciones teóricas y conceptuales, resisten muy bien con el tiempo. Un ejemplo es la aguda distinción realizada por Schumpeter ya en 1952 entre el innovador y el inventor, y la constatación de que lo que es crucial para la economía es el papel del primero, y no tanto del segundo.

La segunda es que la mayor parte de los libros y de las investigaciones realizados sobre estos temas están orientados a analizar lo que está ocurriendo en Estados Unidos. La información que analice la realidad europea es mucho más escasa.

Para superar estas dificultades en la labor de recopilación de documentación y de la bibliografía necesaria, he tenido una serie de apoyos fundamentales que aquí quiero enunciar, en parte para dejar constancia de mi gratitud con las personas y con las instituciones, y en parte para que sirva de referencia a aquellos que quieran seguir en la investigación sobre estos temas.

El punto de partida fue la documentación conseguida en el seminario de un mes de la Universidad de Columbia, y los libros sugeridos por Michael Dertouzos durante el encuentro en Madrid sobre la Sociedad de la Información. Esto sirvió para obtener una visión general del tema. A continuación está todo lo que aparece en la biblioteca y en el centro de Documentación de la Unión Europea de la Facultad de Ciencias Económicas de la Complutense, además de un vistazo general en las principales librerías de Madrid. En este punto es de destacar la librería Mundi-Prensa, en Madrid, que es distribuidora oficial de la Unión Europea, la ONU, UNESCO, FAO, OIT, OCDE, Banco Mundial y FMI.

Para completar esta información con lo último sobre la realidad Europea, estuve un mes en Bruselas, hablando con unos quince funcionarios de tres direcciones generales de la Comisión, (la de trabajo y asuntos sociales, la de telecomunicaciones y la de educación). Estas entrevistas las había concertado por correo electrónico con varios meses de antelación, lo que les dio tiempo para pensar sobre las preguntas que le había formulado, y para que además ellos recopilaran información que pensaban que podía ser útil para este trabajo.

En un momento en el que la Comisión ha estado en entredicho, debo dejar aquí constancia de que en mi experiencia personal, todos los funcionarios con los que hable no solo me trataron con gran amabilidad, sino que me parecieron profesionales sólidos, con gran conocimiento del tema sobre el que trabajaban, (que por otro lado solía estar muy especializado). Además me facilitaron el acceso a los enormes fondos bibliográficos de la Comisión en Bruselas.

Por último, una vez ya aquí en Madrid, fui actualizando la información con lo que algunos Organismos Internacionales publican en Internet. En este punto debo mencionar la cantidad y la calidad de la información que se puede obtener en la página web de la OCDE, organismo que ha trabajado mucho estos temas. También me han sido de utilidad algunos "Surveys" de la revista "The Economist". Finalmente, una publicación o libro, te lleva a otro, y al final el problema de no tener información sobre estos temas, se volvió en problema de falta de espacio para almacenar la enorme cantidad de información ya conseguida, y de necesidad de acotar la temática para evitar la dispersión.

En cuanto al enfoque utilizado, creo que las palabras que más se aproximan serían *multidisciplinar*, *institucional* y *sistémico*. Voy a intentar explicar las razones por las que he elegido este enfoque.

En primer lugar porque aunque se ha intentado priorizar la perspectiva económica del cambio técnico, en la labor de búsqueda encontré que había muchos artículos y libros sobre la innovación que procedían del mundo de la empresa y de la gestión de la innovación, que se han utilizado en los casos en los que podían clarificar las aproximación estrictamente económicas a un tema, o cuando introducían aspectos descuidados por la ciencia económica. Además, la propia labor de investigación me llevó a darme cuenta de la importancia de los aspectos de organización, de gestión y de formación de recursos humanos, para conseguir sacar rentabilidad a los esfuerzos en tecnología, y precisamente en estos temas lo que más abunda son publicaciones procedentes del mundo de la empresa.

En segundo lugar, por la naturaleza misma del tema estudiado, que reclama aproximaciones desde otras disciplinas. En concreto, me ha parecido importante entender los aspectos técnicos de este fenómeno. Sin embargo, y tal y como hemos comentado al principio, no se trataba de hacer un trabajo sobre tecnología, sino de describir los rasgos más importantes de la progresión tecnológica, para ver hasta donde puede llegar su incidencia en la sociedad en general, y en la economía europea en particular. También son muy importantes los aspectos normativos y sociales.

En tercer lugar, por la creencia de que la forma más completa de conocer cualquier fenómeno de la realidad es abordándolo desde el máximo número de ángulos. Decía el filósofo alemán *Dilthey* que la vida tiene muchos lados, ("*Leben ist vielseitig*"). Yo añadiría que la realidad también, por lo que enfrentarse tan sólo desde un lado, sin ser falso, nos puede llevar a planteamientos excesivamente *reduccionistas*. Por supuesto que esto implica mayor dificultad, pues exige comprender otras disciplinas académicas y requiere más tiempo. Sin embargo, el resultado final es más riguroso, pues al contemplar el fenómeno desde más ángulos, al final la visión es más completa.

En cuarto lugar, por la convicción de que el cambio *técnico exige y se deriva del cambio organizativo e institucional*. La importancia de los aspectos institucionales se deriva de una de las conclusiones del trabajo: los cambios organizativos que son necesarios en la actualidad para obtener los beneficios de la innovación tecnológica se refieren a dos áreas interrelacionadas: la organización del trabajo y de la empresa, y el marco de las condiciones para las operaciones del mercado.

En quinto y último lugar, el enfoque sistémico se justifica porque entiendo que no hay una única respuesta a problemas tan complejos como los planteados por las relaciones tecnología/productividad/empleo en una economía basada en el conocimiento.

De esta forma, tal y como se desarrolla en el último capítulo, una estrategia de fijación de políticas eficientes debe combinar varias acciones de política macroeconómica y estructural. Además, la coherencia del paquete de políticas es una condición para el éxito y depende de la validez del marco de las políticas, así como de la calidad del proceso de establecimiento de éstas.

Tecnología y Empleo en Europa

Capítulo 1: La Revolución de las Tecnologías de la Información

1) Introducción

A medida que las tecnologías de la información se vuelven centrales para cualquier aspecto de la actividad económica, las economías europeas se enfrentan a altas tasas de desempleo, baja creación de puestos de trabajo y crecientes desigualdades salariales.

La escasez de trabajo, la sensación de inseguridad en el mismo y la dificultad cada vez mayor de nuestras sociedades para crear nuevos empleos es un problema cada vez más frecuente. Su definición, alcance y control aparecen cada vez más difundidos, suscitando cada vez más reproches de quienes sufren las dramáticas consecuencias de esta sorprendente incapacidad de gestión social.

Como ya hemos comentado en la introducción, el planteamiento básico de este trabajo parte del hecho de que las sociedades europeas han realizado fuertes inversiones en Investigación, conocimiento y tecnología en los últimos quince años. Sin embargo, los resultados económicos de este esfuerzo, en términos de innovaciones, patentes, aumento de la productividad de las empresas o empleo son menores que los de países como Japón o Estados Unidos.

Para explicar esta paradoja, el trabajo parte de una hipótesis: *para obtener beneficios económicos de los esfuerzos en investigación, conocimiento y tecnología, es necesario que se de un cambio simultáneo en la organización del trabajo, en el diseño de las instituciones, y en la formación de los recursos humanos.* Si estos cambios no se dan, el esfuerzo inversor en conocimiento o tecnología puede ser derrochado, teniendo en ocasiones resultados negativos en términos de rentabilidad económica.

El trabajo entiende que *el cambio técnico está fuertemente interrelacionado con el cambio organizativo, institucional, y de los recursos humanos.* Los casos en donde la innovación tecnológica ha dado lugar a mejores resultados en términos de generación de riqueza y de empleo son aquellos en los que se ha introducido partiendo de una visión estratégica e integrada, que tenía en cuenta los cambios que esta innovación implicaba en la organización del trabajo, en la formación de los recursos humanos, y en las relaciones de la empresa o de la institución con el exterior.

De esta forma, lo que se intenta argumentar en el trabajo es que los decepcionantes resultados económicos, (en términos de mejora de la productividad, del empleo o de innovación), que la mayoría de las sociedades europeas ha obtenido con su considerable esfuerzo inversor en Investigación, conocimiento y tecnología, encuentran su explicación en *un importante desfase* entre ese esfuerzo, y el cambio organizativo, institucional y de formación, que sería necesario para aprovecharlo totalmente.

En otras palabras, el objetivo del trabajo es demostrar que Europa, en general, y España en particular, se ha caracterizado en los últimos quince años por presentar *fuertes desajustes organizativos e institucionales, importantes desfases de tiempo y de aprendizaje,* que impiden aprovechar el cambio técnico en todo su potencial.

Se intenta demostrar que la extensión geográfica y el ritmo de difusión de la Revolución Tecnológica actual son mucho más rápidos que en el pasado.

La introducción masiva de las tecnologías de la información y de la comunicación, (ICTs), está dando lugar a una *transformación estructural* de las economías de Europa desde economías industriales a economías basadas en el conocimiento.

Esta transformación estructural presenta varios aspectos. Implica desplazamientos *sectoriales*, con un movimiento hacia actividades de servicios. Implica una mayor importancia de las actividades de alta tecnología dentro de la fabricación. Además implica una elevación de las habilidades de la fuerza de trabajo. Por último, implica una mayor interdependencia internacional, por medio de comercio intensivo en tecnología, inversión extranjera y colaboración internacional entre empresas.

Para ello, el primer capítulo intenta recordar los principales acontecimientos de esta rápida transformación tecnológica, resumiendo al final las perspectivas de futuro. Aunque este trabajo no pretende profundizar en los aspectos puramente técnicos de la revolución de las tecnologías de la información, si me parece útil, desde el punto de vista analítico, hacer un breve relato sobre las principales características de este fenómeno. Con ello pretendo que se aprecie la aceleración del ritmo de progreso en los últimos años, y que se entienda el funcionamiento y la rápida extensión de algunos servicios y formas de trabajar que mencionaré más adelante.

Además de intentar acotar el tema, y de explicar el orden y los aspectos incluidos en este capítulo, en este apartado introductorio me gustaría plantear algunas reflexiones generales sobre lo que considero que son características diferenciales de la actual revolución tecnológica en comparación con las que se dieron en el pasado. Estas reflexiones son importantes para analizar el presente y para entender las razones por las cuales el ritmo de difusión tecnológica se ha acelerado tanto en comparación al pasado.

Es de todos conocido que la información ha sido siempre una fuerza motriz del progreso desde que hace unos 5000 años el hombre unió en la escritura palabra e imagen. Inventos como la imprenta con caracteres móviles de Gutenberg en el siglo XV, el teléfono, la radio, la televisión, el proceso electrónico de datos en los siglos XIX y XX revolucionaron y aceleraron el intercambio de información. Todos estos medios no se excluyen sino que se complementan y potencian. A las puertas del siglo XXI, el mundo se encuentra, gracias al extraordinario progreso de las tecnologías de la información, ante un salto cualitativo de la sociedad de la información.

Por tecnología entiendo “el uso del conocimiento científico para especificar modos de hacer cosas de una manera reproducible”. Entre las tecnologías de la información incluyo, el conjunto convergente de tecnologías de la microelectrónica, la informática (*hardware* y *software*) y las telecomunicaciones. Además, el proceso actual de transformación tecnológica se expande de forma exponencial por su capacidad para crear una interfaz entre los campos tecnológicos mediante un lenguaje digital común en el que la información se genera, se almacena, se recupera, se procesa y se transmite. Vivimos en un mundo que, en expresión de Nicholas Negroponte, se ha vuelto digital.

Todas las revoluciones tecnológicas se han caracterizado *por su capacidad de penetración en todos los dominios de la actividad humana* no como una fuente exógena de impacto, sino como el paño con el que está tejida esa actividad. En otras palabras, se orientan hacia el proceso, además de inducir nuevos productos. Por otra parte, a diferencia de cualquier otra revolución, el núcleo de la transformación que estamos experimentando en la revolución en curso remite a las tecnologías del procesamiento de la información y de la comunicación. La tecnología de la información es a esta revolución lo que las nuevas fuentes de energía fueron a las sucesivas revoluciones industriales, del motor de vapor a los combustibles fósiles e incluso a la energía nuclear, ya que la generación y distribución de energía fue el elemento clave subyacente en la sociedad industrial.

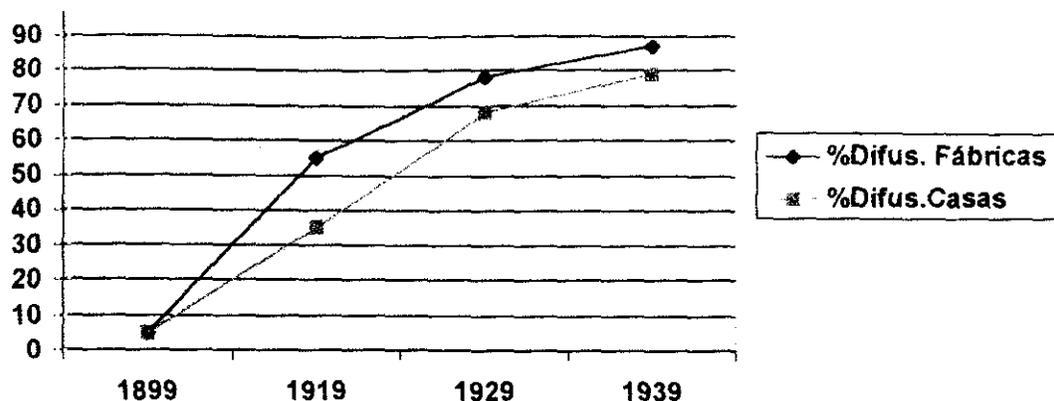
Según el director del laboratorio de informática del MIT, Michael Dertouzos*, las tecnologías de la información serán utilizadas en pocos años para intercambiar y procesar la información que rodee el entorno de cualquier tipo de actividad humana. Él opina que el ocio y las compras, el comercio, la salud, la fabricación y la educación serán probablemente los primeros beneficiarios del mercado, uniéndose más tarde los servicios gubernamentales, jurídicos y editoriales. Espera una mejora de la productividad y de la calidad de vida, pero la desigualdad entre las naciones y entre la gente rica y pobre empeorará y la información basura aumentará. Las organizaciones serán más planas y las fronteras nacionales podrían ser menos relevantes a medida que el comercio y otras tribus informáticas surcan sus fronteras electrónicas por todo el globo

Sin embargo, esta constatación del papel preeminente de las tecnologías de la información se confunde con frecuencia con la caracterización de la revolución actual como esencialmente dependiente del nuevo conocimiento e información, lo cual no sólo es cierto para el actual proceso de cambio tecnológico, sino también para todas las revoluciones tecnológicas precedentes. La primera revolución industrial, si bien no se basó en la ciencia, contó con un amplio uso de la información, aplicando y desarrollando el conocimiento ya existente. Y la segunda revolución industrial, a partir de 1850, se caracterizó por el papel decisivo de la ciencia para fomentar la innovación.

Lo que caracteriza a la revolución tecnológica actual no es el carácter central del conocimiento y la información, sino la aplicación de ese conocimiento e información a aparatos de generación de conocimiento y procesamiento de la información/comunicación, en un círculo de *retroalimentación* acumulativo entre la innovación y sus usos. Un ejemplo puede clarificar este análisis. Los empleos de las nuevas tecnologías de la información han pasado por tres etapas diferenciadas: automatización de las tareas, experimentación de los usos y reconfiguración de las aplicaciones. En las dos primeras etapas, la innovación tecnológica progresó mediante el aprendizaje por el uso. En la tercera etapa, los usuarios aprendieron tecnología creándola y acabaron reconfigurando las redes y encontrando nuevas aplicaciones.

El círculo de retroalimentación entre la introducción de nueva tecnología, su utilización y su desarrollo en nuevos campos se hizo mucho más rápido en el nuevo paradigma tecnológico. Como resultado, la difusión de la tecnología amplifica infinitamente su poder al apropiársela y redefinirla sus usuarios. Las nuevas tecnologías de la información no son sólo herramientas que aplicar, sino procesos que desarrollar. Los usuarios y los creadores pueden convertirse en los mismos.

* Michael Dertouzos: *What Will Be. How The New World of Information Will Change our Lives*. Harper Collins, 1997.



De este modo, los usuarios pueden tomar el control de la tecnología, como en el caso de Internet. Por primera vez en la historia, la mente humana es una fuerza productiva directa, no sólo un elemento decisivo del sistema de producción. Así, los ordenadores y los sistemas de comunicación son amplificadores y prolongaciones de la mente humana. Lo que pensamos y cómo pensamos queda expresado en bienes, servicios, producción material e intelectual, ya sea alimento, refugio, sistemas de transporte y comunicación, ordenadores, misiles, salud, educación o imágenes.

Existe un rasgo adicional que caracteriza a la revolución de la tecnología de la información comparada con sus predecesoras históricas. Mokyr^{*} ha expuesto que las revoluciones tecnológicas se dieron sólo en unas cuantas sociedades y se difundieron en un área geográfica relativamente limitada, viviendo a menudo en un espacio y tiempo aislados con respecto a otras regiones del planeta. Así, mientras los europeos tomaron algunos de los descubrimientos ocurridos en China, durante muchos siglos, China y Japón sólo adoptaron la tecnología europea de forma muy limitada, restringiéndose fundamentalmente a las aplicaciones militares.

El contacto entre civilizaciones de diferentes niveles tecnológicos con frecuencia tomó la forma de la destrucción de la menos desarrollada o de aquellas que no habían aplicado su conocimiento sobre todo a la tecnología militar, como fue el caso de las civilizaciones americanas aniquiladas por los conquistadores españoles, a veces mediante la guerra biológica accidental.

La revolución industrial se extendió a la mayor parte del globo desde sus tierras originales de Europa Occidental durante los dos siglos posteriores. Pero su expansión fue muy selectiva y *su ritmo, muy lento para los parámetros actuales de difusión tecnológica*. En efecto, incluso en la Gran Bretaña de mediados del siglo XIX, las nuevas tecnologías industriales no habían afectado a sectores que representaban la mayoría de la mano de obra y al menos la mitad del producto nacional bruto. Una de las tecnologías propulsoras de esta revolución, la electricidad, necesitó cincuenta años desde su descubrimiento hasta la construcción de la primera central eléctrica en 1882. A pesar de existir varias centrales funcionando a principios de siglo, el impacto de la electricidad en el conjunto de la economía era ínfimo, pues su penetración en casas y fábricas era insignificante.

Como se puede ver en el gráfico^{*} fueron necesarios otros cuarenta años hasta que la electricidad se difundiera por casas y fábricas. Además, su alcance planetario en las décadas siguientes las más de las veces tomó la forma de dominación colonial, ya fuera en

^{*} Mokyr, Joel: *La palanca de la riqueza*. Madrid. Alianza Editorial, 1993.

^{*} Gráfico: Difusión de la Electricidad en Estados Unidos: 1899-1939. Fuente: David, Paul: *The Dynamo and the Computer. An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox*.

India bajo el Imperio Británico; en América Latina bajo la dependencia comercial de Gran Bretaña y Estados Unidos; en el desmantelamiento de África bajo el Tratado de Berlín; o en la apertura al comercio exterior de Japón y China por los cañones de los barcos occidentales.

En contraste, *las nuevas tecnologías de la información se han extendido por el globo con gran velocidad en menos de dos décadas, de mediados de la década de 1970 a mediados de la de 1990*. Sin duda alguna, existen grandes áreas del mundo y considerables segmentos de población desconectados del nuevo sistema tecnológico. Además, la velocidad de la difusión de la tecnología es *selectiva, tanto social como funcionalmente*. La oportunidad diferencial en el acceso al poder de la tecnología para las gentes, los países y las regiones es una fuente crítica de desigualdad en nuestra sociedad. Las zonas desconectadas son discontinuas cultural y espacialmente: se encuentran en los centros deprimidos de las ciudades estadounidenses o en las *banlieues* francesas, así como en los poblados de chozas de África o en las regiones rurales desposeídas de China o India. No obstante, a mediados de la década de 1990, las funciones dominantes, los grupos sociales y los territorios de todo el globo están conectados en un nuevo sistema tecnológico, que no comenzó a tomar forma como tal hasta los años setenta.

Por supuesto, la tecnología no determina la sociedad. Tampoco la sociedad dicta el curso del cambio tecnológico, ya que muchos factores, incluidos la invención e iniciativas personales, intervienen en el proceso del descubrimiento científico, la innovación tecnológica las aplicaciones sociales, de modo que el resultado final depende de un complejo modelo de interacción*, (Braudel, 1972).

No obstante, si bien la sociedad no determina la tecnología, *si puede sofocar su desarrollo*, sobre todo por medio del estado. O, de forma alternativa y sobre todo mediante la intervención estatal, *puede embarcarse en un proceso acelerado de modernización tecnológica*, capaz de cambiar el destino de las economías, la potencia militar y el bienestar social en unos cuantos años. Tal y como plantea Castells* la capacidad o falta de capacidad de las sociedades para dominar la tecnología, y en particular las que son estratégicamente decisivas en cada periodo histórico, define en buena medida su destino, hasta el punto de que podemos decir que aunque por sí misma no determina la evolución histórica y el cambio social, la tecnología (o su carencia) plasma la capacidad de las sociedades para transformarse, así como los usos a los que esas sociedades, siempre en un proceso conflictivo, deciden dedicar su potencial tecnológico.

Así, hacia 1400, cuando el Renacimiento europeo estaba plantando las semillas intelectuales del cambio tecnológico que dominaría el mundo tres siglos después, China era la civilización tecnológica más avanzada de todas, según Mokyr. Los inventos clave se habían desarrollado siglos antes, incluso un milenio y medio antes, como es el caso de los altos hornos que permitieron el fundido de hierro ya en año 200 a.C. Además, Su Sung inventó el reloj de agua en 1086 d.C., sobrepasando la precisión de medida de los relojes mecánicos europeos de la misma fecha. El arado de hierro fue introducido en el siglo VI y adaptado al cultivo de los campos de arroz encharcados dos siglos después. En textiles, el torno de hilar manual apareció al mismo tiempo que en Occidente, en el siglo XIII, pero avanzó mucho más deprisa en China debido a la existencia de una antigua tradición de equipos de tejer complejos: los telares de arrastre para tejer seda que ya se utilizaban en

* Braudel, Fernand: *Civilización material y capitalismo*, Barcelona, Labor, 1972.

* Castells, Manuel: *La era de la información. Economía, Sociedad y Cultura*, Alianza Editorial, 1998.

tiempos de las dinastías Han. La adopción de la energía hidráulica fue paralela a la de Europa: en el siglo VIII los chinos ya utilizaban martinets de fragua hidráulicos y en 1280 existía una amplia difusión de la rueda hidráulica vertical. El viaje oceánico fue más fácil para las embarcaciones chinas desde una fecha anterior que para las europeas: inventaron el compás en torno a 960 d.C. y sus juncos ya eran los barcos más avanzados del mundo a finales del siglo XIV, permitiendo largos viajes marítimos.

En el ámbito militar, los chinos, además de inventar la pólvora, desarrollaron una industria química capaz de proporcionar potentes explosivos, y sus ejércitos utilizaron la ballesta y la catapulta siglos antes que Europa. En medicina, técnicas como la acupuntura obtenía resultados extraordinarios que sólo recientemente han logrado reconocimiento universal. Y, por supuesto, la primera revolución del procesamiento de la información fue chino: el papel y la imprenta fueron inventos suyos. El papel se introdujo en China 1.000 años antes que en Occidente y la imprenta es probable que comenzara a finales del siglo VII. China estuvo a un ápice de la industrialización en el siglo XIV. Que no llegase a la industrialización cambió la historia del mundo. Cuando en 1842 las guerras del opio condujeron a las imposiciones coloniales británicas, China se dio cuenta demasiado tarde de que el aislamiento no podía proteger al Imperio Medio de las consecuencias de su inferioridad tecnológica. Desde entonces tardó más de un siglo en comenzar a recuperarse de una desviación tan catastrófica en su trayectoria histórica.

De acuerdo con la investigación y el análisis de historiadores como Qian y Mokyr, es posible sugerir una interpretación que ayude a comprender, en términos generales, la interrelación entre sociedad, historia y tecnología. ¿Por qué una cultura y un imperio que habían sido los líderes tecnológicos del mundo durante miles de años cayeron de repente en el estancamiento, en el momento preciso en que Europa se embarcaba en la era de los descubrimientos y luego en la revolución industrial?

Qian* sugiere una vinculación más estrecha entre el desarrollo de la ciencia china y las características de su civilización, dominada por la dinámica del Estado. Mokyr también considera que el Estado es el factor clave para explicar el retraso tecnológico chino en los tiempos modernos. Cabe proponer una explicación en tres pasos: durante siglos, la innovación tecnológica estuvo sobre todo en manos del Estado; a partir de 1400 el Estado chino, bajo las dinastías Ming y Qing, perdió interés en ella; y, en parte debido a su dedicación a servir el Estado, las elites culturales y sociales se centraron en las artes, las humanidades y la promoción personal con respecto a la burocracia imperial. De este modo, lo que parece ser crucial es el papel del Estado y el cambio de orientación de su política.

Según Mokyr, parece que el factor determinante del conservadurismo tecnológico fue el miedo de los gobernantes a los posibles impactos del cambio tecnológico sobre la estabilidad social. Numerosas fuerzas se opusieron a la difusión de la tecnología en China, como en otras sociedades, en particular los gremios urbanos. A los burócratas, contentos con el orden establecido, les preocupaba la posibilidad de que se desataran conflictos sociales que pudieran aglutinarse con otras fuentes de oposición latentes en una sociedad mantenida bajo control durante varios siglos. La exploración y los contactos con los extranjeros más allá del comercio controlado y la adquisición de armas, fueron considerados, en el mejor de los casos, innecesarios, y en el peor, amenazantes, debido a la incertidumbre que implicaban. Un Estado burocrático sin incentivo exterior y con desincentivadores internos para aplicarse a la modernización tecnológica optó por la más

* Qian, Wen-yuan: *The Great Inertia: Scientific Stagnation in Traditional China*. Croom Helm, 1985.

prudente neutralidad, con el resultado de detener la trayectoria tecnológica que China había venido siguiendo durante siglos, precisamente bajo su guía. De esta experiencia de desarrollo tecnológico interrumpido se pueden extraer dos enseñanzas: por una parte, el Estado puede ser, y lo ha sido en la historia, en China y en otros lugares, una fuerza dirigente de innovación tecnológica; por otra, precisamente debido a ello, cuando cambia su interés por el desarrollo tecnológico, o se vuelve incapaz de llevarlo a cabo en condiciones nuevas, el modelo estatista de innovación conduce al estancamiento debido a la esterilización de la energía innovadora autónoma de la sociedad para crear y aplicar la tecnología.

Puede contarse una historia similar sobre la incapacidad del estatismo soviético para dominar la revolución de la tecnología de la información, con lo que ahogó su capacidad productiva y socavó su poderio militar. No obstante, no se debe saltar a la conclusión ideológica de que toda intervención estatal es contraproducente para el desarrollo tecnológico. Japón es el ejemplo contrario, tanto para la experiencia histórica china como para la falta de capacidad del Estado soviético para adaptarse a la revolución de la tecnología de la información iniciada en Estados Unidos.

El relato del modo como Japón se convirtió en un importante actor mundial en las industrias de las tecnologías de la información en el último cuarto de siglo es ahora del conocimiento público y desviaría la atención del tema de este trabajo. Lo que sí parece importante resaltar en esta introducción es que el papel del Estado, ya sea deteniendo, desatando o dirigiendo la innovación tecnológica, es un factor decisivo en el proceso general, ya que expresa y organiza las fuerzas sociales y culturales que dominan en un espacio y tiempo dados. En buena medida, la tecnología expresa la capacidad de una sociedad para propulsarse hasta el dominio tecnológico mediante las instituciones de la sociedad, incluido el Estado. El proceso histórico mediante el cual tiene lugar ese desarrollo de fuerzas productivas marca las características de la tecnología y su entrelazamiento con las relaciones sociales.

El caso de la revolución tecnológica actual no es diferente. Se originó y difundió, no por accidente, en un periodo histórico de reestructuración global del capitalismo, para el que fue una herramienta esencial. Así, la nueva sociedad que surge de ese proceso de cambio es tanto capitalista como informacional, aunque presenta una variación considerable en diferentes países, según su historia, cultura, instituciones y su relación específica con el capitalismo global y la tecnología de la información.

En definitiva, parece evidente que la revolución tecnológica actual es distinta a las precedentes. Los usuarios de las innovaciones tecnológicas son a la vez creadores de tecnología, en un círculo de retroalimentación que potencia nuevas innovaciones y que amplifica su difusión. La extensión geográfica y el ritmo de difusión son mucho más rápidos que en el pasado de forma que se puede afirmar que lo que algunos denominan la sociedad de la información o sociedad post-industrial es uno de los principales agentes de cambio planetario. El papel del Estado y de la Sociedad son importantes a la hora de sofocar o de acelerar el ritmo de innovación tecnológica. Además, y en esto se parece a las precedentes, la revolución actual se caracteriza por su capacidad de penetración en todos los dominios de la actividad humana.

2) La revolución de las Tecnologías de la Información

Aunque este trabajo no pretende profundizar en los aspectos puramente técnicos de la revolución de las tecnologías de la información, sí me parece útil, desde el punto de vista analítico, recordar los principales acontecimientos de esta rápida transformación tecnológica, resumiendo al final las perspectivas de futuro a corto plazo. Con este relato intento, en primer lugar que se aprecie la aceleración del ritmo de progreso en los últimos años. En segundo lugar, creo que es conveniente para entender el funcionamiento y la rápida extensión de algunos servicios y formas de trabajar que desarrollaré en otros apartados.

Aunque pueden encontrarse precedentes científicos e industriales de las tecnologías de la información basadas en la electrónica unas décadas antes de 1940 (no siendo la menos importante la invención del teléfono por Bell en 1876, de la radio por Marconi en 1898 y del tubo de vacío por De Forest en 1906), fue durante la Segunda Guerra Mundial y el periodo subsiguiente cuando tuvieron lugar los principales avances tecnológicos en la electrónica: el primer ordenador programable; y el transistor, fuente de la microelectrónica, el verdadero núcleo de la Revolución de la tecnología de la información en el siglo XX. No obstante, hasta la década de los setenta no se difundieron ampliamente las tecnologías de la información, acelerando su desarrollo sinérgico y convergiendo en un nuevo paradigma. Sigamos las etapas de la innovación en los tres principales campos tecnológicos que, aunque estrechamente interrelacionados, constituyen la historia de las tecnologías basadas en la electrónica: la microelectrónica, los ordenadores y las telecomunicaciones.

2.1) El transistor: inventado en 1947 en los Laboratorios Bell de Murray Hill (Nueva Jersey) por tres físicos, Bardeen, Brattain y Shockley (ganadores del Premio Nobel por este descubrimiento), hizo posible procesar los impulsos eléctricos a un ritmo más rápido en un modo binario de interrupción y paso, con lo que se aceleró la codificación de la lógica y la comunicación con máquinas y entre ellas: denominamos a estos dispositivos de procesamiento semiconductores y la gente comúnmente los llama chips (en realidad formados por millones de transistores). El primer paso para la difusión del transistor se dio con la invención efectuada por Shockley del transistor de contacto en 1951. No obstante, su fabricación y uso extendido requerían nuevas tecnologías de fabricación y la utilización de un material apropiado. El paso al silicio, construyendo la nueva revolución literalmente sobre la arena, fue efectuado por primera vez por Texas Instruments (en Dallas) en 1945 (cambio facilitado por la contratación en 1953 de Gordon Teal). La invención del proceso planar en 1959 por Fairchild Semiconductors (en Silicon Valley) abrió la posibilidad de integrar componentes miniaturizados con una fabricación de precisión.

No obstante, el paso decisivo en la microelectrónica se había dado en 1957: el circuito integrado fue coinventado por Jack Kilby, ingeniero de Texas Instruments y Bob Noyce, uno de los creadores de Fairchild. Pero fue Noyce quién los fabricó primero, utilizando el proceso planar. Desató una explosión tecnológica: en sólo tres años, entre 1959 y 1962, los precios de los semiconductores cayeron un 85% y en los diez años siguientes la producción se multiplicó por veinte, el 50% de la cual fue para uso militares. Como comparación histórica, el precio de la tela de algodón tardó setenta años (1780-1850) en caer un 85% en Gran Bretaña durante la revolución industrial. Luego, el movimiento se aceleró durante la década de los sesenta: cuando mejoró la tecnología de

fabricación y se ayudó al perfeccionamiento del diseño de los chips con poderosos ordenadores que utilizaban dispositivos microelectrónicos más rápidos y potentes, el precio medio de un circuito integrado cayó de 50 dólares en 1962 a 1 dólar en 1971.

El salto gigante hacia delante en la difusión de la microelectrónica en todas las máquinas llegó en 1971 con la invención efectuada por un ingeniero de Intel, Ted Hoff

(también en Silicon Valley), del microprocesador, esto es, el ordenador en un chip. De este modo, el poder de procesar información podía instalarse en todas partes. Estaba en marcha la carrera en pos de una capacidad de integración cada vez mayor de circuitos en un único chip, con la tecnología del diseño y la fabricación en superación constante de los límites de integración que con anterioridad se consideraban físicamente imposibles a menos que se abandonara el material de silicio.

A mediados de la década de 1990, las valoraciones técnicas todavía otorgan diez o veinte años de buena vida a los circuitos basados en el silicio, si bien se ha acometido la investigación sobre materiales alternativos. El grado de integración ha progresado a pasos agigantados en las dos últimas décadas. Aunque los detalles técnicos no tienen cabida en este tipo de investigación, resulta importante desde el punto de vista analítico indicar la velocidad y extensión del cambio tecnológico.

Como es sabido, la potencia de los chips puede evaluarse mediante una combinación de tres características: su capacidad de integración, indicada por la mínima anchura de las líneas del chip, medida en micras (1 micra = 1 millonésima parte de una pulgada); su capacidad de memoria, medida en bits: miles (k) y millones (megabits); y la velocidad del microprocesador, medida en megahercios.

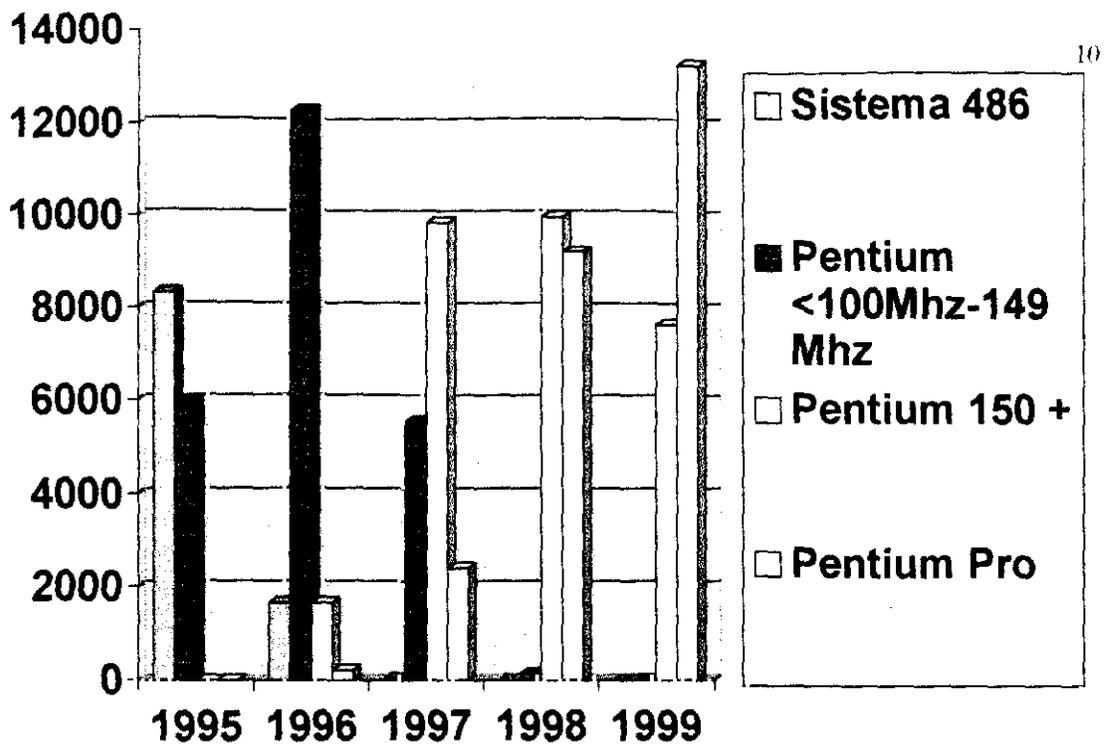
Así, en cuanto a *capacidad de integración* el primer procesador de 1971 se presentó en líneas de unas 6,5 micras; en 1980 alcanzó 4 micras; en 1987, 1 micra; en 1995, el chip del Pentium de Intel presentaba un tamaño de 0,35 de micra; y en 1999 se sacará al mercado uno de 0,25 de micras. De este modo, donde en 1971 se empaquetaban 2.300 transistores en un chip del tamaño de una chincheta, en 1993 había 35 millones de transistores.

En Europa hay en la actualidad un proyecto cooperativo denominado MEDEA (Microelectronics Development for European Applications) cuyo objetivo es desarrollar chips de 0.25 y 0.18 micras.* Intel considera que el límite tecnológico se encuentra en las 0.07 micras. Sin embargo, el problema reside en el coste de fabricar con esta precisión. En 1968 el coste de una fábrica de microprocesadores era de 10 millones de \$. En la actualidad es de más de 1.500 millones de \$.* A medida que nos acercamos a los límites de los semiconductores la mecánica cuántica empieza a jugar un papel decisivo pues será necesario desarrollar componentes “fotónicos” y “cuánticos” para alcanzar la suficiente precisión.

La capacidad de memoria, indicada por la capacidad DRAM (Dynamic Random Access Memory), era en 1971 de 1.024 bits; en 1980, de 64.000; en 1987, de 1.024.000; en 1993, de 16.384.000; y la proyectada para 1999 es de 256.000.000.

* European Information Technology Observatory 1998.

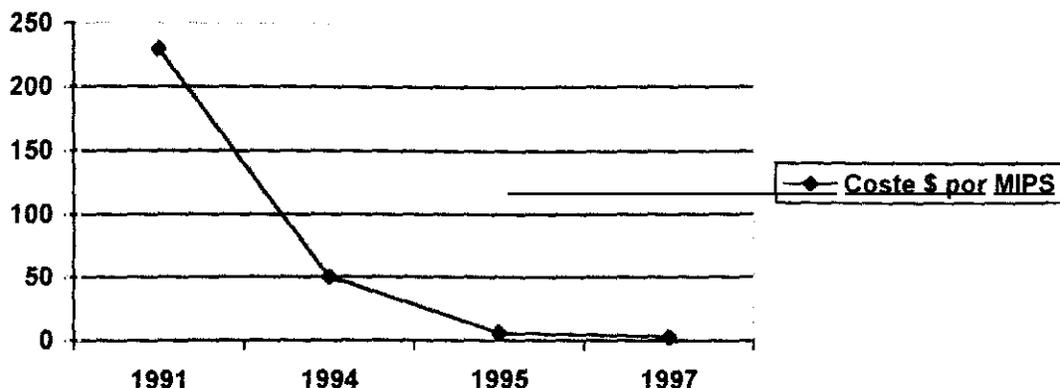
* Intel. <http://www.intel.com>



Envíos de microprocesadores al mercado de Europa Occidental en miles. 1995-1999.
Fuente: EITO 98

En lo que respecta a la *velocidad*, los microprocesadores actuales de 64 bits son 550 veces más rápidos que el primer chip Intel de 1972. Las proyecciones para 2002 prevén una aceleración de la tecnología de la microelectrónica en integración (chips de 0,18 micras), capacidad DRAM (1.024 megabits) y velocidad del microprocesador (500 megahercios más en comparación con los de 150 megahercios de 1993). En el gráfico puede observarse la rapidez de la difusión de los microprocesadores de más de 150 megahercios. Hay que tener en cuenta que para 1999 los datos son tan sólo una estimación.

Combinado con los avances espectaculares en el procesamiento paralelo de microprocesadores múltiples, parece que el poder de la microelectrónica aún está liberándose, con lo que la capacidad informática va aumentando de forma inexorable. Además, la mayor miniaturización, la mayor especialización y el descenso de los precios de los chips cada vez más potentes hicieron posible colocarlos en todas las máquinas de nuestra vida cotidiana, desde los lavavajillas y los hornos microondas hasta los automóviles, cuya electrónica, en los modelos estándar de la década de 1990, era más valiosa que su acero.



La ley de Moore planteada por primera vez en 1965 por Gordon Moore, fundador de Intel, que afirma que el poder de los microprocesadores se dobla cada 18 meses, se sigue cumpliendo, y sirve para estimar el potencial de futuro de esta tecnología. Al mismo tiempo, y gracias a este extraordinario desarrollo, el precio medio ha bajado extraordinariamente, como se puede ver en el gráfico, bajando en sólo seis años desde los \$230 a los \$3.42 por MIPS. (Gráfico. Fuente: Intel)

2.2) **Los ordenadores:** nacieron en Filadelfia en 1946. La mayor parte del esfuerzo aliado en electrónica se concentró en los programas de investigación del MIT, y la experimentación real del poder de cálculo, bajo el patrocinio del ejército estadounidense, se realizó en la Universidad de Pensilvania, donde Mauchly y Eckert produjeron en 1946 el primer ordenador con fines generales, el ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator). Los historiadores recordarán que el primer ordenador electrónico pesaba 30 toneladas, fue construido en módulos de metal de dos metros y medio de altura, tenía 70.000 resistores y 18.000 tubos de vacío, y ocupaba la superficie de un gimnasio. Cuando se encendía, su consumo eléctrico era tan alto que la red eléctrica de Filadelfia titilaba.

No obstante la primera versión comercial de esta máquina primitiva, UNIVAC-1, producida en 1951 por el mismo equipo, entonces bajo la marca Remington Rand, tuvo un gran éxito en el procesamiento del censo estadounidense de 1950. IBM, también respaldada por contratos militares y basándose en parte en la investigación del MIT, superó sus primeras reservas hacia la era del ordenador y entró en la carrera en 1953 con su máquina de tubo de vacío 701. En 1958, cuando Sperry Rand presentó un ordenador mainframe (nombre con el que hacía referencia a las enormes cajas metálicas donde se alojaban las unidades centrales del proceso) de segunda generación, IBM le siguió de inmediato con su modelo 7090. Pero hasta 1964, con su ordenador mainframe 360/370, no llegó a dominar la industria de los ordenadores, poblada por nuevas empresas de calculadoras (Control Data, Digital) y antiguas (Sperry...), la mayoría de las cuales en la década de 1990 se habían fundido o habían desaparecido. En esa época, es decir, hace treinta años, la industria se organizó en una jerarquía bien definida de mainframes, miniordenadores (en realidad, máquinas bastante voluminosas) y terminales, dejando alguna especialidad informática al esotérico mundo de los superordenadores, donde el extraordinario genio de Seymour Cray reinó durante algún tiempo.

La microelectrónica cambio todo esto al introducir una "revolución dentro de la revolución". El advenimiento del microprocesador en 1971, con la capacidad de colocar un ordenador en un chip, cambió de arriba abajo el mundo de la electrónica y, en realidad, el mundo. En 1975, Ed Roberts, un ingeniero que había creado una pequeña compañía de calculadoras, la MITS, en Albuquerque (Nuevo México), construyó una caja de cálculo con el increíble nombre de Altair, por un personaje de la serie de televisión Star Trek que era objeto de la admiración de su niña. La máquina era primitiva, pero estaba construida como un ordenador de pequeña escala en torno a un microprocesador. Fue la base para el diseño de Apple I y luego del Apple II, el primer microordenador comercializado con éxito, realizado en el garaje de las casas paternas por dos jóvenes que habían abandonado los estudios, Steve Wozniak y Steve Jobs, en Menlo Park (Silicon Valley), en una saga verdaderamente extraordinaria que ahora ya se ha convertido en la leyenda fundadora de la Era de la Información.

Lanzada en 1976 con tres socios y 91.000 dólares como capital, Apple Computers ya había alcanzado en 1992 583 millones de \$ en ventas, anunciando la era de la difusión del poder del ordenador. IBM reaccionó rápido y en 1981 presentó su versión propia de microordenador con un nombre brillante: el Ordenador Personal (PC), que se convirtió de hecho en el acrónimo de los miniordenadores. Pero debido a que no se basó en tecnología propia, sino en la desarrollada para IBM por otras fuentes, se volvió vulnerable al clonaje, de inmediato practicado a escala masiva, sobre todo en Asia. No obstante, aunque este hecho acabó sentenciando su dominio del negocio en ordenadores personales, también extendió por todo el mundo el uso de los clónicos de IBM, difundiendo un estándar común, pese a la superioridad de las máquinas de Apple. El Macintosh de Apple, lanzado en 1984, fue el primer paso hacia una informática fácil para el usuario, con la introducción de la tecnología de la interfaz de usuario basada en el icono, desarrollada originalmente en el Centro de Investigación de Palo Alto de la Xerox.

Con el desarrollo de un nuevo software adaptado a su funcionamiento, se cumplió una condición fundamental para la difusión de los microordenadores. El software para los ordenadores personales también surgió a mediados de los años setenta por el entusiasmo generado por Altair: dos jóvenes que habían abandonado sus estudios en Harvard, Bill Gates y Paul Allen, adaptaron el BASIC para que funcionara en la máquina Altair en 1976. Cuando comprendieron todas sus posibilidades, fundaron Microsoft (primero en Albuquerque, para trasladarse dos años después a Seattle, donde vivían los padres de Gates), gigante del software actual que transformó el dominio del software del sistema operativo en dominio del software del mercado del microordenador en su conjunto, un mercado de que crece de forma exponencial.

En los últimos quince años, la potencia creciente del chip ha dado como resultado un llamativo aumento de la potencia de la microinformática, con lo que se ha reducido la función de los ordenadores mayores. A comienzos de la década de 1990, los microordenadores de un único chip ya tenían la capacidad de procesamiento de IBM sólo cinco años antes. En la actualidad se pueden detectar tres tendencias:

- 1) *Ordenadores más fáciles* de usar: según el Director del Computer Science Lab del M.I.T. Michael Dertouzos*, el objetivo de los diseñadores es conseguir que los ordenadores del siglo XXI sean cómodos y fáciles de utilizar. Se tiende a que los equipos

* Dertouzos Michael, Dennis Evertte, Nozick Robert, Smith Anthony: *La Sociedad de la Información. Amenazas y oportunidades*. Editorial Complutense. 1996.

pierdan su individualidad y se disuelvan e integren en el ambiente sin llamar la atención. Tendrán pantallas delgadas y planas, micrófonos o punteros en vez de teclados, y transmisores sin hilos sustituyendo a los modems con cables. Cambiará su relación con el usuario: la solitaria herramienta de productividad de antaño pasará a ser activo colaborador en la adquisición, uso y creación de información, además de un comodín para la interacción humana

- 2) *Menor crecimiento del ordenador personal (PC)* en beneficio de nuevos aparatos: International Data Corporation, una compañía especializada en detectar tendencias de las tecnologías de la información ha publicado recientemente un informe titulado: "El fin de la era centrada en el ordenador personal". La consultora de alta tecnología Forrester Research, también ha proclamado el inicio del declive del ordenador personal. Incluso Bill Gates ha expresado, recientemente, el temor a que el Ordenador Personal pueda "sufrir la muerte de los mil cortes".

Por supuesto que los usuarios no van a abandonar al ordenador personal repentinamente. Sin embargo, muchos se darán cuenta de que sus necesidades informáticas son mejor satisfechas por instrumentos y aplicaciones que se benefician de los estándares de Internet, el lenguaje de programación Java y el abaratamiento de los microprocesadores. Ofrecerán acceso a Internet o a la "red amplia de una empresa" (Wide Area Network o WAN). Muchas ofrecerán conexión sin hilos (por el aire) con otros terminales móviles. Adaptarán forma muy variadas: descodificadores de televisión, teléfonos fijos con pantalla, teléfonos móviles con un ordenador básico, ordenadores portátiles, asistentes personales digitales (PDA) y ordenadores en red (Network Computers o NCs).

International Data Corporation predice que la venta de este tipo de aparatos prácticamente igualará a la de los ordenadores personales de aquí al año 2002, para sobrepasarlas en los años siguientes. La consultora Forrester también opina que ese año será un punto de inflexión que marcará el inicio de un gradual declive del ordenador personal. IBM denomina a la nueva era "la computación omnipresente", esto es computación que puede ser realizada en cualquier sitio, en cualquier momento.

Mientras que el ordenador personal es un generalista, la fortaleza de los nuevos aparatos radica en su especialización. Los descodificadores también proporcionarán juegos de Internet, telecompra o canales de televisión enviados a través de "la red". Eso implicaría la unificación del entretenimiento digital e interactivo en la televisión. Los teléfonos fijos con pantalla proporcionarán servicios financieros desde el hogar, correo electrónico, información en la red y cualquier tipo de comercio electrónico. Los teléfonos móviles serán un medio de transmitir ventas, información o gestión entre empresas. NCs y PDAs proporcionarán a sus usuarios acceso a bases de datos y aplicaciones de negocios basadas en el lenguaje de programación Java, sin demasiado esfuerzo. Instrumentos instalados en los coches suministrarán información sobre el tráfico, correo electrónico e enviarán datos profesionales a la empresa.

El ordenador personal perderá su condición de aparato básico de computación debido a una combinación de limitaciones propias y ventajas ajenas. El ordenador personal es demasiado complicado para la mayoría de las operaciones que los usuarios requieren en su casa. Aplicaciones tales como Word o Quicken son muy buenas si quieres realizar documentos con gráficos o gestión financiera sofisticada, por lo que la

gente que desee este tipo de prestaciones seguirá poseyendo por lo menos un ordenador personal. Sin embargo, para enviar o recibir correo electrónico, navegar por la red, o jugar juegos, el ordenador personal es pesado, inestable y lento en arrancar, además de estar por lo general en el sitio inadecuado.

La penetración de ordenadores en Estados Unidos sigue atascada en un 40%. En Europa, dos de cada tres ciudadanos no tiene un ordenador personal. No hay muchos usuarios domésticos que se acerquen a sus máquinas con confianza, salvo para las tareas más rutinarias. Cuando los ordenadores personales aceptan nuevas aplicaciones con éxito, la mayor parte de la gente se siente aliviada, lo cual implica un nivel de fiabilidad que no sería tolerado para muchos otros productos.

Dentro de las empresas, la frustración se mezcla con un sentido de la urgencia. El modelo actual servidor/cliente, seguido por los ordenadores personales ha sobrepasado sus límites naturales, y el desastre es evidente en casi cualquier empresa. Al principio, la idea de enlazar ordenadores personales en redes servidas por un poderoso ordenador central parecía espléndida. Los usuarios podían asumir el control de sus operaciones desde el departamento de sistemas de información de la empresa. Sin embargo, este modelo ha dado lugar a poco control y excesiva complejidad por parte de los vendedores. Los sistemas operativos basados en servidores (Windows NT, Unix...) no se entienden entre sí. El almacenamiento de información vital es cada vez más anárquico. El director de la división de Internet de IBM, Irving Wladawsky-Berger, afirma que lo que se ha realizado hasta ahora en el mundo de la empresa equivale a una Torre de Babel. De la misma forma, los sistemas cliente/servidor no pueden apoyar con fiabilidad a las WANs que las grandes empresas usan para sus "intranets" privadas.

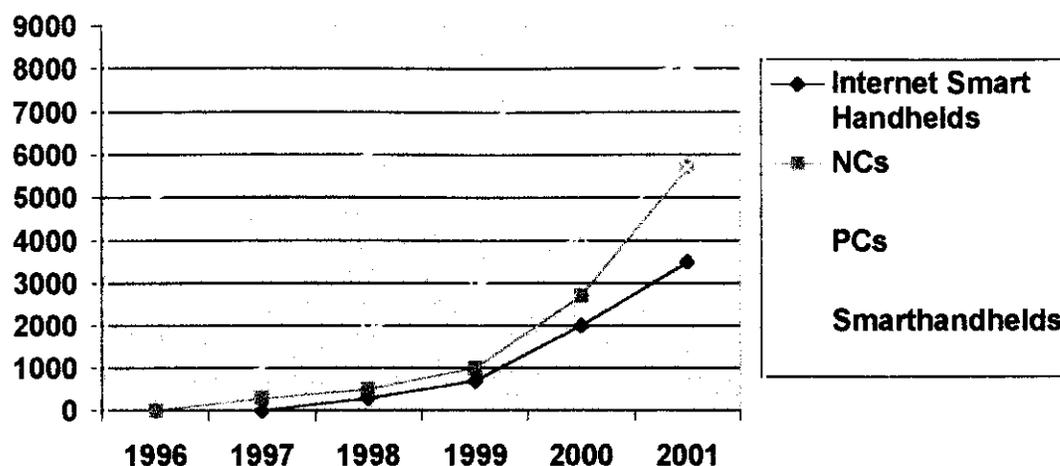
El éxito de los nuevos aparatos ha sido posible por el abaratamiento y mejora de los microprocesadores, que ya hemos comentado antes. Instrumentos del tamaño de una mano tienen casi la misma velocidad y memoria que ordenadores personales de hace dos años. Pero el acontecimiento decisivo es el conjunto de estándares universales para comunicar a usuarios con servidores centrales, que ha difundido Internet. Wladawsky-Berger opina que la computación omnipresente es un desarrollo tecnológico inevitable, independientemente de los que hagan las empresas o como legislen los gobiernos. Compara la computación actual con la electricidad en 1900. Antes del establecimiento de la red general, la generación de electricidad era local, poco fiable y ruidosa. Internet es de hecho una red que suministra aplicaciones en vez de electricidad. De esta forma, la computación basada en Internet es como una red diseñada para suministrar información y recursos de forma tan fiable como las eléctricas suministran electricidad.

La próxima generación de aparatos se parecerá más a equipos de música que a ordenadores. Las empresas más beneficiadas serán gigantes de la electrónica como Sony, Philips o NEC, dotadas de una gran capacidad para encontrar sinergias entre el software y el hardware. El mercado de teléfonos inteligentes probablemente esté dominado por Nokia, Ericsson o Motorola.

- 3) *Fuerte crecimiento de la difusión de los ordenadores en red en la familias.* El cambio esta siendo especialmente impulsado por las familias. Según EITO* los particulares se van a decantar por una de las tres siguientes opciones:

* European Information Technology Observatory 1998.

Ordenadores en red (Network Computers o NC's): Se pueden distinguir tres categorías de ordenadores en red, los "smart handhelds", las consolas de juegos y los teléfonos con pantalla ("screen phones"). Todos ellos tienen son fáciles de usar, cuestan menos que un ordenador personal y tienen acceso a Internet.



La categoría que representará un mayor volumen de negocio en los próximos años serán los "smart handheld" pequeños aparatos, que pueden ser llevados en una mano, con movilidad y suficiente capacidad de procesamiento como para conectarse a Internet. Habiendo empezado de forma relativamente lenta, se espera que el mercado de este tipo de productos de un fuerte salto en el período 1999-2000 debido a la aparición del "smart phone", teléfono móvil con capacidad de conexión a Internet, junto a otros aparatos tales como los asistentes digitales personales (PDAs). Un ejemplo del primer tipo de aparato, que ya se puede comprar en el mercado es el Nokia Communicator 9000 (aunque el precio todavía es demasiado alto pues supera las 100.000 pesetas). Un ejemplo del segundo es el "Palm Pilot". En el año 2001, y gracias a la bajada de precios, este tipo de aparatos será el de mayor volumen.

Como se puede ver en el gráfico*, el mercados de consolas para juegos conectados a Internet empezará a despegar a partir de finales de 1999, debido a mejoras tecnológicas de la red, que permitirán mejor calidad en la velocidad y visión de los juegos, y a bajadas de precios que harán los aparatos accesibles a muchos jóvenes. A partir del 2001 se estima que este tipo de aparatos será la segunda categoría ordenadores en red en volumen de negocio.

El tercer tipo son los teléfonos fijos con pantalla y acceso a Internet, cuya difusión crecerá a partir del 2.000 gracias a los menores costes.

PC/TV: Incluso en el mejor de los escenarios, los analistas de EITO estiman que el híbrido entre el Ordenador Personal y la Televisión no conseguirá despegar debido a unos precios demasiado elevados. Es más probables que este tipo de demanda, dirigida fundamentalmente hacia el entretenimiento, se satisfaga con la Televisores normales a

* Gráfico: Las Familias y las Tecnologías de la Información, 1996-2001, Miles.

Fuente: EITO/IDC Internet Commerce Market Model, 1997. A partir de 1998 son estimaciones.

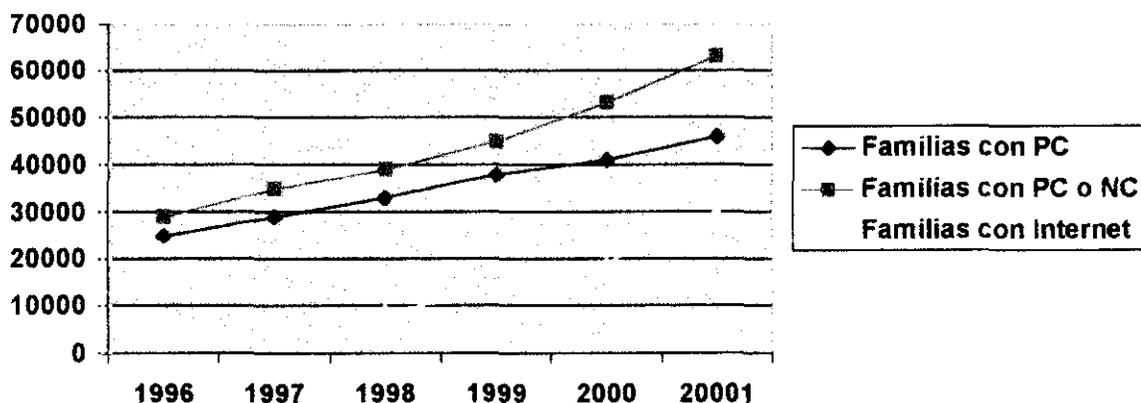
las que se les añade un pequeño aparato que les permita conectarse a Internet ("NetTV boxes").

Televisión Digital: En los primeros años del próximo siglo la televisión digital se unirá con las "NetTV" y con el desarrollo de la industria de productos de entretenimiento interactivo, para experimentar un fuerte desarrollo.

El fuerte crecimiento de este tipo de aparatos domésticos conectados a la red está vinculado al hecho de que dos de cada tres ciudadanos europeos no tiene un ordenador personal. En contraste, aparatos tales como la televisión, el Video o el teléfono son prácticamente universales

En definitiva, en la nueva era de la computación habrá numerosos aparatos y sistemas operativos, unidos por los estándares comunes y abiertos de Internet. Mucha gente todavía querrá ordenadores personales por su adaptabilidad y por el poder que ponen a disposición del usuario. Sin embargo, para la mayoría de la gente, la mayor parte del tiempo, es probable que los aparatos prácticos y muy fáciles de usar satisfagan todas sus necesidades. En concreto EITO 98 establece las siguientes previsiones para los próximos años:

En 1997 había en Europa 29,1 millones de familias que tenían un ordenador



personal (PC). En los próximos años (1998-2001) aumentarán hasta llegar a los 45,5 millones, con un crecimiento anual de un 12%. Como se puede ver en el gráfico*, el número de familias con un ordenador personal, PC, o un ordenador en red, NC, (NetTVs, Teléfonos con pantalla, Consolas para juegos o "smart handhelds") era en 1997 de 34,1 millones, lo que representa el 22,5% de las familias de Europa Occidental. Se estima un crecimiento del 16,5% de aquí al año 2001. En ese momento habrá unas 62,9 millones de familias con este tipo de aparatos, lo que representará un 41,5% del total.

En concreto se espera un crecimiento de los *Internet smart handhelds* desde los 40.000 que hay en la actualidad hasta los 1,9 millones en el 2.001 (crecimiento anual del 205%). El resto de los ordenadores en red crecerá desde los 249.000 en 1997 hasta los 5,7

* Gráfico: Ordenadores usados por Familias en Europa, 1996-2001, miles. Fuente: EITO 98. A partir de 1998 son estimaciones.

millones en 2001 (crecimiento anual del 118%). El crecimiento anual de los ordenadores personales será en cambio sólo de un 20,3%.

Había en 1997 5,2 millones de familias con conexión a Internet en 1997, lo que representa el 3,4% del total. Se espera un crecimiento anual del 54,2% en el periodo 1997- 2001, año en el que 29,3 millones de familias tendrán conexión a Internet.

El creciente uso de ordenadores en red va a dar lugar a un fuerte crecimiento del comercio electrónico y de los flujos de información a través de Internet que será posible gracias a los importantes progresos efectuados en cuanto a las capacidades de interconexión. Como ya hemos comentado, desde mediados de la década de 1980, los microordenadores no pueden concebirse en aislamiento: *actúan en redes*, con una movilidad creciente, mediante ordenadores portátiles. Esta extraordinaria versatilidad, y la posibilidad de añadir memoria y capacidad de procesamiento compartiendo la potencia informática en una red electrónica, cambió de forma decisiva la era del ordenador en la década de 1990 de un almacenamiento y procesamiento de datos centralizado a la utilización compartida de la potencia *del ordenador interactivo en red*. No sólo cambió todo el sistema tecnológico, sino también sus interacciones sociales y organizativas.

Esta capacidad de interconexión sólo se hizo posible, como es natural, debido a los importantes avances ocurridos tanto en *las telecomunicaciones como en las tecnologías de procesamiento de datos* durante la década de 1970. Pero, al mismo tiempo, tales cambios sólo fueron posibles por los nuevos dispositivos *microelectrónicos y la intensificación de la capacidad informática, en un ejemplo de relación sinérgica en la revolución de la tecnología de la información*.

2.3) Las telecomunicaciones: las tres últimas décadas ha conocido una aceleración del ritmo de progreso tecnológico como consecuencia de la revolución producida por la combinación de las tecnologías de nodo (conmutadores y selectores de rutas electrónicos) y los nuevos enlaces (tecnologías de la transmisión). El primer conmutador electrónico que se produjo industrialmente, el ESS-1 fue presentado por los Laboratorios Bell en 1969. Para mediados de los años setenta, el avance en las tecnologías asociados al circuito integrado ya había hecho posible *el conmutador digital*, que aumentaba la velocidad, la potencia y la flexibilidad, a la vez que se ahorraba espacio, energía y trabajo, frente a los dispositivos analógicos. Pese a ATT, los padres del descubrimiento, los Laboratorios Bell, al principio se mostraron reacios a su presentación debido a la necesidad de amortizar la inversión ya realizada en equipamiento analógico, pero cuando en 1977 Northern Telecom de Canada se hizo con una parte del mercado estadounidense al llevar la delantera en conmutadores digitales, las empresas Bell se unieron a la carrera y desataron un movimiento similar en todo el mundo.

Los importantes avances en optoelectrónica (fibras ópticas y transmisión por láser) y en la tecnología de la transmisión de paquetes digitales ampliaron de forma espectacular la capacidad de las líneas de transmisión. Las Redes Digitales de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA) imaginadas en la década de 1990 podían sobrepasar con creces las revolucionarias propuestas de los años setenta de una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI): mientras que la capacidad de transporte de la RDSI sobre alambre de cobre se estimaba en 144.000 bits, la RDSI BA de los años noventa sobre fibra óptica podría transportar mil billones de bits. Para medir el ritmo de cambio, recordemos que en

1956 el primer cable telefónico transatlántico transportaba 50 circuitos de voz comprimidos; en 1995, las fibras ópticas podían transportar 85.000 circuitos semejantes

El enorme progreso de la informática y de las telecomunicaciones en las últimas décadas se está acelerando aún más como consecuencia de su asociación, lo que está transformando una débil esperanza en una sinergia mutua de inmenso potencial. En los años noventa estamos presenciando una aceleración del ritmo de transformación de las redes como consecuencia del progreso tecnológico, de la liberalización del sector en numerosos países, y de la difusión de Internet. Esta transformación está dando lugar a una bajada del costo de la comunicación y a un aumento de la capacidad de transmisión de información.

Si en el pasado las personas debían ir a un lugar para poder comunicarse (una cabina telefónica, un ordenador), en los próximos años las comunicaciones van a ir hacia ellos en forma de un móvil o un ordenador portátil con un teléfono incorporado. Y si tradicionalmente la distancia implicaba una mayor complejidad y coste, a partir de ahora la distancia cada vez será menos relevante. Como el sector de las telecomunicaciones va a seguir transformándose rápidamente en los próximos años, y como estas innovaciones van a tener un impacto decisivo en las formas de trabajar y de vivir de las personas y en la difusión de los servicios bancarios por Internet, merece la pena *resumir algunos de los principales agentes de este cambio.*

2.3.1) *Internet:* En los últimos años ha sido impresionante el progreso de una red bastante anárquica llamada Internet, en la frontera entre la ciencia y la técnica. Su crecimiento ha sido tan espectacular que muchos expertos están empezando a cuestionar el modelo inicialmente aceptado de desarrollo de la sociedad de la información

Este modelo de autopista de información presuponía grandes inversiones en fibra óptica de alta capacidad por parte de empresas telefónicas y de cable, que luego podrían decidir la información que quisieran enviar a través de estas infraestructuras. Aunque la información se recibe rápidamente y con una gran calidad, estos sistemas eran básicamente unidireccionales, parecido en parte al de los televisores y los periódicos actuales, que compran información al por mayor, la cortan en pequeños segmentos, la procesan, y nos la venden. Un ejemplo de este modelo es el de Time-Warner, que construyó una infraestructura de la información en Orlando (Florida): 5000 viviendas recibían, a través de una televisión conectada a un cable de alta capacidad, una serie de servicios novedosos: películas de vídeo al instante, telecompra, información.

Mientras las grandes corporaciones luchaban por su modelo de autopista de la información, Internet crecía a toda velocidad: desde 1988 ha doblado su tamaño cada año.

En sus orígenes, Internet nació como un esfuerzo del Gobierno de Estados Unidos para comunicar entre sí los diversos bancos de datos del país en una red nacional de alta velocidad y con propósitos eminentemente académicos. A finales de los años sesenta, los científicos americanos habían puesto a punto un protocolo de comunicaciones "inteligente", capaz de trocear cualquier mensaje previamente digitalizado y transportarlo por una red de ordenadores unidos mediante líneas

telefónicas, escogiendo en cada nodo de enlace el camino libre o menos congestionado. El mensaje completo era reconstruido en el punto de llegada.

Un sistema así garantizaba la conexión entre las universidades y el Ministerio de Defensa, aun en el caso de que un incidente bélico destruyera el centro de comunicaciones y las líneas con las diversas sedes de investigación. El carácter descentralizado del procedimiento garantizaba el mantenimiento del diálogo incluso en el más terrorífico de los escenarios. Así nació Arpanet, una red de intercambios de información científica. Instituciones académicas de otros países se sumaron al proyecto, que contó con fondos federales para su expansión, y muy pronto se estableció un entramado global y un protocolo común para las transmisiones. El desarrollo del correo electrónico fue la consecuencia inmediata.

Las razones del crecimiento espectacular de Internet se deben a la convergencia de tres avances tecnológicos:

- La difusión de los ordenadores. Como ya hemos mencionado, esta difusión ha sido posible en parte gracias al extraordinario progreso de los semiconductores, que en los últimos treinta años han seguido "ley de Moore", según la cual su capacidad se dobla cada 18 meses. Junto a otros factores, ya comentados en el apartado anterior, este progreso ha dado lugar a rápidas mejoras en el precio y en la capacidad de los ordenadores, fomentando su difusión.

- Bajos costes de comunicación. A diferencia de las redes embrionarias utilizadas por las compañías de T.V. y cable, que requieren la instalación de costosas infraestructuras, Internet utiliza las redes convencionales ya instaladas por las empresas telefónicas. Esto le da dos ventajas considerables.

En primer lugar, el valor de una red según la ley de Metcalfé es proporcional al cuadrado de su número de usuarios. Un ejemplo es la red telefónica: uno o dos teléfonos independientes no tienen gran utilidad. Sólo cuando la mayoría de la población tiene un teléfono, el poder de la red alcanza toda su potencial. Internet tiene un enorme potencial de crecimiento por funcionar sobre redes ya montadas.

En segundo lugar, el coste de Internet es siempre el de una llamada local. Cuando los servicios son a larga distancia, las diferencias son significativas: enviar un fichero por correo electrónico a Australia cuesta mucho menos que enviar un fax. Esto se explica porque la información enviada por Internet es digital, en forma de unos y ceros, que se pueden comprimir mucho más que las señales analógicas convencionales. Por otro lado, la información se divide en paquetes, que no necesitan tanto espacio electrónico como una llamada convencional, que requiere una línea entera. En definitiva por razones técnicas, la información enviada a través de Internet usa la capacidad de las líneas electrónicas de forma muy frugal.

- La aparición en 1993 del World Wide Web: es una forma muy sencilla de unir documentos multimedia a través de la red. La WWW fue una idea de Tim Berners-Lee, un experto en programación y comunicaciones del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), para crear un medio cómodo de transmisión y búsqueda de la información, que pudieran utilizar fácilmente los científicos que trabajan coordinadamente en decenas de centros dispersos por varios países.

Sin embargo, su despegue real ocurrió con el desarrollo de un programa llamado "Mosaico" por parte de Marc Andreessen, un estudiante de informática de la Universidad de Illinois. Este programa facilitaba el uso de la Web, al pinchar palabras subrayadas o dibujos. A partir de ahí, Internet no era solamente una forma de enviar correo electrónico o de recuperar algún fichero. Se había convertido en un nuevo medio, "ciberespacio", un mundo en el que los usuarios podían navegar entre documentos multimedia elaborados por una enorme comunidad de ciudadanos de muchos países.

Esta convergencia de avances tecnológicos no sólo explica su enorme crecimiento sino que anticipa su enorme potencial en el futuro. En Estados Unidos, la sociedad más "cableada" del mundo, el número de ciudadanos conectados ha pasado de 5 millones en 1993 a 62 millones en 1997. El departamento de comercio de Estados Unidos estima que el tráfico en Internet se dobla cada 100 días*.

El número de conexiones, ("hosts"), que hace referencia al número de ordenadores que están conectados a Internet y tienen una única dirección, puede ser una medida más precisa, y también indica un fuerte crecimiento. Ha pasado de tener 1.776.000 conexiones ("hosts") en Julio de 1993 a 19.540.000 en Julio de 1997*. En Europa, tal y como se puede apreciar en la primera tabla, la penetración es menor. Sin embargo, las estimaciones del EITO son de un rápido crecimiento.

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Usuarios de empresa | 6,466 | 9,226 | 12,530 | 13,247 | 13,904 | 15,161 | 16,279 |
| Usuarios particulares | 5,860 | 8,663 | 11,398 | 18,231 | 27,007 | 37,820 | 50,394 |
| Total Europa Occidental* | 12,326 | 17,889 | 23,928 | 31,478 | 40,911 | 52,981 | 66,673 |

Este rápido crecimiento también se puede ver en el número de conexiones ("hosts") a domicilios en Europa Occidental*. Es interesante comparar además las diferencias entre los distintos países europeos. Alemania tiene el mayor número, lo que es lógico, teniendo en cuenta su mayor tamaño y desarrollo económico. Aunque España parte de un número muy pequeño, la progresión es bastante rápida.

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Francia | 144 | 393 | 781 | 1,237 | 1,828 | 3,590 |
| Alemania | 892 | 1,561 | 2,596 | 4,223 | 6,191 | 9,230 |
| Italia | 140 | 265 | 447 | 685 | 949 | 1,619 |
| España | 84 | 160 | 243 | 358 | 522 | 721 |
| R. Unido | 682 | 1,142 | 1,823 | 2,839 | 4,316 | 6,447 |
| Europa O. | 2,838 | 5,177 | 8,516 | 13,252 | 19,253 | 29,280 |

* Departamento de Comercio de Estados Unidos: *The Emerging Digital Economy*. Secretaría de comercio electrónico, 1998.

* Fuente: Network Wizards <http://www.nw.com>

* Tabla 1: Estimación de Usuarios de Internet en Europa Occidental (*incluye Turquía). Período 1995-2001, en miles. Fuente: EITO 98.

* Tabla 2: Domicilios conectados a Internet en Europa Occidental, miles, 1996-2001. Fuente: EITO 98. A partir de 1998 son estimaciones.

Parece evidente que la tan anunciada sociedad de la información está llegando más rápido de lo previsto, pero por un camino diferente. En vez de llegar de la mano de las grandes empresas de la comunicación, a través de nuevas redes de alta capacidad, está llegando a través de Internet. Algunos críticos afirman que Internet es demasiado lenta, primitiva y difícil de usar. Olvidan que cientos de compañías están ya desarrollando software que la hará más rápida y fácil y que muchas compañías de teléfono y cable están invirtiendo en el nuevo medio.

Al igual que el ordenador personal hace una década, Internet es una nueva "plataforma", una tecnología fundamental sobre la cual se puede construir un nuevo mercado. Las plataformas de éxito han cambiado nuestros estilos de vida. Una vez que VHS ganó la guerra de los estándares de vídeo a Betamax, las ventas se dispararon. Los Compact Disc despegaron aún más rápidamente. Al igual que el módem convierte las líneas telefónicas en un enlace de transmisión de información, Internet convirtió las redes telefónicas mundiales en una autopista de la información sin excesivo coste o esfuerzo. Justo ahora, cuando se ha llegado a la masa crítica, esta red se revela como una plataforma tecnológica de enormes repercusiones.

¿Cómo está afectando Internet a la industria de las telecomunicaciones? La relación entre Internet y las redes telefónicas es compleja. Internet no sólo se está convirtiendo en un vehículo para las llamadas telefónicas (telefonía IP), sino que también afecta a las compañías telefónicas de otra forma: la mayoría de los usuarios de Internet inician su navegación desde los cables de cobre que salen de su domicilio y que les conectan a redes de mayor capacidad. En algunos lugares de Estados Unidos el uso de Internet ya está ocasionando un fuerte impacto en las redes telefónicas locales. Al mismo tiempo, compañías como Microsoft, que están planeando nuevos productos destinados al entretenimiento doméstico se están dando cuenta de que su futuro inmediato depende de la industria telefónica.

Según el Robert Pepper⁷, jefe de la oficina de política y proyectos de la Federal Communications Commission de Estados Unidos, lo que estamos viendo en estos momentos es la colisión del mundo de la conmutación de circuitos con el de la conmutación de paquetes. Una llamada telefónica usa todo un circuito o canal, que se mantiene abierto durante la llamada, de forma que los que llaman pueden hablar y escucharse al mismo tiempo. Como ya hemos comentado antes, en Internet los mensajes son previamente troceados en paquetes que pueden ser encajados con paquetes de otros mensajes para luego ser unidos en su destino final. La conmutación de paquetes es ideal para enviar informaciones tales como texto o correo electrónico mientras que la conmutación de circuitos es idónea para transportar voz.

Pero no sólo es la tecnología la que difiere. La industria de las telecomunicaciones está muy regulada mientras que Internet y su mundo de transmisión de información han sido hasta ahora poco intervenidos. La cultura de los dos mundos es muy distinta: mientras que la gente que trabaja en Internet suele ser joven, innovadora y exigente, la que está en las telecomunicaciones no suele serlo tanto. En ninguno de los dos negocios los precios reflejan los costes. Mientras que las compañías de teléfono solían hasta hace poco facturar a sus usuarios excesivamente, especialmente en las llamadas internacionales, Internet es en cambio demasiado barato. Esto crea oportunidades de arbitraje.

⁷ Survey: *The Telecommunications Revolution*, The Economist, September 13th 1997.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones el precio medio de una llamada telefónica internacional en hora punta es de cerca de 1 \$. En Internet un mensaje puede ser enviado a cualquier parte del mundo por el precio de una llamada local. En España, el precio de un minuto de llamada internacional a cualquier país de la Unión Europea es de 59 pesetas en hora punta y 54 en reducida. Si la llamada es a Estados Unidos, el precio sube a 74 pesetas el minuto en hora punta y 66 en reducida. Si se usa Internet, el precio de una llamada local es de 4,5 pesetas en hora punta y 1,64 pesetas en reducida. No es sorprendente que muchas compañías estén buscando formas de enviar llamadas telefónicas a través de Internet. Desde hace poco tiempo los usuarios son capaces de obtener en Internet software gratis que permite realizar llamadas telefónicas desde un ordenador a otro. Algunas compañías han desarrollado software que posibilita realizar llamadas a través de Internet desde teléfonos normales. Por ejemplo, Global Exchange Carrier, un consorcio de compañías de teléfono local y de proveedores de Internet situada en Virginia, ha desarrollado un software que permite a sus miembros ofrecer servicios telefónicos y facturar a sus clientes por las llamadas. Mr. Jonas de una de las empresas, IDT, está ofreciendo llamadas internacionales desde Estados Unidos a 8 centavos el minuto.

Aunque el mercado es todavía pequeño, a medida que las tecnologías para trocear la comunicación oral en paquetes se desarrollen, la calidad de sonido en Internet mejorará hasta acercarse a la de los teléfonos móviles. Sin embargo, aunque aumente el mercado de este tipo de llamadas, no parece probable que mucha gente vaya a cambiar la mayoría de sus llamadas a Internet. Por un lado, parece que aún con los nuevos progresos tecnológicos, seguirá habiendo diferencias en la calidad de sonido, especialmente cuando dos personas hablen a la vez, que serán agravadas por la congestión que produciría un excesivo crecimiento en el número de llamadas por medio de Internet. Por otro lado, los gastos de administración necesarios para que Internet pudiera absorber tantas llamadas como la red pública destruiría gran parte de la ventaja que la red tiene actualmente. Russell Neuman, un especialista en telecomunicaciones de la Universidad de Pensilvania opina que el precio en descenso de las llamadas telefónicas de larga distancia va a converger con el precio en ascenso de las llamadas en Internet a finales de la próxima década.

Sin embargo, sí parece que en los próximos años Internet vaya a apropiarse de parte del negocio de las compañías telefónicas. Un estudio realizado a principios de 1997 por Christopher Mines, director de investigación de tecnologías de la información en Forrester*, estimaba que en el año 2004 más del 4% de los ingresos de las compañías telefónicas americanas, unos 3.000 millones de \$, podrían desplazarse a Internet.

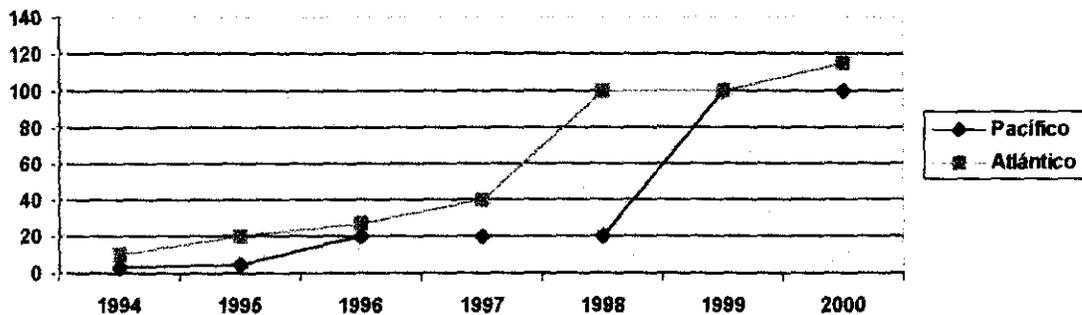
El tráfico que se va a desplazar en primer lugar es aquél en el que la calidad es menos importante, o en el que la conmutación por paquetes ofrece otras ventajas. En la primera categoría se encuentra el fax, que en realidad es información enviada de forma inapropiada a las cualidades diferenciales de un circuito, al usarlo sólo en una dirección.

En segundo lugar se incluyen servicios como los ofrecidos desde mayo de 1997 por la compañía telefónica finlandesa Neophone, que usa la conexión en paquetes como base para redes internas de empresa o "intranets". Estos servicios permiten a los trabajadores llamar directamente desde su ordenador a las redes telefónicas públicas y

* Forrester Research, January 1997.

viceversa. Para realizar una llamada telefónica tan sólo tienen que pulsar sobre un directorio que aparece en su pantalla. Personas que están en distintas localidades pueden hablar entre ellos mientras que observan el mismo texto o gráfico en una pantalla.

Vinton Cerf, uno de los pioneros de Internet ha estado desarrollando formas para conseguir que Internet y el sistema telefónico trabajen juntos. Un objetivo es crear lo que él llama "comunicaciones insensibles a la red", que permitirían a cualquier aparato conectado a Internet comunicarse con la red telefónica. Con ello desea acercar el poder de Internet a gente que no entiende, o no se puede permitir un ordenador personal, pero que ya sabe usar el teléfono.



Capacidad de los cables de fibra óptica transoceánica, gigabits por segundo.
Fuente: TeleGeography, Inc, Washington, DC

Detrás de todos estos sueños no sólo está la difusión de Internet sino también el *crecimiento explosivo de la demanda de capacidad para enviar información* de todo tipo en conmutación por paquetes. Las cifras son abrumadoras. Colin Williams, director de las operaciones internacionales de WorldCom afirma que el volumen de su negocio en Internet se está doblando cada cuatro meses. En Europa esperan ver un crecimiento aún más rápido, aunque parte de una base menor. En el momento actual el tráfico total en telecomunicaciones es de voz en un 80%, y de información en un 20%. En cinco o seis años piensa que esta proporción se invertirá. Para Nicholas Negroponte*, fundador y director de MIT Media Lab, esta fuerte demanda estará impulsada en el año 2000 por más de 1000 millones de usuarios de Internet en todo el mundo.

A medida que las empresas aprenden a usar redes tipo Internet, su demanda de capacidad aumenta, absorbiéndola en cuanto aparece. La velocidad de este cambio ya está creando problemas. Mientras que algunos de los grandes operadores parecen tener exceso de capacidad (que mantienen sin utilizar para subir los precios), los nuevos cables se llenan en cuanto se instalan.

En España entró en vigor el 1 de Julio de 1993 la Red Digital de Servicios Integrados(RDSI). Esta red de gran capacidad (compresión digital), permite la transmisión simultánea de datos, voz y gráficos, así como la conexión entre ordenadores. En su primera fase está dirigida al sector de profesionales, a las grandes, medianas y pequeñas empresas, que pueden rentabilizar mejor el mayor intercambio de información. La clave técnica de esta línea reside en su capacidad de transmitir impulsos a una velocidad

* Negroponte, Nicholas: *The Third Shall Be First: The Net leverages latecomers in the developing world.* Wired. January 1998.

de 64 kbits, muy superior a la velocidad que permite la clásica línea analógica. Debido a que se queda en el umbral de los 64 kbits/s de velocidad se llama red digital de servicios integrados de banda estrecha, para distinguirla de la red digital de servicios integrados de banda ancha, que transmite a una velocidad de más de 64 kbits/s, lo que permite mejorar el sonido y la imagen. La red de banda ancha no estará implantada en España y en Europa como mínimo hasta dentro de 5 años, según estimaciones de expertos de Telefónica. Al no existir incompatibilidad entre los dos sistemas, la banda estrecha irá siendo sustituida progresivamente por la banda ancha.

El sector público también está contribuyendo a su mejora como consecuencia del crecimiento de usos y necesidades de la comunidad científica, su principal usuaria, y del cierto nivel de saturación alcanzado en las conexiones. En España, la Red Iris, la red española de alta velocidad dedicada al mundo académico y a la investigación científico – técnica, pondrá en marcha desde principios de 1999 un lento pero irreversible proceso de transformación. Al final del camino, previsto para el año 2003, la Red Iris pasará a ser la versión española de Internet 2, el gran proyecto de telecomunicaciones avanzadas que está en marcha en Estados Unidos y que en la actualidad está siendo gestionada por un consorcio en el que se integran 130 universidades norteamericanas.

La Red Iris empezó su andadura en 1988, en un momento en el que aún no existía la Worldwide Web. Hasta 1993, su gestión dependía de Fundesco y, a partir de 1994, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), de acuerdo con las directrices de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y los Planes Nacionales de I +D. En la actualidad presta servicio a todas las universidades españolas, además de a centros de investigación, organismos públicos de servicios como el Centro Nacional de Meteorología y el Ciemat, fundaciones privadas y centros hospitalarios.

Si hasta ahora las conexiones son compartidas y el acceso depende del tráfico de información, en un futuro se pretende disponer de ancho de banda garantizado de modo que pueda incrementarse la calidad del servicio, asegurar el soporte de futuras aplicaciones y aumentar la velocidad de transmisión. Por ejemplo, en aplicaciones de videoconferencia, transmisión de imágenes en 3D para tele medicina o de grandes volúmenes de imagen y de texto en servicios de información.

El nacimiento de Red Iris guarda estrecha relación con los planes impulsados por la Unión Europea en el sector de las telecomunicaciones. En la actualidad Europa se rige por el proyecto TEN 34, gestionado por el consorcio DANTE, a través del cual es posible la interconexión de las redes académicas y de investigación de los distintos estados miembros. El objetivo inmediato es incrementar las velocidades de transmisión que, de forma sucesiva, deberían alcanzar los 155 Mbps, 622 Mbps y, finalmente, el Gigabit por segundo.

Estas redes de cada vez mayor capacidad están haciendo que la comunicación sea interactiva (capacidad de establecer conexiones en doble sentido) y multimedia (integra voz y sonido, datos, escritura e imágenes fijas y en movimiento). En este sentido, parece evidente que en menos de diez años la mayor parte del tráfico de las comunicaciones será información. Bob Collet, director de los servicios de información de Teleglobe, el operador internacional más importante de Canadá, afirma que las redes de comunicación será eventualmente en conmutación por paquetes, permitiendo a cualquier tipo de multimedia viajar por todo el planeta. Para Vinton Cerf, en la segunda

mitad de la próxima década aparecerá otro impulsor: miles de millones de pequeños aparatos, baratos y fáciles de usar, conectados a Internet. Como resultado, la llamada oral, que es hoy día la actividad básica del negocio de cualquier operador de telefonía, podría ser algún día una actividad minoritaria, probablemente ofrecida a bajo precio junto con otros servicios más complejos

Según Koji Kobayashi*, para huir del caos actual e integrar ordenadores y redes en una auténtica infraestructura, deberíamos dotar a las redes nacionales de tres propiedades cruciales:

-Versatilidad de transporte. Se da cuando la infraestructura es capaz de trasladar la información con diversos grados de velocidad, seguridad y fiabilidad de unos ordenadores a otros. Esto se hará posible con la sustitución de las líneas de cobre tradicionales por líneas de fibra óptica capaces de transmitir miles de veces más tráfico. Versatilidad en el servicio significa también que los usuarios puedan conectar con la infraestructura cuando y donde quieran. Las redes inalámbricas basadas en sistemas celulares y vía satélite harán posible tal acceso, consintiendo que automóviles y viandantes formen parte de la estructura de la información.

- Servicios comunes disponibles para todos. Tendría que haber como mínimo unos cuantos recursos fundamentales y necesarios: directorios o guías electrónicas de usuarios y servicios, análogas a las actuales guías telefónicas (páginas blancas y amarillas). Pero podrían existir recursos más ricos y universalmente compartidos: códigos y normativas fiscales de los estados, datos censuales...

- Convenios de comunicaciones comunes y normalizados. Es la manera técnica de definir la creación de un *lenguaje común* para distintos ordenadores.

Aunque todavía no tenemos una infraestructura lo suficientemente perfeccionada, la caída de en los costes, especialmente en las llamadas internacionales, y el aumento en la capacidad de transmisión, están acelerando su construcción desde el sector privado.

En la compleja relación entre Internet y operadores de telefonía se encuentra un problema adicional. Si trabajas en una gran empresa o en una universidad, el acceso a Internet se consigue mediante una línea alquilada de alta capacidad. Si lo haces para una pequeña empresa o desde casa lo normal es que uses un acceso telefónico. El módem de tu ordenador te conecta a la línea telefónica, la cual te pasa al proveedor de servicio de Internet, (Servicom, por ejemplo), el cual te envía al ciberespacio. De esta forma, para la mayoría de la gente los porteros de acceso a Internet son las compañías telefónicas, cuya actitud ante este inesperado cambio varía desde la desconfianza hasta el entusiasmo. Algunas, especialmente en Estados Unidos, lo ven como un inconveniente, afirmando que los usuarios de Internet bloquean los intercambios locales, sin pagar nada a cambio. Sin embargo, en muchas ocasiones los operadores de telefonía se encuentran con que Internet les hace ganar dinero. También les plantea un dilema: como gestionar una red que ahora cumple dos funciones.

Las compañías telefónicas de Norte América y las del resto del mundo se enfrentan a este dilema de forma diferente. En la mayor parte de Estados Unidos, Canadá y Nueva Zelanda, las llamadas locales son "gratis", pues son parte de la oferta

* Koji Kobayashi: *Computers and Communications*, MIT Press, 1986

de suscripción. En el resto del mundo la gente paga por la duración de la llamada. Cuando el teléfono sólo se utilizaba para llamar esto apenas importaba: la duración media de una conversación en los países de la OCDE es de tres minutos, un poco más larga en Estados Unidos y un poco menos en Europa.

Sin embargo, una vez que usas la red telefónica para acceder a Internet, las diferencias de facturación aumentan enormemente. Según un reciente estudio de la OECD, un usuario de Austria puede llegar a pagar seis veces más por usar la línea durante 20 horas, que uno de Canadá. Al mismo tiempo, los precios cobrados por los proveedores de acceso a Internet han bajado de forma espectacular. Las encuestas de la OCDE de verano de 1995 y 1996 ponían de manifiesto que el precio promedio de 20 horas de acceso a Internet en hora punta había bajado más de dos tercios en un año, desde 67.35\$ a 19.07\$, y que muchos proveedores habían cambiado de cargar un precio en relación al número de horas, a cargar una tarifa plana. Esto es el resultado de la intensa competencia en el sector, en parte procedente de las propias compañías telefónicas. De esta forma, en la mayoría de los países el coste de uso de la línea telefónica supone la parte más importante de la factura total de uso de Internet. Las encuestas de la OCDE pusieron de relieve que los costes telefónicos habían pasado a representar de un 37% al 68% de la factura total de 20 horas de uso de Internet. Algunas compañías telefónicas han establecido nuevas tarifas dirigidas a los usuarios de Internet (por ejemplo Dinamarca).

El 28 de noviembre de 1998 el comisario europeo Martin Bangemann declaró en Bruselas que aunque la liberalización en Europa se estaba desarrollando satisfactoriamente en la mayoría de los casos, estaba provocando pequeños problemas, uno de los cuales era la subida, en muchos países, de las llamadas locales, lo que había perjudicado el acceso a las redes informáticas. El comisario instó a los operadores a bajar el precio de las llamadas a Internet porque se trata de un instrumento de trabajo de primer orden.

En España, además de pagar al proveedor de acceso, (se puede conseguir una tarifa fija plana de una 16.000 pesetas al año), hay que pagar el coste telefónico de una llamada metropolitana, que en estos momentos supone 270 pesetas la hora. Esto implica que en cuanto el usuario pase más de cinco horas al mes enchufado a la red (60 horas al año que supondrían 16.200 pesetas al año), ya estaría pagando más al operador de telefonía que al proveedor de acceso.

El establecimiento de una tarifa plana parece esencial para garantizar la incorporación mayoritaria de la sociedad a la red, convirtiendo a Internet en un servicio verdaderamente universal. La difusión de la red podría tener además un impacto beneficioso para el crecimiento y el empleo, al mejorar el comercio electrónico. En este sentido merece la pena comentar el Informe O'Rourke*, un estudio elaborado por una comisión internacional de expertos, a instancias del Gobierno irlandés, que impulsa una estrategia destinada a situar a Irlanda como centro clave en Europa en telecomunicaciones avanzadas, Internet y comercio electrónico.

El estudio propone la creación de un mercado de telecomunicaciones completo y competitivo para asegurar que Irlanda se convierta en un líder en el crecimiento de empleo generado en torno a la información en Internet y a las industrias basadas en la

* Informe O'Rourke: <http://act.iol.ie/>

red. Según el informe, el crecimiento previsible del comercio electrónico será espectacular en los próximos años, de los 5.800 millones de dólares en ventas al detalle para este año en Estados Unidos, se pasará a 36.000 millones de dólares en el año 2002. Al ser un tipo de comercio transnacional, este servicio migrará a los países que ofrezcan bajos costes de acceso, alta calidad en telecomunicaciones y servicios en Internet, soporte legal y regímenes de negocios específicos y una alta capacidad de sus empresarios y técnicos. Los autores del informe recomiendan al Gobierno irlandés que lidere el despliegue del comercio electrónico y propone que todas las instituciones gubernamentales dispongan de página web antes del año 2000 y que toda la información generada por el gobierno esté disponible vía electrónica.

En España, el Ministerio de Fomento se comprometió en diciembre de 1998^{*} ante la Asociación de Internautas a presentar a principios de este año un borrador de decreto para la progresiva implantación de la tarifa plana *en un plazo de año y medio*. Fomento sostiene que la aplicación ahora de la tarifa plana colapsaría la red y liga esta medida a la implantación de una tecnología que discrimine la llamada de voz y la llamada de datos.

La tecnología con la que se está trabajando sería una versión *light* de las conexiones ADSL. El ADSL o Línea de Suscripción Digital, es una solución de conexión asimétrica (es más veloz la transferencia de archivos hacia el ordenador del usuario que el envío desde él) que suministra velocidades de más de dos Megabits de bajada. Utiliza el mismo hilo telefónico pero exige la instalación de un módem especial en el domicilio del usuario y otro en la centralita más cercana de la operadora. La alternativa en la que se trabaja, el ADSL Lite se basa en el mismo principio, pero, al ofrecer velocidades menores, reduce sus costes. Quienes confían en que ésta sea la solución para la tarifa plana consideran que el precio del módem no será un problema para el usuario porque se trata de modelos para menores prestaciones que los actuales; además, una demanda masiva permitirá su abaratamiento. El ADSL exige una mínima calidad en el cableado doméstico y cubre el último tramo de la conexión: desde el hogar a la centralita más próxima de la operadora.

Una de las incógnitas en la futura regulación es que, al ser Telefónica la única operadora que cubre el servicio local y dispone de una red capilar hasta el usuario final, sólo ella puede garantizar la conexión entre el usuario y la centralita, lo que convertiría al internauta que optara por el ADSL en su cliente cautivo; a no ser que el decreto obligue a Telefónica a permitir a las otras operadoras que instalen sus módems en las centralitas o a alquilar su tecnología. Hay que recordar que Telefónica, ahora obligada a suministrar interconexión a las otras competidoras, ha llevado a los tribunales las tarifas que Fomento le fijó. Al margen de esta negociación, hay otras tecnologías capaces de suministrar conexión a la red y tarifa plana. El cable, por ejemplo. Además de las operadoras ya autorizadas para su comercialización, a lo largo del próximo año terminará la moratoria impuesta a Telefónica para comercializar este sistema.

A pesar de sus protestas, algunas compañías telefónicas ganan dinero gracias a Internet. Además, Internet ha reforzado la línea fija, que de otra forma hubiese perdido terreno ante la telefonía celular. Por otro lado, en algunos países, (con la excepción de Estados Unidos), la compañía telefónica dominante es a la vez el principal proveedor de

^{*} *ciberpaís*: EL PAÍS. Miércoles 23 de diciembre de 1998.

acceso a Internet. No es el caso de España, pues Teleline, el proveedor de acceso a Internet de Telefónica ocupa una posición minoritaria en el mercado.

Como ya hemos comentado, la demanda de conexión a Internet por parte de los usuarios privados está a punto de despegar a medida que los nuevos aparatos introduzcan a un nuevo grupo de gente a las ventajas del ciberespacio. Un ejemplo de este tipo de aparatos es la consola Dreamcast^{*}, lanzada por la empresa Sega en Japón a finales de noviembre de 1998. La consola es un sistema de entretenimiento electrónico de 128 bits con conexión a Internet, que permitirá al usuario jugar contra alguien que se encuentre a cientos de kilómetros. Aparecerá en el mercado europeo en otoño de 1999, y permitirá disfrutar, a los jóvenes que estén dispuestos a pagar 33.000 pesetas, de un sistema con gráficos a 16 millones de colores y capaz de mover más de tres millones de polígonos por segundo. Otro ejemplo que ya hemos comentado es el teléfono móvil Nokia Communicator. Con un precio de 110.000 pesetas, está equipado de un pequeño ordenador que permite el acceso a Internet sin cables. También se están vendiendo con gran rapidez los asistentes digitales del tipo Palm Pilot, con acceso a Internet.

El sector espera vender unos 30 millones de aparatos con capacidad para gestionar emisiones digitales, destinados tanto al ocio como al negocio, para fines del año 2000. Sin embargo, para que funcionen es necesario que cuenten con un acceso seguro a Internet. Para ello, las empresas implicadas (incluyendo a Bill Gates) están invirtiendo en tres campos. En Estados Unidos están apostando por la renovación de las redes establecidas por las empresas de cable. En el resto del mundo, en donde la penetración del cable es mucho menor, se está invirtiendo en una nueva tecnología desarrollada por GTE, llamada Línea de Suscripción Digital (DSL), que sirve para aumentar la velocidad de transmisión de la información a través de líneas telefónicas. Sin embargo, esta tecnología puede ser demasiado cara como para que el usuario normal la adopte.

Para repartir las apuestas, Microsoft ha invertido enormes cantidades de dinero en Teledesic, uno de varios planteamientos basados en una constelación de satélites de baja órbita y que permitirán la transmisión de mucha información a cualquiera, en cualquier parte, siempre y cuando tenga una pequeña antena receptora. Cuando empiece a funcionar, a principios del próximo siglo, ofrecerá infraestructura inmediata, lo que causará un fuerte impacto no sólo en Estados Unidos o Europa, sino sobre todo en los países en vías de desarrollo, potenciando a la vez el uso de Internet en todo el mundo.

2.3.2) La liberalización del sector de las telecomunicaciones:

Hasta hace poco el sector de las telecomunicaciones no estaba abierto a la competencia en muchos países. Finlandia es un caso excepcional pues ya en 1930 tenía operando a más de 600 compañías telefónicas. En la actualidad tiene 52 compañías entre las que destacan dos grupos, Telecom Finlandia y Finnet. Como resultado de la libre competencia Finlandia tiene la tasa más alta de teléfonos móviles (33 por cada 100 personas); la penetración más alta de Internet y las tarifas más bajas en llamadas de negocios (tras Islandia) de toda la OECD. Algunos países, como Estados Unidos y Japón, han permitido la competencia de llamadas a larga distancia desde hace mucho tiempo. Y muchos países permiten la competencia de telefonía móvil. Sin embargo, la

^{*} ciberp@is. EL PAÍS. Jueves 26 de noviembre de 1998.

mayoría la prohíben para llamadas locales. Finlandia, Gran Bretaña, Australia y Hong Kong son unas de las pocas excepciones.

Esta situación está cambiando rápidamente como consecuencia de nuevas leyes que están liberalizando los mercados. En los Estados Unidos, el Acta de Telecomunicaciones de 1996 permitía a las compañías de teléfono de larga distancia y locales competir en sus respectivos mercados. En Japón, el gobierno está rompiendo NTT, el gigante local, en tres compañías, dos a nivel nacional y una con proyección internacional. En la Unión Europea, la mayoría de los gobiernos han permitido la plena competencia desde el principio de este año.

En España, la liberalización formal ocurrió el 1 de diciembre de 1998^{*}. A partir de esa fecha cualquier compañía de telecomunicaciones puede instalarse en España y ofrecer sus servicios de telefonía básica. Los operadores de móviles celulares se limitan en cambio a tres, Telefónica, Airtel y Retevisión Móvil.

Para los particulares, la nueva oferta se limita, en una primera fase, a la telefonía fija en llamada de larga distancia nacional e internacional porque para que los nuevos operadores puedan dar servicio local necesitaran tender sus propias redes. Las comunicaciones metropolitanas serán el coto cerrado de Telefónica, al menos hasta que las operadoras de cable (que se concentran alrededor de dos grupos, la Agrupación de Operadoras de Cable y Cableuropa), Retevisión, y algunos de los nuevos entrantes (RSLCom y BT, por ejemplo) ejecuten sus planes para la extensión de redes propias. A partir de ahí es previsible que se produzca una explosión de nuevos servicios basados en la telefonía- acceso a Internet, voz en Internet, telefonía móvil en grupos cerrados- y de otros como la televisión por cable, la televisión digital, la telefonía vía satélite y otros.

Pero hasta entonces se cierne sobre los particulares la amenaza de nuevas subidas de la cuota de abono mensual (imprescindible para acceder a las ventajas que ofrecerá la competencia) y de las llamadas locales, que cubren los costes de la red existente. En realidad la liberalización no es total, (se mantiene un sistema de licencias, la competencia se apoya en la red de Telefónica, no hay espectro radioeléctrico para más operadores de móviles, el operador dominante recibirá compensaciones por distintos conceptos), entre otras razones, porque la presencia de Telefónica obliga a los reguladores a tomar algunas medidas correctoras (precios máximos a Telefónica, moratoria de 24 meses respecto a la competencia en la actividad del cable) y otras para evitar que el operador dominante estrangule las posibilidades de los nuevos entrantes.

En este sentido, es destacable el hecho de que las tareas reguladoras pasaron a partir del 1 de diciembre a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT), un órgano regulador independiente formado por técnicos. Pese a la resistencia mostrada por Telefónica a la competencia en algunos aspectos, es lógico pensar que para el operador dominante el cambio de normas será un acicate para mejorar sus sistemas de atención al cliente, la calidad de los servicios y para rebajar sus precios de forma generalizada.

La liberalización coge a Telefónica convulsionada: ha anunciado más de 20.000 despidos en dos años, mediante un programa de prejubilaciones, sus ingresos en América Latina han caído, los directivos de sus filiales vuelven a rotar en los cargos y,

^{*} EL PAÍS, *Suplemento de Negocios*, domingo 29 de noviembre de 1998

por sí fuera poco, pone en marcha un cambio de imagen en todo el mundo. Sin embargo, ya ha puesto en marcha dos iniciativas nuevas: Telefónica Interactiva, con la que intentará ponerse al día en comunicaciones por Internet, y Telefónica Data, cuya misión es frenar la competencia en el mercado de empresas, donde de verdad se van a batir el cobre los nuevos operadores en una primera etapa.

Para quienes ya han tenido la oportunidad de enfrentarse a Telefónica, Airtel (que empezó en octubre de 1995) y Retevisión, que da servicio desde enero de 1998, la entrada masiva de nuevos rivales (hay más de 20 licencias solicitadas para operar en la ventanilla de la CMT) será un nuevo reto. Después de más de 70 años de monopolio de Telefónica, Airtel ofreció la posibilidad de elegir a los consumidores; Retevisión introdujo la facturación por segundos y Uni2, que empezó a dar servicio el 1 de diciembre, ha roto una de las tradiciones más costosas para el consumidor, la tarifa por establecimiento de la comunicación en cada llamada. Los nuevos tendrán que buscar fórmulas más novedosas para captar clientes.

Según la consultora AT Kearney, las empresas públicas de telecomunicaciones en Europa dejarán de ingresar entre 2,3 y 3,1 billones de pesetas en los próximos dos años como consecuencia de la competencia de nuevos operadores, lo que representará alrededor de un 20% del mercado. En el caso de Telefónica, que ya ha perdido un 5,5% frente a Retevisión, la cifra alcanzaría el 22%, según su subdirector de marketing de grandes empresas, Rafael Díez Vega.

Es previsible que el ámbito de actuación de los nuevos operadores se concentre, en una primera etapa, en los grandes usuarios, con varias operadoras internacionales ofreciendo servicios de voz, datos, telefonía móvil y servicios multimedia a las grandes empresas. Por otro lado, la competencia entre operadores en relación con las pymes será intensa, pero limitada, y mínima en el caso de los usuarios residenciales. Es de suponer que la competencia se concentre principalmente en las grandes áreas urbanas e industriales, siendo limitados sus efectos en las zonas rurales.

Con la liberalización se abre una nueva etapa no exenta de incertidumbres, con fuertes cambios en las reglas del juego y en la que la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones y, sobre todo, el propio mercado, asumirán un notable protagonismo. Es difícil predecir el escenario futuro, al que posiblemente se llegue tras una fase de ajuste o agrupamiento de proyectos empresariales que aseguren la viabilidad y la competitividad de los agentes del mercado. En esta línea, no sería sensato descartar algún acuerdo entre los nuevos operadores, que permita, desde las distintas bases empresariales, configurar una oferta paralela a la de Telefónica.

En todo caso, la liberalización debe suponer, en buena lógica, la llegada de nuevas ofertas, de mayor variedad de servicios, de mejor calidad de los mismos, de una sensible bajada de los precios y, como consecuencia de todo ello, de una auténtica explosión del consumo de la que todos, grandes y pequeños operadores se beneficiarán.

Con la liberalización España ha conseguido igualarse con los países más ricos de la Unión Europea, adelantándolos en algunos aspectos críticos: tiene una de las tarifas de interconexión más bajas. Ahora sólo Grecia (liberalizará en el 2001) y Portugal (2000) mantendrán la prórroga, ya que Luxemburgo e Irlanda también han acelerado la apertura. Los mismos principios liberalizadores, con matices, se han

aplicado en el resto de la UE: privatización de los antiguos monopolios y creación de un rival, con capital mayoritariamente nacional y con apoyo de un socio multinacional. Respecto a Retevisión, el proceso para su privatización total terminará antes de que acabe el año con la entrada del BCH y el fortalecimiento de actuales accionistas como Endesa y Unión Fenosa.

En Deutsche Telekom, el Estado alemán conserva un 75%; France Telecom, aunque ha puesto en marcha un nuevo tramo privatizador, tiene todavía un 75% de capital público; Telecom Italia, un 5%; Belgacom, el 50,1%; KPN de Holanda, el 25%; la OTE griega es pública en un 75,4%; y Portugal Telecom, en la que Telefónica controla más de un 3% del capital, tiene un 25% estatal.

El Gobierno español se ha esforzado en mantener una vía intermedia en la búsqueda de un equilibrio entre la apertura a la competencia y el fomento de las inversiones en infraestructuras por parte de nuevos operadores. Para Félix Álvarez Miranda, director de la Asociación de nuevos operadores de Telecomunicaciones, los reguladores han demostrado una clara voluntad liberalizadora, lo que se refleja en unas bajas tarifas de interconexión (Telefónica ha presentado un recurso contra ellas).

2.3.3) Comunicaciones sin hilos:

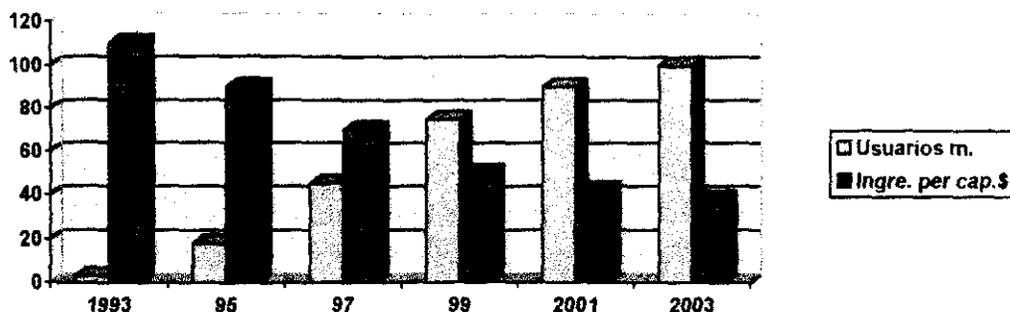
A pesar de las numerosas implicaciones de Internet y de su extraordinario crecimiento, probablemente el cambio más revolucionario en las telecomunicaciones en los últimos cinco años ha sido la difusión de los teléfonos móviles. Hace diez años el mercado apenas existía. En la actualidad, más de la mitad de todos los nuevos teléfonos son móviles. Un ejemplo de este extraordinario crecimiento es el japonés, donde el porcentaje de la población con móvil se dobló en 1996, pasando de un 11,5% a un 23%. En los países nórdicos, por cada suscripción a un teléfono fijo se dan diez suscripciones a móviles.

El crecimiento de los móviles es aún más rápido en los países en vías de desarrollo. En Camboya, el 60% de todos los suscriptores usan móvil. En Filipinas, Sri Lanka y Tailandia, más del 20% de todos los suscriptores lo usan. Entre las causas que explican esta rápida difusión se encuentran la gran comodidad que supone la movilidad. Ahora que el factor limitativo en muchos mercados de comunicación maduros es la inelasticidad de la oferta de tiempo del ser humano, el móvil ha encontrado un nicho: aquellos momentos del día en los que la gente va al trabajo, a pie o en coche.

Aunque el precio de una llamada desde un móvil todavía es mayor que desde una línea fija, esto ha sido resultado de la falta de competencia. En España una llamada de móvil a móvil de la misma compañía (por ejemplo Movistar) cuesta 40 pesetas en horario punta y 20 en reducida. Sin embargo, si se llama a un móvil de otra compañía (Airtel), el precio por minuto de móvil a móvil es de 75 pesetas en punta y 30 en reducida. Por último, si se llama de un fijo a un móvil, el precio por minuto es de 47 pesetas en horario punta y 20 en reducida. En comparación, una llamada metropolitana en horario punta es de 4,5 pesetas el minuto de fijo a fijo.

Los expertos señalan que los costes de capital de un celular son menores que los de un fijo. En estos momentos está disminuyendo la brecha entre el coste de uso de un teléfono fijo y uno móvil como resultado de la mayor competencia en el mercado de

móviles. A medida que los precios bajen, el mercado cambiará. Los nuevos suscriptores probablemente usen menos el teléfono, reduciendo el ingreso por suscriptor. Según CIT Research, el ingreso promedio por suscriptor bajó en 1996 en un 15%, quedándose en \$71. También estima que en el año 2001 bajará hasta los \$42.



Fuente: CIT Research.

Según Frances Cairncross* En los próximos años se esperan dos acontecimientos que afectarán decisivamente al sector de la telefonía móvil. En primer lugar se espera que a medida que bajen los precios algunas empresas suministrarán a su personal con teléfonos móviles conectados a una centralita. Para mostrar las ventajas de este planteamiento, Nokia está construyendo un bloque de oficinas en Tampere, Finlandia, sin teléfonos fijos. Las ventajas para la empresa residen en que si la gente lleva teléfonos móviles no necesitan estar tanto tiempo pegados a su mesa.

En segundo lugar, los teléfonos móviles empezarán a ofrecer otros servicios. Algunos se dirigirán al segmento con mayor capacidad adquisitiva. Este es el caso del Nokia 9000, que puede recibir y enviar mensajes, navegar por Internet y realizar otras sofisticadas funciones. Los finlandeses que lo han utilizado afirman que al permitirles intercambiar mensajes con sus oficinas, ha mejorado su productividad. Nokia estima que a finales de 1999 de un 20 a un 30% de los ingresos de móvil procederán de los servicios de transmisión de información. Pero también habrá ingresos procedentes de otros aparatos móviles. El líder en este campo probablemente sea Japón, que ha conseguido comercializar con mayor éxito que Europa o Estados Unidos los Asistentes Digitales Personales (PDAs).

El fuerte desarrollo de Internet y el uso de las computadoras domésticas ha evitado, por otra parte, que los focos iluminen con igual intensidad las consecuencias de la aplicación de la tecnología digital a la televisión y el crecimiento de los servicios vía satélite directo al hogar (DTH). La extensión del cable en Estados Unidos frente a su pobre implantación de éste en muchos países de la Europa desarrollada, y el hábito adquirido hace tiempo en América de recibir decenas de canales en el televisor de casa han llevado a muchas personas a infravalorar el potencial de impacto que la televisión digital, vía satélite, puede suponer en la evolución de las telecomunicaciones mundiales. Al margen de consideraciones políticas, entre las que conviene no perder de vista la pervivencia de potentes monopolios telefónicos en la Unión Europea, interesa resaltar el

* Cairncross, Frances: *The Death of Distance*. Harvard Business School Press, November 1997.

hecho de que la televisión digital permitirá orientar hacia ella no pocas de las aplicaciones para las que hoy es necesario utilizar la computadora.

No se trata sólo de potenciar las calidades técnicas de algunas prestaciones- como la recepción de imágenes de vídeo o de sonido estereofónico- sino de imaginar el comportamiento del usuario frente a las diferentes pantallas. El televisor se acomoda al ocio y entretenimiento- sea la contemplación de películas, la escucha de grabaciones musicales o el enredo en los juegos interactivos- y la computadora parece más orientada hacia el trabajo o el comportamiento íntimo de las personas- pocos imaginamos todavía recibir una carta o participar en un grupo de discusión a través de un televisor y no de la pantalla de nuestro ordenador.

Después de haber sido la caja idiota, el televisor puede revelarse como esa computadora idiota capaz de realizar las mínimas pero necesarias operaciones deseadas por el consumidor doméstico. Dentro de muy poco tiempo accederemos a Internet a través de los servicios de televisión digital, que hoy combinan la calidad de recepción de imágenes por satélite con la interactividad telefónica gracias al uso del par de cobre. En esta ocasión, la convergencia de tecnologías permitirá la ocupación del mercado a un ritmo infinitamente superior que el que se obtendría si se tratara de hacer mediante la mejora o sustitución de las redes de cable.

Según Juan Luis Cebrián*, la diseminación a través del orbe de millones de antenas parabólicas de pequeño tamaño supone una revolución añadida a la provocada por las muchas novedades técnicas que el mundo digital nos ha deparado en la última década. Los operadores de televisión se convertirán en nuevos "porteros" de acceso a las redes, en competencia probablemente victoriosa con organizaciones como American On Line, que necesitarán de aliados en el mundo audiovisual para subsistir. En este sentido, es de resaltar que en enero de 1998, Canal +, Bertelsmann, American On Line y la compañía de teléfonos privada Cegetel firmaron un acuerdo para convertirse en distribuidores de Internet en Francia. La oferta de contenidos con la que se atraerán inicialmente a sus usuarios contará, desde el principio, con la espectacularidad de las películas de Hollywood y la pasión de las retransmisiones deportivas en directo. La mayor sencillez de las interfaces introduciría en el empleo de las nuevas técnicas a una población adulta, remisa a enfrentarse con los trucos de la cibercultura.

El 1 de noviembre de 1998 se presentó el primer sistema con cobertura mundial de telefonía móvil: la red Iridium. Este ambicioso proyecto, iniciado hace 11 años, con una inversión que supera los 750.000 millones de pesetas, pone de relieve la progresión de las comunicaciones sin hilos. La red Iridium establece una red de comunicaciones telefónicas inalámbricas, apoyadas por una impresionante constelación de 66 satélites distribuidos en seis planos u órbitas. Se trata de órbitas bajas: a 780 Km de altura. Junto a esos 66, media docena más se encuentran en órbita, libres de cometido específico, pero preparados para formar parte de la constelación si fuera preciso. Los satélites operan coordinados en su viaje a 30.000 Km por hora, y cada uno puede comunicarse con las cuatro unidades más cercanas. Las instalaciones de control de la red, situadas en Estados Unidos e Italia, analizan continuamente el funcionamiento del sistema mediante las estaciones de control y telemetría localizadas en Canadá, Hawái, e Islandia. Once de

* Juan Luis Cebrián: *La red. Cómo cambiarán nuestras vidas los nuevos medios de comunicación*, Taurus, 1998.

las 12 estaciones terrestres, conectadas a las redes públicas, terrestres, ya operan las 24 horas del día. Los primeros teléfonos, de un peso de medio kilo disponen de un puerto de entrada para la conexión a ordenadores con una velocidad de transmisión de 2,4 kilobits (Kb) por segundo.

Profesionales que viajan por todo el mundo, periodistas, equipos de rescate, trabajadores de campos petrolíferos y de gas, navegantes y aventureros serán los principales clientes del servicio. Equipados con un teléfono (Motorola y Kyocera sacan al mercado los primeros modelos) que saldrán por unas 450.000 pesetas, podrán transmitir voz, datos y fax en cualquier red celular del planeta con el mismo número. También desde los casquetes polares, la selva amazónica o el Himalaya. Las unidades de interconexión facilitarán los enlaces con los sistemas GSM (europeo y asiático) e IS-41 (empleado con variantes en Estados Unidos, Rusia y África).

Los responsables del servicio estiman en 42 millones los usuarios potenciales de comunicaciones por satélite para el 2002. La competencia (Teledesic, aunque esta no está destinada a los móviles sino a las terminales fijas y Globalstar) todavía tardará unos años en estar disponible. Para 1998 se preveía comercializar 170.000 teléfonos y 65.000 buscapersonas, pero debido a un retraso técnico relacionado con la instalación del software de control de los satélites, Iridium se conformará con 100.000 contratos. En Europa se espera alcanzar el medio millón de abonados en un plazo de cinco años. Hasta la fecha, Iridium está autorizada a operar en 100 países y espera incrementar la disponibilidad del servicio a 150 antes de fin de año. De momento, España es uno de los que no ha aprobado la licencia, aunque parece inminente. Mientras tanto, Telefónica y Airtel han firmado acuerdos de itinerancia, que permitirán a sus usuarios emplear la red de satélites, aunque falta todavía negociar la comercialización de los servicios. Iridium será una buena solución para todos aquellos que, por razones profesionales o personales, deseen seguir conectados por el aire en localizaciones remotas. La flota pesquera, algunas asociaciones de navegantes y el Instituto Cartográfico de Cataluña ya han mostrado su interés.

3) Conclusiones

Afirmaba el director del Media Lab, Nicholas Negroponte, que lo que tradicionalmente había venido por el aire (la Televisión), en el futuro vendrá por el cable, mientras que lo que se había basado tradicionalmente en el cable (el teléfono), en los próximos años vendrá fundamentalmente por el aire. En realidad, la sugerencia Negroponte, probablemente no pase de ser una brillante metáfora. Cables y satélites, teléfonos y televisores son tecnologías complementarias y no competitivas entre sí; están adquiriendo una enorme versatilidad y sus terminales acabarán por adoptar gran variedad de aspectos, según sean portátiles o estables, y se dediquen a uno u otro propósito. De hecho, cada día es mayor el empleo de Internet en la telefonía básica, debido a las tarifas planas, y aun gratuitas, de que disfrutaban las llamadas locales en algunos lugares.

Aparte del precio, en el futuro las únicas diferencias sensibles con las que podremos enfrentarnos a la hora de elegir serán el ancho de banda a la que estemos conectados, que limitará la cantidad y rapidez de información de la que podremos disponer, y la capacidad de memoria de cada terminal, que proporcionará más o menos versatilidad a las posibilidades de proceso de esa información. El diseño de los

terminales, pasada la euforia de los primeros descubrimientos, estará más relacionado con el comportamiento y formas de conducta del usuario que con las necesidades o prestaciones tecnológicas. Como ya hemos comentado los progresos de la telefonía inalámbrica y móvil, susceptible ya de ser utilizada en la transmisión de datos, y los esfuerzos de los nuevos operadores telefónicos que tratan de ocupar el mercado del "bucle de abonado" (la conexión última a cada hogar), controlado hasta ahora por los antiguos monopolios, han llevado a realizar algunas experiencias de Internet vía satélite, con terminales de escasa capacidad bidireccional. Estos ensayos demuestran las posibilidades de escapar, en el corto plazo, a las cuantiosas inversiones que implican los tendidos masivos de fibra óptica.

La extensión e interconexión de las redes facilitará enormemente la tarea. Ya no es necesario contar con una infraestructura poderosa para acceder a la mayoría de los bancos de datos mundiales, y el coste de los servidores- almacenadores y distribuidores de la información- se ha reducido considerablemente. Eso permite que sus clientes no sean hoy sólo los investigadores o especialistas, sino que el gran público también acceda con facilidad y frecuencia a ellos. La nueva arquitectura de las redes- basada en la conexión entre el usuario y los servidores- facilita que millones de personas puedan consultar casi a la vez el mismo servicio electrónico de información y obtener respuesta con relativa rapidez.

La popularidad creciente de Internet ha hecho que la mirada de la industria se haya posado en las necesidades domésticas y en las apetencias del consumidor. Sin embargo, es probable *que a corto plazo* sea el mundo de los negocios y el de la empresa los que demanden enseguida más cantidad de información, con sus requisitos de globalidad, confidencialidad, rapidez y seguridad. Es dudoso que en los próximos cinco años los particulares estén dispuestos a soportar durante mucho tiempo el costo de la transformación de las actuales infraestructuras, o la modificación de las existentes, a fin de acceder a aplicaciones de dudosa utilidad o beneficio para ellos. Podemos suponer, por ejemplo, que la videoconferencia se irá popularizando en muchos centros de trabajo, mientras que el entusiasmo por el videoteléfono no termina de hacerse evidente, pese a que hace ya más de treinta años que un modelo del mismo, con tecnología analógica, se puso a la venta en los escaparates.

Tal y como plantea un artículo publicado en McKinsey Quaterly * la mejora en la velocidad y en la capacidad de las comunicaciones va dar lugar a un fuerte impacto en las interacciones económicas que constituyen una parte significativa de lo que las empresas, los individuos y los gobiernos hacen. Una gestión como la de encontrar un piso barato en una determinada zona o la de comparar entre diversas opciones financiera puede requerir menos de un minuto usando Internet y software de búsqueda especializada y disponible en el mercado. Como consecuencia, las tecnologías de la información aumentarán por fin la productividad.

También tendrá un fuerte impacto en la forma de hacer negocios, ya que las telecomunicaciones mejoran las posibilidades de llevar a término tus deseos. Gracias a ellas puedes verificar una y otra vez si lo que has pedido que pasara realmente ha ocurrido. De forma que la gente empezará a asumir que las cosas funcionan de forma cada vez más fiable, lo que mejorará el nivel de confianza de la sociedad. Tanto las empresas como los

* Patrick Butler, Ted W. Hall y Anupam Sahay: *A Revolution in Interaction*, McKinsey Quaterly, No 1, 1997.

gobiernos o los individuos podrán subcontratar muchas más actividades pues la verificación de la calidad y de la rapidez de entrega será más fácil y cómoda, lo que crea numerosas oportunidades para las firmas especializadas.

El sector de las telecomunicaciones, como hemos visto antes, será profundamente alterado. Los servicios que viajarán por las redes serán mucho más flexibles y variados que ahora. Algunos requerirán la transmisión, no sólo de una conversación sino también de imágenes sobre las que los conferenciantes quieren comentar. Dos innovaciones acaban de aparecer en el mercado que mejorarán las perspectivas de este tipo de servicio. La primera es el lanzamiento a principios de 1997 de los denominados "números gratuitos globales". Estos números permiten a las empresas disponer de un número de teléfono al que cualquier persona de cualquier país puede llamar gratis para pedir información de un producto, ordenarlo, o lo que desee. La segunda son tecnologías desarrolladas por MCI y por Lucent que permiten a un cliente conectarse a un operador en una centralita al pinchar en una página Web. En pocos años estas innovaciones van a ser utilizadas para proporcionar servicios tan variados como la compra internacional por catálogo o el asesoramiento médico especializado. Como resultado de todas estas tendencias, y tal y como hemos visto, *el comercio electrónico y la telebanca van a experimentar un fuerte crecimiento en Europa y en Estados Unidos en los próximos años.*

A medio plazo, los consumidores individuales proporcionarán otro fuerte impulso al crecimiento y la mejora de la red. Tal y como hemos comentado antes, los estudios sobre las interfaces del usuario están, por su parte, orientados a devolver la inteligencia a la red, lo cual es el proceso contrario al ideado por Bill Gates cuando decidió depositarla en la terminal del ordenador personal. Sun Microsystems, creadora de la tecnología Java, ha avanzado notablemente en las investigaciones al respecto.

Esto hace que los requisitos exigidos al cliente sean, como consecuencia, muy bajos, tanto en coste como en capacidades tecnológicas, pues la mayor parte de la funcionalidad de las aplicaciones reside en el servidor. Eso permitirá que la terminal no sea una computadora convencional, sino un equipo que no tiene por qué poseer mucha memoria electrónica, pues se supone que las prestaciones que le van a exigir serán limitadas. De esta manera, el programa se puede instalar en los chips de los teléfonos móviles, en los cajeros electrónicos o en los televisores y decodificadores digitales. A través de cualquiera de esas terminales se podrá consultar sin esfuerzo el correo electrónico, recibir y emitir mensajería, tener acceso a la Web y utilizar el procesador de textos. Como ya hemos comentado, los primeros aparatos de este tipo han empezado a salir al mercado en los últimos meses de 1999, y se difundirán de forma masiva en los primeros años del próximo siglo dando lugar a más demanda de líneas telefónicas, con ancho de banda suficiente, que soporten más aplicaciones multimedia.

Una vez mejorada, podemos suponer que la red se parecerá a una feria de pueblo donde se compra y se venda multitud de bienes y servicios informáticos. Al igual que en los mercados tradicionales, no todas las transacciones serán monetarias. Algunas personas publicarán manuscritos gratuitos, otras se trabarán en debates, y otras colaborarán de formas emprendedoras y originales. Una red suficientemente sofisticada debería ayudarnos a medio plazo en varias formas:- Debería descargarnos de las tareas fastidiosas, aburridas y repetitivas relacionadas con el procesamiento y comunicación de información. - Ofrecernos más libertad, más flexibilidad, más alternativas a elegir y una mejor comprensión del mundo que nos rodea.- Contribuir a mejorar las formas de hacer que

tenemos ahora, sea acelerando los procesos existentes o afinando su calidad. - Abrir puertas que conduzcan a posibilidades inexploradas. Los vecindarios en que jugamos y las personas con las que hacemos negocios no tendrán ya que ser las más cercanas, sino las que nosotros elijamos. Por otro lado, las comunicaciones humanas se democratizarán. Prácticamente todo el mundo podrá exponer sus ideas, preocupaciones y demandas ante todos los demás.

Es cierto que la revolución tecnológica no llega a todos por igual, y que en Estados Unidos todavía existen cerca de seis millones de personas sin teléfono, con lo que el concepto de "servicio universal", aireado de continuo por gobiernos y compañías de telecomunicaciones, dista mucho de ser una realidad para constituir, en cambio, un formidable señuelo político y empresarial.

De todas formas, hace veinte años era preciso en muchos países industrializados hacer cola para obtener un teléfono, pocas familias se podían permitir tener más de un televisor en el hogar y las calculadoras de bolsillos se os importaban casi de contrabando, como bienes preciados y misteriosos. Es, en cambio, previsible que, dentro de unos años, el uso de las computadoras se haya generalizado entre la población adulta de los países industrializados, y que ni uno solo de los ciudadanos con incidencia en la toma de decisiones posea raíces culturales que no entronque directamente con lo que ya será la tradición cibernética.

El resultado, en una década, será que un ciudadano activo de cualquier país desarrollado se encontrará ligado a ese universo a través de un cable o de una antena parabólica- o un terminal inalámbrico cercano a un repetidor. Gracias a esas ataduras podrá sentirse miembro de una comunidad ampliada y muchas veces virtual, con límites geográficos difusos o inexistentes, jerarquías sociales por establecer y normas por estatuir.

Un reciente estudio realizado por el Proyecto de la Infraestructura de la Información de Harvard* pone de relieve cómo nuestra percepción del espacio geográfico ha sido transformada por la revolución de la información, de la misma forma que en su momento lo hicieron el ferrocarril o el avión. La transformación actual proporciona a los individuos acceso instantáneo e inmediato a otros individuos, sin importar el lugar en el que estén, y permite a cada uno publicar su información al resto del mundo. Es previsible que la gente pertenezca cada vez más a grupos de interés (medio ambiente, profesionales, de auto ayuda) que se unen de forma electrónica y no geográfica. En definitiva, las implicaciones de la revolución de las tecnologías de la información son enormes tanto en la forma de trabajar como en la de vivir.

* Brian Kahin y Charles Nesson: *Borders in Cyberspace*. Harvard University Press, 1997.

Capítulo 2 La Innovación Tecnología, Productividad y Crecimiento

1) Introducción:

Las *innovaciones* son nuevas cosas aplicadas en el negocio de producir, distribuir o consumir productos o servicios. Pueden adoptar distintas formas, tales como nuevos procedimientos de gestión, nuevos servicios financieros, o nuevas instalaciones de distribución. En realidad, las sociedades modernas están continuamente cambiando. Este capítulo se centra en las innovaciones en tecnología. Las *innovaciones tecnológicas* se definen como nuevos productos, (innovaciones de producto) y nuevas máquinas o equipos, (innovaciones de proceso) o mejora de los productos o de los procesos existentes, que han sido lograda gracias a algún cambio tecnológico conseguido por el innovador, que luego es explotado comercialmente.

Todos nos enfrentamos a nuevos productos. Por ejemplo, en el mercado de los ordenadores personales, nuevos PCs llegan cada año. Normalmente el cambio más importante en relación al anterior es la capacidad de la memoria del chip y la velocidad con la que funciona. Pero puede haber otras renovaciones tales como el monitor. La mayoría de nosotros no percibe a los nuevos procesos, pero son igualmente importantes desde el punto de vista económico. Pueden aparecer nuevas máquinas con las que hacer PCs más baratos o con mejor calidad.

El innovador puede ser una persona o una organización. El cambio tecnológico que él aporta es básicamente nuevo conocimiento. Por definición una innovación de proceso es usada y creada en el interior de la empresa o de la organización por el innovador. Un ejemplo es la mejora tecnológica realizada por una empresa con sus propias máquinas en la planta de fabricación.

Las innovaciones de productos son por definición productos nuevos o mejorados que aunque son logrados por el innovador, son usados por otros, normalmente los clientes de estos productos nuevos o mejorados. Las innovaciones difieren en relación a la naturaleza y el alcance del cambio tecnológico que implican. El grado de novedad del producto o proceso depende del alcance del cambio tecnológico logrado por el innovador. En muchas ocasiones las innovaciones consisten en una combinación de nuevos elementos creados por el innovador y viejos elementos que ya han sido aplicados por otros. Un ejemplo de esto último puede ser la utilización de un circuito integrado en un nuevo producto.

Una innovación tecnológica puede ser más o menos compleja. La complejidad de un producto a menudo se relaciona con el número de sus componentes y con las interrelaciones entre estos componentes. Según Mansfield*, la mejora de un producto existente va a implicar un grado considerable de novedad en el caso en el que el producto original era ya complejo, pues si hay una fuerte interdependencia, un cambio en una parte exige el rediseño de las otras.

La distinción entre *innovaciones radicales e innovaciones incrementales* también se puede basar en el grado de novedad. Una innovación incremental intenta

* Mansfield, E. *The Economics of Technological Change*, London, Longmans, 1968

conseguir una mejora en una o en un número limitado de partes. Una innovación radical intenta en cambio un diseño completamente nuevo del producto. Se deben diseñar nuevas piezas y la relación entre ellas también puede ser nueva.

Las *invenciones* son logros tecnológicos que todavía no han sido explotados. A menudo incluyen una parte importante de la novedad tecnológica que subyace a los nuevos productos o procesos, pero en ocasiones dan lugar a avances tecnológicos que no dan lugar a ningún éxito comercial. En este trabajo se asume que todas las innovaciones implican una invención del innovador y de esta forma, que la invención es la que determina el grado de novedad de la innovación. Sin embargo, esto no supone que todas las invenciones terminan incorporándose a innovaciones. Podemos aclarar esto utilizando un símil gráfico: las innovaciones podrían incluirse en la superficie de un círculo que estuviese incluido en un círculo mayor cuya superficie contendría a las invenciones.

Por lo general los economistas han puesto el énfasis en las innovaciones y no en las invenciones. Schumpeter, uno de los primeros economistas en reconocer la importancia del papel del cambio tecnológico en la economía, entiende que lo que es crucial para la economía es el papel del innovador y no tanto el del inventor. El innovador aplica "*neue Kombinationen*" que en muchas ocasiones pueden estar basadas en una invención que ya existía antes en otro sector económico. La diferencia entre el innovador y el inventor es planteada por Schumpeter* de la siguiente forma:

"El liderazgo económico debe ser distinguido de la invención. En tanto en cuanto no sean llevadas a la práctica, las invenciones son comercialmente irrelevantes. Llevar una mejora a la práctica es una tarea totalmente distinta de su invención; una tarea que requiere además un tipo totalmente distinto de actitudes. Aunque los emprendedores pueden también ser inventores, como podrían ser capitalistas, son inventores no por la naturaleza de sus funciones sin por las circunstancias. Además, las innovaciones, que es lo que debe conseguir el emprendedor, no tiene porque ser una invención."

La descripción de Jewkes et al**, pone el énfasis en algunos otros aspectos de la diferencia ente invención e innovación:

"Una, (la invención), es un inicio, sin la cual la otra, (la innovación), no tiene posibilidades; es por su propia naturaleza imprevisible; nace de la preocupación técnica y de su combinación con el sentido de artesanía que es propia de la mayor parte de las invenciones. La otra va a estar informada en cada paso por el cálculo económico, siendo cada paso sucesivo más deliberado y específicamente diseñado a ese definido fin".

El *proceso de innovación* es la actividad o el conjunto de actividades que da lugar a una innovación singular o a un conjunto de innovaciones interdependientes. Un proyecto de innovación puede verse como un conjunto de actividades que persiguen conseguir una sola innovación. Como cada innovación contiene una o más invenciones, se puede ver al proceso de innovación como una mezcla de dos tipos bastante distintos

* Schumpeter, J.A. *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmergeinn, Kapital, Kredit, Zins und dem Konjunkturzyklus*, Munich, Dunker & Humblot, 1952.

** Jewkes, J. D. Sawyer and R. Stillerman, *The Sources of Invention*, London, Macmillan, 1969.

de actividad. Las grandes empresas por lo general emprenden muchos proyectos de innovación de forma simultánea.

Por el momento vamos a definir a la *Investigación y Desarrollo (I-D)* como el conjunto de actividades relacionadas que se inician para crear innovaciones tecnológicas. En la actualidad muchas empresas tienen un departamento de I+D en donde se concentran estas actividades de innovación. Ya hemos visto que hay una diferencia entre invención e innovación. De esta forma, puede haber actores que desempeñen el papel de inventores y otros que desempeñen el de innovadores. En la práctica la invención y la innovación no son actividades homogéneas.

Se necesitan distintos tipos de actividad para inventar o innovar y la mayoría de estas actividades necesita coordinación. De esta forma, se dan distintos tipos de actividad innovadora. Por lo general los distintos tipos de actividad innovadora no son desempeñados por un único departamento de una empresa innovadora. Además, algunas de las actividades se dan fuera de la empresa. Por el momento asumimos que todas las actividades innovadoras son realizadas por el departamento de I+D de la empresa, y nos concentramos en las diferencias entre las actividades de I+D, "investigación básica", "investigación aplicada" y "desarrollo".

La Investigación Básica, es la actividad que persigue el progreso del conocimiento sin aplicación directa en nuevos productos o procesos. Incluye a la mayoría de los proyectos de investigación científica o de tecnología genérica. En los dos casos el resultado de esta actividad es nuevo conocimiento. Hay una diferencia entre los dos. La mayor parte de la investigación científica no intenta conseguir crear conocimiento con el cual hacer nuevos productos y procesos, y en la mayoría de los casos es realizada por universidades e institutos públicos de investigación.

La investigación genérica se dirige a la creación de una nueva base tecnológica con la que se pueden conseguir muchas innovaciones tecnológicas. Cuando las empresas privadas inician la investigación básica, por lo general lo que quieren crear es tecnología genérica. De esta forma, hay una diferencia entre la ciencia y la tecnología. Según Polanyi*, los propósitos, métodos y resultados de la ciencia pura y de la tecnología difieren. La ciencia pura se dirige hacia la comprensión mientras, que la tecnología se dirige al uso. Para subrayar esta diferencia a menudo se habla de descubrimientos científicos para indicar conocimiento nuevo en la ciencia, y las invenciones para describir nuevo conocimiento relacionado con la nueva tecnología. En este último caso el nuevo conocimiento se puede ver como incorporado a una invención.

El *conocimiento aplicado* persigue en cambio crear una nueva tecnología con el objetivo de aplicarla en nuevos productos o procesos. Es la actividad que, aunque se base a menudo en principios científicos, intenta conseguir la explotación comercial de las invenciones que como tales son el resultado de este tipo de investigación.

Desarrollo es el término usado para describir las actividades iniciadas para comercializar una invención tecnológica. Se puede afirmar que la investigación aplicada da como resultado "prototipos" de nuevos productos o procesos, mientras que el desarrollo es la actividad que se realiza en el interior de los departamentos de I+D para refinar o probar el prototipo antes de que se realice la comercialización. Un ejemplo de

* Polanyi, *Knowing and Being: Essays*, London, Routledge & K. Paul, 1969.

refinamiento es la sustitución de un material por otro en un prototipo. Este material no altera las funciones que el prototipo puede realizar, pero cambia su duración o hace que se adapte con mayor facilidad a las condiciones en las que debe ser usado por los consumidores.

No todos los proyectos de I+D tienen la misma cantidad de investigación básica, aplicada, y desarrollo. En general se puede afirmar que contra mayor sea el tipo de cambio tecnológico que se persiga en un proyecto de innovación, mayor será la cantidad de investigación básica implicada. Según Roussel^{*} et al. el I+D incremental contiene muy poca investigación y mucho desarrollo. El objetivo son pequeños avances en la tecnología, basados en una inteligente aplicación de conocimiento actual en ciencia e ingeniería. Un ejemplo típico de I+D incremental es el trabajo que se realiza para reducir los costes de fabricación. La mayoría de los procesos de fabricación pueden ser mejorados mediante una serie de avances pequeños pero importantes: la conservación de energía, los procesos de control guiados por ordenador, la mejora en los metales para reducir los costes de mantenimiento.

El I+D *radical*, contiene una gran cantidad tanto de investigación como de desarrollo. Los fundamentos del conocimiento científico actual son insuficientes para llegar al resultado práctico deseado. El trabajo se realiza para descubrir nuevo conocimiento con el objetivo explícito de aplicar ese conocimiento a un propósito útil.

El I+D *fundamental* contiene tan sólo investigación, y es un esfuerzo de la ciencia y de la tecnología hacia lo desconocido.

Se podría afirmar que el I+D fundamental es bastante distinto de la actividad de desarrollo e incluso más distinto aún de cualquiera de las muchas otras actividades que se realizan en el interior de una empresa. A lo largo del siglo pasado la mayoría de las actividades que ocurren en el interior de una empresa han sido planeadas y medidas. Sin embargo, contra más investigación hay en el interior de una innovación, más difícil se vuelve encajar esta actividad dentro del control lógico de una gran empresa. Roussel et al. (1991), describen la situación tal y como se desarrollaba hasta los 70 y 80 de la siguiente forma:

“Los ejecutivos occidentales han sido indocinados en el concepto de gestión basada en la medición. Las mediciones de la actividad, (por ejemplo, ventas o unidades producidas), sirven como sustitutivos de la medición de la productividad. La contabilidad de costes y los sistemas de control se han extendido a prácticamente cualquier punto de la empresa. Sin embargo, la función de investigación y desarrollo se ha caracterizado por resistir esta presión por los resultados medibles a corto plazo, pues los resultados no pueden ser cuantificados la mayoría de las veces”

Un concepto básico en económicas que no está inmediatamente relacionado con la creación de una innovación es la *imitación*. La imitación es la actividad que intenta conseguir una replica directa de una innovación existente, o a la creación de un producto o un proceso nuevo. Estos últimos casos se basan en lo que el imitador sabe sobre la innovación y persigue una aplicación comercial en el campo en donde se usa la innovación original. En ocasiones el imitador es un competidor en el mercado de una

^{*} Roussel, Ph.A. K.N. Saad y R.J. Erickson. *Third Generation R&D: Managing the Link to Corporate Strategy*. Boston. Harvard Business School Press, 1991.

empresa innovadora. En otras palabras, la imitación es sobre el uso por otros de conocimiento creado por el innovador. Contra más imitación haya menores serán los beneficios para el innovador. Se puede afirmar que la imitación está relacionada con los efectos económicos de la innovación.

Lo mismo se puede afirmar en relación al concepto de *difusión*. La difusión de una innovación es el uso extendido de la innovación original en la economía. El innovador puede perseguir de forma consciente la difusión, como en el caso de un nuevo producto que él vende en el mercado, pero también puede ser involuntaria, como en el caso de una nueva máquina que es imitada por muchas otras empresas. Contra más se usa la innovación en la economía por personas que no son el innovador, mayor es la difusión.

2) Principales actores y actividades en la práctica.

Una vez que ya conocemos el vocabulario básico, podemos ver que individuos, empresas privadas, organizaciones gubernamentales y otras instituciones están realizando I+D, y como difieren estas actividades.

2.1) Actores:

Muchas innovaciones son el resultado de individuos o de pequeños equipos. Pueden estar trabajando por su cuenta, en empresas pequeñas, o en grandes empresas. Jewkes et al. (1969), han enunciado diez descripciones de casos que son ejemplos de las distintas fuentes de innovación/inención.

“Float Glass and Semi-Synthetic Penicilin son ejemplos de invenciones y de desarrollos con éxito en empresas de considerable tamaño. Los ordenadores, los airbags y el motor Wankel son casos en donde inventores independientes realizaron importantes avances en las primeras etapas y en donde las empresas grandes y las pequeñas realizaron contribuciones a su desarrollo posterior. Con la fabricación del acero por medio de oxígeno y con “Chlordane”, se puede atribuir el descubrimiento y el desarrollo a pequeñas empresas. En los casos del tratamiento para la enfermedad “Rhesus Haemolytic” y en el de la bicicleta Moulton, los resultados fueron fundamentalmente el logro de trabajadores independientes”.

En la actualidad, la mayoría de las innovaciones son creadas por compañías privadas. Aunque en un considerable número de innovaciones los individuos siguen desempeñando un papel crucial, el trabajo en equipo tiende a ser cada vez más importante. Los individuos que trabajan fuera de las empresas vienen a menudo con nuevos descubrimientos tecnológicos, (invenciones). Sin embargo, es raro verlos desarrollar su prototipo a la producción comercial. De esta forma se les llama inventores individuales, no innovadores individuales. Las empresas pequeñas son también fundamentalmente inventores y no innovadores, con la excepción de las denominadas empresas basadas en la ciencia. La razón que explica el hecho de que la innovación por individuos y empresas pequeñas son excepciones tiene que ver con el alto coste de desarrollo.

Jewkes et al. (1969), llevaron a cabo un estudio importante y bien conocido sobre las fuentes de 70 innovaciones importantes en el siglo 20. De los 70 casos más de

la mitad, (38), pueden ser catalogados como invenciones individuales, realizadas por una sola persona o por un equipo de investigadores que eran independientes de empresas privadas; 24 de las invenciones encuentran su origen en laboratorios de investigación de empresas grandes y pequeñas de fabricación, el resto son difícil de clasificar. En algunos sectores, sin embargo, en donde los laboratorios de investigación industrial grandes son bastante frecuentes, la importancia de los inventores individuales parece haber bajado.

Jewkes et al. afirman con razón que no es obvio lo que uno quiere afirmar con la expresión inventor individual:

“En un cierto sentido todo inventor es un inventor individual y toda invención es una invención individual: como todas las mentes humanas funcionan de forma independiente, una nueva idea debe nacer en un cerebro. El adjetivo individual debe por tanto aplicarse a las condiciones bajo las cuales el inventor realiza su trabajo: si trabaja por su cuenta o si trabaja como empleado bajo contrato para algún individuo o institución; si es libre para hacer lo que desee o si está bajo acuerdo para pensar y trabajar dentro de una serie de líneas prefijadas; si trabaja en un equipo pequeño o en uno grande; si, dentro del equipo, él es uno de varios individuos bajo el control de otros o si es el jefe del grupo el cual sigue sus instrucciones”.

Jewkes et al también llegan a la conclusión de que aunque la investigación en las empresas privadas, (estimulando de forma sistemática el flujo de invenciones por parte de individuos), ha estado aumentando, *no sustituye completamente* a los esfuerzos de individuos independientes por tres razones:

Desde 1900 a 1960 el I+D de las grandes empresas no ha sido responsable de la mayor parte de las invenciones importantes.

Estas empresas continúan dependiendo fuertemente de fuentes exteriores de pensamiento original.

Las grandes empresas pueden a su vez ser centros de resistencia al cambio.

Los estudios más recientes , (Macdonal^{*}, 1986; Sirilli^{**}, 1987, Amesse^{***} et al, 1991) apoyan las conclusiones generales de Jewkes et al: la cuota de inventores individuales en invenciones patentadas está cayendo y una minoría de ellos en realidad son innovadores que llevan a la invención a través de todas las etapas necesarias para sacar partido comercial de la invención.

La actividad de desarrollo es totalmente distinta de la de investigación. La importancia de individuos independientes es menor en esta fase del proceso de innovación y parece haber descendido en este siglo. Según Jewkes, 10 de las 70 invenciones más importantes han sido desarrolladas sin incurrir en excesivos costes por individuos en empresas pequeñas.

^{*} Macdonald, S. *The distinctive research of the individual inventor*, Research Policy, 15, 1986.

^{**} Sirilli, G. *Patents and inventors: An empirical study*, Research Policy, 1987.

^{***} Amesse, F. C. Denranleau, H. Etemad, Y. Fortier, and L. Seguin-Dulude, *The individual inventor and the role of entrepreneurship. A survey of the Canadian experience*, Research Policy, 1991.

La mayor parte de las actividades innovadoras realizadas por individuos y empresas privadas son desarrollo en investigación aplicada, o actividades no clasificadas oficialmente como I+D, tales como diseño e ingeniería. Las universidades y los institutos de investigación, tanto públicos como privados, aunque están sobre todo preocupados con la investigación básica y aplicada, y no con el desarrollo, a menudo dan lugar a invenciones, y ocasionalmente también a innovaciones. El papel de las instituciones públicas y privadas es mucho mayor de lo que sugiere el número de innovaciones que realizan. Más adelante veremos que el conocimiento creado por este tipo de instituciones puede ser una fuente importante de información en el proceso de innovación de las empresas privadas.

Una vez enunciado un esbozo de las personas y de las organizaciones que están creando innovaciones, miramos con mayor atención al proceso de innovación, al tamaño y a la naturaleza de las actividades que son realizadas para crear innovaciones.

2.2) Las actividades:

En la actualidad la mayor parte de las actividades innovadoras se registran como I+D, y aunque los inventores individuales todavía juegan un papel importante para algunos tipos de innovación, en términos del dinero gastado ya no son importantes. Esto tiene que ver con el hecho de que la mayor parte del gasto en I+D se dedica al "desarrollo" y los inventores individuales carecen de los recursos para realizar esta actividad. Además, los costes de desarrollo han estado creciendo los últimos cien años. Por supuesto, como se ha comentado antes, los individuos pueden desempeñar un papel importante en el I+D realizado en el interior de las empresas.

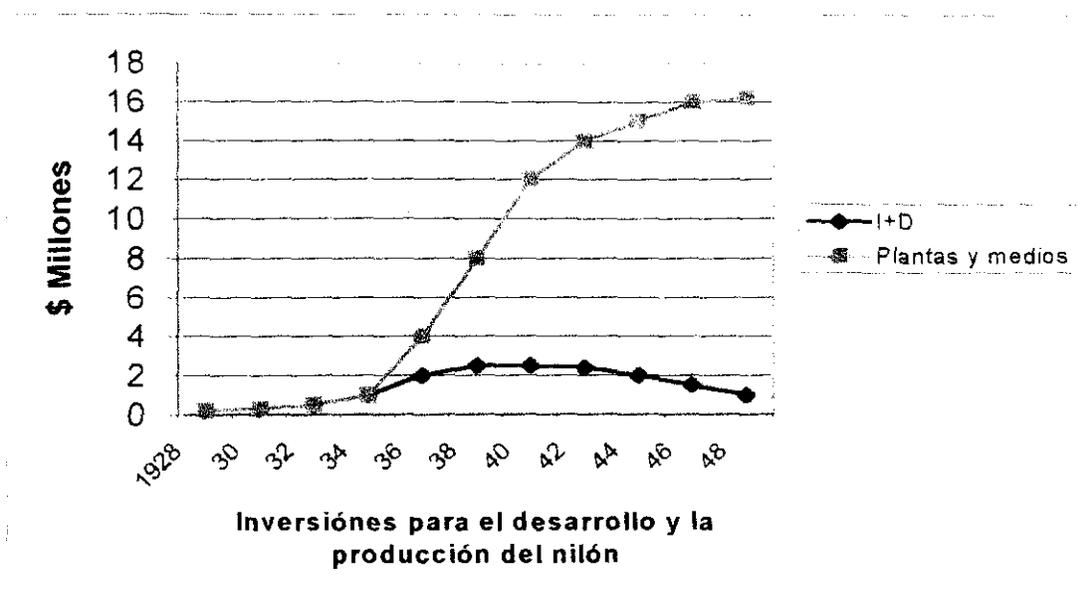
A finales del siglo XIX algunas grandes empresas establecieron laboratorios, y durante el siglo actual el número de laboratorios creció fuertemente. En la actualidad la mayoría de las grandes empresas realizan actividades de innovación en los departamentos de I+D; puede haber un laboratorio central, pero también varios departamentos de I+D. Como veremos más tarde, muchas empresas pequeñas no tienen todavía un departamento de I+D.

Algunos autores han descrito este desplazamiento de las actividades de innovación desde los individuos a las empresas en términos de la profesionalización del I+D. En realidad, la innovación y las actividades inventivas de individuos que trabajan de forma individual no son registradas, siendo el registro oficial de la actividad de I+D en las empresas más grandes la que forman la base de muchos análisis económicos de innovación. Freeman⁷ asocia la profesionalización del I+D industrial con tres cambios principales que han tenido lugar:

- El carácter cada vez más científico de la tecnología
- La creciente complejidad de esta tecnología
- La tendencia general hacia la división del trabajo.

⁷ Freeman, Ch. *The Economics of Industrial Innovation*, London, Francis Pinter, 1982.

Esto ha llevado a un declive relativo de la actividad pública de I+D, (incluyendo a la investigación científica), y a un fuerte crecimiento del I+D realizado por empresas privadas. También hace más importantes las relaciones entre empresas privadas, unidades de I+D y unidades de investigación pública.



La mayor parte del gasto en I+D en las empresas privadas se dedica a investigación aplicada y desarrollo. Sin embargo, dividir a la I+D en investigación básica, aplicada y actividad de desarrollo es difícil, en parte debido a la falta de información, pero también porque las fronteras son difíciles de definir con precisión. La mayoría de las empresas que gastan dinero en I+D están realizando actividades de desarrollo, unas pocas se dedican a la investigación aplicada, y sólo una minoría se implica en investigación básica.

El siguiente gráfico describe las inversiones anuales de Du Pont en investigación básica, aplicada y en desarrollo durante el período 1928-48. El gasto en investigación básica se realizó de 1928 a 1930. La investigación aplicada es el gasto comprendido entre 1930 y 1934. Las sumas invertidas en desarrollo comprenden los años entre 1934 y 1938. La producción comercial y el desarrollo continuado son las sumas gastadas entre 1938 y 1948. Parece claro que el gasto en desarrollo es considerablemente mayor que el gasto en investigación. Hay otros dos aspectos revelados por estas curvas. En primer lugar, el desarrollo continúa aún después de que el nilón ha sido introducido en el mercado a escala comercial. En segundo lugar, las inversiones en plantas y medios son mayores que el total del gasto en I+D.

Además de la investigación básica y aplicada y el desarrollo, algunos autores han propuesto una cuarta categoría de actividad innovadora: *el servicio técnico*. Ramsey nos da la siguiente descripción:

“El *servicio técnico* incluye a la investigación que se usa casi exclusivamente para apoyar los esfuerzos de ventas actuales. Un ejemplo de investigación en servicio

⁷ Ramsey, J.E., *Research and Development Project Selection Criteria*, Ann Arbor, UMI Research Press, 1986.

técnico es la modificación de un producto actual por el nuevo cliente. La investigación del servicio técnico normalmente se localiza en el interior del departamento operativo, en vez de en el departamento de I+D”.

Aquí tenemos un ejemplo de mejoras de producto realizadas fuera del departamento de I+D y sin ninguna actividad incluida en la definición de I+D. De la misma forma las mejoras de proceso pueden proceder del departamento de ingeniería. De esta forma, aunque las mejoras de producto y de proceso pueden ser denominados innovaciones incrementales, están en parte realizadas por personas que no realizan I+D.

La pauta de gasto de I+D en el caso del nilón no es atípica del proceso de innovación en general. Como veremos más adelante en otros apartados, se puede asumir que la mayor parte del desarrollo y una gran parte de la investigación aplicada son realizadas por empresas privadas.

Mientras que el resultado de *la investigación básica* es en la mayoría de los casos conocimiento tecnológico que es usado en algún lugar y en algún momento en la investigación aplicada y en el desarrollo para crear innovaciones, el resultado de la mayor parte de la investigación aplicada y todo el desarrollo son nuevos productos y procesos. No todo tipo de empresas crean innovaciones en la misma cantidad. El tamaño de la empresa, y el del sector de la economía en la que esta opera, pueden ser importantes.

La siguiente tabla muestra cifras sobre el porcentaje de empresas que invierten en I+D según su tamaño. Es importante subrayar aquí dos aspectos. En primer lugar, más empresas gastan dinero en I+D en grupos de mayor tamaño que en los grupos de menor. En segundo lugar, es posible que las empresas pequeñas que realizan I+D gasten relativamente más que las grandes empresas.

| Tamaño | | Holanda | Noruega | Dinamarca | Alemania |
|---------|-------|---------|---------|-----------|----------|
| 10-19 | I+D o | 9,4 | 11,3 | NA | 27 |
| | I+D p | 56,1 | 54,2 | NA | 85 |
| 20-49 | I+D o | 19 | 22,0 | 25,8 | 28 |
| | I+D p | 64,7 | 53,1 | 56,1 | 69 |
| 50-99 | I+D o | 38,2 | 39,5 | 41,6 | 24 |
| | I+D p | 71,6 | 51,6 | 57,7 | 83 |
| 100-199 | I+D o | 48,3 | 45 | 52,9 | 43 |
| | I+D p | 79,0 | 75,5 | 74,4 | 86 |
| 200-499 | I+D o | 59,5 | 56,6 | 33,3 | 55 |
| | I+D p | 80,5 | 92,7 | 68,7 | 92 |
| >500 | I+D o | 66,4 | 69 | 59,0 | 78 |
| | I+D p | 85,0 | 86,3 | 91,1 | 97 |

I+D o: porcentaje de empresas de cada categoría de tamaño que realizan I+D ocasionalmente

I+D p: porcentaje de empresas de cada categoría de tamaño que realizan I+D permanentemente

En la actualidad, una cuestión importante relacionada con la política económica es si un país necesita pequeñas empresas que realicen I+D. Los inventores individuales realizan

* Tabla: Empresas con I+D divididas según el tamaño en distintos países de Europa. Fuente: Kleinknecht, 1996.

investigación aplicada. Sin embargo, en muchas ocasiones lo que hacen simplemente es aplicar pensamiento práctico para llegar a dar con invenciones, especialmente en el caso de productos nuevos o mejorados. Esto se aplica también en el caso de las pequeñas empresas.

Las empresas pequeñas, (hasta aproximadamente 100 empleados), solían realizar un buen número de invenciones, así como algunas innovaciones importantes, tal y como Jewkes et al. (1969), y otros, nos han mostrado. Acs y Audretsch^{*} afirman que casi la mitad del número de las innovaciones proceden de empresas con menos de 500 trabajadores. Estas innovaciones son en promedio tan significativas como las innovaciones de las grandes empresas.

Uno debe ser consciente, sin embargo, que la mayoría de las empresas son pequeñas y que la mayoría no realiza ningún tipo de I+D, o si realiza alguno, éste está dedicado a conseguir innovaciones incrementales. Estas se consiguen sin necesidad de cantidades significativas de investigación y son el resultado de actividad de desarrollo, diseño e ingeniería. En la actualidad, las empresas pequeñas en nuevos campos tecnológicos tales como la biotecnología o la microelectrónica son excepciones. Ellas realizan investigación aplicada y básica. Se puede afirmar que si las empresas privadas están realizando algún tipo de investigación aplicada, o son grandes, o son muy pequeñas, y en este último caso, la mayoría funcionan en los sectores de alta tecnología.

Los sectores difieren considerablemente en cuanto al grado con el que realizan I+D. Algunos sectores, como muebles, pieles, están compuestos fundamentalmente de pequeñas empresas, lo que puede explicar su grado relativamente bajo de innovación. Sin embargo, Acs y Audretsch llegan a la conclusión de que en algunos sectores las empresas pequeñas realizan la mayoría de las innovaciones, siendo de menor importancia en otros sectores. Un nivel relativamente bajo de gasto en I+D se explica también por las oportunidades tecnológicas del sector, y por otros factores, tales como el grado de competencia, regulación del gobierno, o la naturaleza y el crecimiento de la demanda.

La siguiente tabla[†] muestra las intensidades en I+D según los sectores en algunos países europeos. La intensidad en I+D se define como la ratio del promedio del gasto en I+D de las empresas en un sector y el promedio del volumen de ventas de estas empresas. Se usa la intensidad del I+D, en vez de los gastos en I+D, para tener en cuenta las diferencias en tamaño entre las empresas o sectores. Sin esta corrección tenderíamos a pensar que los sectores grandes realizan más I+D que los pequeños.

Intensidades en I+D según los sectores en 1994 en algunos países

| Sector | Francia | Alemania | Italia | España | Reino Unido |
|---------------------|---------|----------|--------|--------|-------------|
| Total | 6,8 | 6,2 | 2,7 | 1,4 | 5,4 |
| Fabricación | | | | | |
| <i>Alimentación</i> | 0,9 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,9 |
| <i>Textil</i> | 0,9 | 1,4 | 0,1 | 0,5 | 0,3 |
| <i>Madera</i> | 0,6 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,5 |
| <i>Papel</i> | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |

^{*} Acs, Zoltan J. and David B. Audretsch, *Innovation in large and small firms: an empirical analysis*, The American Economic Review, 1988.

[†] Tabla: Intensidades en I+D según el sector en 1994 en algunos países de Europa. Fuente: OCDE, 1998.

| | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| <i>Química</i> | 10,3 | 9,1 | 3,1 | 0,9 | 7,3 |
| <i>Farmacia</i> | 27,5 | 15,8 | 14,2 | 3,8 | 33,3 |
| <i>Refinado</i> | 1,5 | 0,6 | 3,0 | 0,7 | 4,2 |
| <i>Petróleo</i> | | | | | |
| <i>Caucho y</i> | 3,7 | 1,9 | 1,1 | 0,7 | 0,9 |
| <i>Plásticos</i> | | | | | |
| <i>Minerales no</i> | 2,1 | 1,4 | 0,2 | 0,5 | 1,1 |
| <i>metálicos</i> | | | | | |
| <i>Metales básicos</i> | 2,9 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 1,3 |
| <i>Metales</i> | 1,2 | 1,4 | 0,6 | 0,7 | 1,6 |
| <i>fabricados</i> | | | | | |
| <i>Maquinaria no</i> | 6,9 | 6,8 | 2,0 | 2,3 | 4,5 |
| <i>Eléctrica</i> | | | | | |
| <i>Equipos de</i> | 11,3 | 17,6 | 12,3 | 4,6 | 5,9 |
| <i>Oficina</i> | | | | | |
| <i>Maquinaria</i> | 4,6 | 11,6 | 3,4 | 8,2 | |
| <i>eléctrica</i> | | | | | |
| <i>Radio, T.V.</i> | 34,2 | 14,8 | 25,3 | 13 | 13,9 |
| <i>Astilleros</i> | 4,5 | 3,4 | 13 | 13,5 | 2,3 |
| <i>Vehículos de</i> | 12,6 | 13,6 | 10,9 | 2,1 | 9,7 |
| <i>motor</i> | | | | | |
| <i>Aviones</i> | 37,6 | 43,4 | 39,1 | 39,8 | 22,1 |
| <i>Otros</i> | 8,1 | 9,1 | 3,4 | 3,4 | 3,6 |
| <i>transportes</i> | | | | | |
| <i>Instrumentos</i> | 4,4 | 4,2 | 1,3 | 6,8 | 3,7 |
| <i>Científicos</i> | | | | | |
| <i>Otras</i> | 1 | 1,5 | 0,3 | 0,9 | 0,5 |
| <i>manufacturas</i> | | | | | |

Asumamos antes que las empresas gastan más dinero en desarrollo que en investigación básica o aplicada. Esto podría ser debido al hecho de que un número considerable de proyectos de innovación de una típica empresa no incluyen ningún tipo de actividad investigadora, o a que muchos proyectos incluyen algo de investigación, pero el gasto para esta actividad es en promedio menor que en desarrollo.

3) Modelos de actividad innovadora:

Ahora que tenemos los conceptos básicos claros podemos hacer un intento de enfrentarnos de forma sistemática con algunas de las principales actividades de innovación. Este modelo de actividad innovadora se aplica sobre todo a las empresas y no a los individuos o a las organizaciones no lucrativas.

Empezamos con el modelo de innovación por pasos que refleja una visión sencilla de los que puede ser un proyecto típico de innovación. Luego extendemos este modelo realizando la distinción entre el proyecto de innovación como tal, la actividad de marketing relacionada con el proyecto, y el establecimiento de la línea de producción para la innovación. El apartado se concluye con una breve introducción sobre la coordinación de proyectos múltiples dentro de una empresa.

3.1) El modelo de actividades de innovación lineal o por pasos:

Se puede entender a un proyecto de innovación como un número más o menos consecutivo de pasos. Estos pasos cubren las principales actividades necesarias para

realizar una innovación. La mayor parte del tiempo el modelo se usa para describir una innovación de producto. Empieza con una fase de generación de ideas de la cual nacen las principales directrices para un proyecto de desarrollo de un producto comercialmente viable. La idea básica incluye un cuadro general de lo que el nuevo producto es capaz de hacer técnicamente y de cómo sería la arquitectura del producto.

En este modelo las ideas a veces proceden de actividades de investigación básica y de desarrollo científico. En la próxima fase de investigación aplicada se exploran varias alternativas posibles sobre los detalles de arquitectura del producto y del *rendimiento funcional*, de forma que al final el resultado es un prototipo preferido del nuevo producto. Antes hemos llamado a esto la invención. En las próximas fases este prototipo se prepara para el mercado. En primer lugar el prototipo se prueba exhaustivamente bajo circunstancias similares a aquellas presentes entre los consumidores que lo van a usar. Esta fase se llama desarrollo. Puede incluir la organización y prueba de la línea de producción requerida para la fabricación del nuevo producto a escala comercial.

La última fase se dedica al marketing del nuevo producto. La característica principal del modelo es la forma ordenada en la que el conjunto del proceso de innovación se realiza: cada fase da lugar a unos resultados desde los cuales se decide si empezar o no la siguiente fase. Además, se asume que un equipo concreto realiza una fase y da los resultados a al equipo que se supone que realiza la siguiente fase.

Se afirma que el modelo refleja la visión de la innovación empujada por la tecnología: las ideas para proyectos de desarrollo comercial proceden del desarrollo científico y tecnológico, de forma que los nuevos productos tan sólo se derivan de estos desarrollos tecnológicos. En cambio, las innovaciones impulsadas por la demanda se realizan porque el conocimiento sobre desarrollos de mercado da lugar a ideas sobre nuevos productos. Un ejemplo es la mejora del ordenador de un camión, que se ha realizado sobre la base de los problemas específicos que los conductores de camiones han encontrado al usar el ordenador.

El modelo por pasos se centra en la “novedad tecnológica” del prototipo. Los siguientes pasos que dan lugar a posteriores desarrollos del prototipo se ven como algo necesario pero no crucial. Se entiende que el proyecto da lugar a una sola innovación, esto es la invención o prototipo, el cual se desarrolla hasta llegar a ser una aplicación comercial. El ejemplo de la invención del nilón que vamos a comentar a continuación nos muestra que una distinción tan clara entre la invención y el desarrollo posterior de la invención, (sin ninguna otra invención posterior), no siempre es posible en la práctica.

En 1935, después de siete años de trabajo con distinta fortuna y muchas desilusiones, W.H. Carothers, en el laboratorio de la compañía du Pont, produjo la primera fibra de nilón, que enseguida du Pont intentó convertir en un producto comercializable. En 1939 había comenzado la producción a gran escala del nilón, de forma que en tan sólo cuatro años du Pont había alcanzado el objetivo que se había fijado. Las estimaciones ponen el coste total de las primeras fases de la investigación y desarrollo en aproximadamente un millón de \$. En ese momento 230 expertos técnicos estaban implicados en el trabajo. ¿Que recursos estaban implicados en el desarrollo realizado después del descubrimiento inicial de Carother?

En primer lugar era necesario encontrar formas de producir a gran escala los constituyentes intermedios del nilón, que, hasta esa fecha, habían sido fabricados solamente a pequeña escala. Los dos materiales importantes eran el ácido adipico y la hexamethylenediamina. El ácido adipico había sido fabricado en Alemania durante algún tiempo pero no había habido explotación comercial en los Estados Unidos. Los procesos alemanes no se podían adaptar con facilidad a las fábricas de du Pont y se volvió necesario desarrollar una nueva técnica catalítica para conseguir este objetivo. La hexamethylenediamina planteaba aún mayores dificultades, pues era tan sólo una curiosidad de laboratorio que nunca había sido fabricada a escala comercial antes. El éxito aquí exigía el descubrimiento de nuevos catalizadores y el tratamiento adecuado de los problemas de transferencia de calor. A continuación se debía realizar una gran cantidad de trabajo en la fase en la que los materiales reaccionan para formar la larga cadena de moléculas del polímero del nilón.

Los primeros polímeros se fabricaron en equipos de cristal en el laboratorio de Carother. Sin embargo, los equipos de cristal eran totalmente inadecuados para la fabricación comercial y fue necesario diseñar equipos de metal. También fue necesario poner a punto métodos de control del grado de polimeración, pues un error en el momento de detención de la reacción daba lugar a la producción de polímeros distintos y menos útiles que el nilón.

En la siguiente fase se debían fundir los copos de polímero, y se debían encontrar los medios para transferir la masa fundida a las máquinas hilanderas. Sólo el bombeado daba a los filamentos la suficiente uniformidad. Por desgracia no había bombas adecuadas para esta tarea. Fue necesario diseñar un nuevo tipo de bomba que incorporase nuevas aleaciones que fuesen capaces de soportar el calor del polímero fundido. En la fase de hilado, fue necesario diseñar nueva maquinaria, pues el nilón no podía ser hilado de la misma forma que el algodón, la lana o la fibra.

De esta forma, en cada una de las fases, la producción en masa de algo que sólo se hacía a pequeña escala, el mantenimiento de grados inusuales de pureza, el control flexible de los procesos químicos y el diseño de ayudas mecánicas para manipular materiales con nuevas propiedades, los fabricantes se vieron obligados a superar un obstáculo tras otro. Sin embargo, en cada fase los trabajadores sabían en cada etapa lo que estaban buscando, y, en distinta medida, sabían donde podía encontrarse.

3.2) El modelo extendido o iterativo:

El modelo por pasos puede haber sido ejemplar para muchos proyectos innovadores en el pasado. Sin embargo, en la actualidad, los proyectos de innovación se ven de forma más amplia. El desarrollo del prototipo, la reorganización de la línea de producción, de los canales de distribución, de las relaciones con los proveedores de componentes clave, se ven como un solo sistema. El énfasis es *en la integración de actividades que se realizan de forma simultánea*, y no en pasos consecutivos de distintos tipos de actividad innovadora.

Una de las implicaciones de los modelos extendidos es que una innovación no es el producto final de la fase final de una actividad. Es posible que se den innovaciones en distintos lugares del sistema. El ejemplo del nilón ha mostrado con claridad que son necesarias bastantes innovaciones incrementales en tecnología de procesos y en equipos

antes de que el prototipo del nilón pueda ser producido a gran escala. Pavitt debe haber tenido esos casos en mente cuando afirmó que las innovaciones no sólo ocurren al final de una fase investigación aplicada, (la denominada fase de invención), sino que también ocurren durante la prueba y la producción piloto.

Es importante señalar que el significado preciso de la innovación puede cambiar con el modelo de proceso de innovación que se use. En el modelo por pasos la innovación es el nuevo producto al final de la cadena de actividad. En el modelo extendido el objetivo puede también ser comercializar un nuevo producto. Sin embargo, pueden aparecer innovaciones en ingeniería, procedimientos de prueba del prototipo, y otras actividades realizadas durante el proyecto de innovación.

En cuanto al motivo por el cual las empresas realizan inversiones en I+D, que son caros y cuyos resultados son inciertos, se puede constatar en primer lugar una diversidad de motivos por parte de investigadores, directivos, etc. Sin embargo, podemos hablar de una motivación primordial según la mayoría de los autores sobre la economía de la innovación, *que es el fortalecimiento de la posición de la empresa en el mercado*. El motivo se puede derivar del deseo de ser el mejor en un sentido tecnológico, o puede ser forzado por el rendimiento innovador de los competidores, que están amenazando la cuota de mercado y los beneficios de la empresa.

Para concluir se puede afirmar que la descripción más general de innovación es "el proceso realizado en uno o más aspectos de la producción, la distribución y el consumo de bienes económicos". Schumpeter ha realizado una clasificación de la innovación que es más práctica y que consiste en 1) nuevos productos y procesos, 2) nuevos métodos de distribución, 3) formas de penetrar nuevos mercados, 4) el uso de nuevas prácticas de gestión y estructuras organizativas. Esta definición incluye todas las formas en las que un emprendedor puede ganar dinero realizando nuevas actividades. En este apartado hemos adoptado una visión más limitada y nos hemos concentrado en nuevos productos y procesos basados en un cambio en la tecnología.

Al examinar el conocimiento actual sobre innovación contemplamos un escenario de creciente complejidad. El papel de los inventores ha sido gradualmente asumido por los departamentos de I+D de las empresas. La coordinación de estas distintas actividades innovadoras con la producción y con el marketing se vuelve cada vez más compleja. También hemos visto que las actividades innovadoras sobrepasan el ámbito de la I+D. Los artículos sobre innovación se han centrado en el pasado en la I+D como el único tipo de actividad innovadora. En este apartado nos hemos centrado en el I+D como el único conjunto de actividades innovadoras, y hemos intentado distinguir dentro de ellas los distintos subtipos, (investigación básica y aplicada, desarrollo).

Cuando la unidad de I+D de la empresa se ve como el productor de innovaciones, se pueden realizar algunas comparaciones entre empresas y sectores. La intensidad de I+D es una medida relativa que puede ser usada a nivel de empresa, de sector, y de país. Las intensidades de I+D de los distintos sectores muestran que algunos gastan más dinero en I+D que otros. Al distinguir las empresas según el tamaño ha quedado claro que la proporción de pequeñas empresas que realizan I+D es menor que la proporción de las grandes.

4) La Innovación y el crecimiento económico:

Después de haber realizado un breve resumen sobre los actores, el tamaño y la naturaleza de las actividades innovadoras, parece importante profundizar en la incidencia económica de la innovación. Un efecto económico directo de la innovación es la creación de empleo. En primer lugar el del personal dedicado a la I+D. Sin embargo, la verdadera importancia de la tecnología reside no tanto en su incidencia inmediata sobre las propias actividades de innovación, sino en *sus efectos indirectos*. Por ejemplo, el empleo en I+D es menos importante que el empleo en la producción en sectores económicos que sobreviven gracias a las innovaciones que las empresas crean gracias al I+D.

La incidencia de las innovaciones en el crecimiento económico puede ser evaluada al nivel de las empresas que las logran, o a nivel del conjunto de la economía. El efecto principal *a nivel de empresa* es que las innovaciones permiten a una empresa mejorar su posición competitiva y por tanto aumentar su producción real o sus beneficios. Una empresa intenta calcular los costes y los beneficios de un proyecto de innovación; los beneficios también están relacionados con la posición de una empresa en comparación a sus competidores.

A nivel del conjunto de la economía, los beneficios para el conjunto de la sociedad son importantes. La innovación tiene dos efectos principales sobre la economía.

En primer lugar, proporciona a los consumidores *nuevos productos* y por tanto un conjunto cada vez mayor de posibilidades.

En segundo lugar, proporciona *nuevas máquinas, equipos y material con el cual producir esos bienes*. Las nuevas máquinas y equipos pueden mejorar la calidad de los productos, (nuevos y viejos), o reducir los costes de producción para los consumidores. Hay que señalar que gracias a *la difusión*, la aparición de muchos productos nuevos puede mejorar la eficiencia de las empresas que los comprar o imitan. Según Scherer y Ross^{*}, la distribución de las invenciones industriales según sus futuros usuarios sería la que muestra la siguiente tabla[†]:

| Distribución de las innovaciones según su uso | |
|--|-------|
| Procesos de producción para uso interno de la empresa | 26,2% |
| Bienes de capital para uso de otros sectores | 44,8% |
| Materiales para uso de otros sectores | 21,6% |
| Bienes de consumo | 7,4% |

Las invenciones en materiales para uso de otros sectores no son sólo en nuevos materiales, tales como la fibra de vidrio, sino también en nuevas partes, subsistemas, y

^{*} Scherer F.M. and D. Ross, *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Boston, Houghton Mifflin, 1990.

[†] Tabla: La distribución de las innovaciones según su uso. Fuente Scherer y Ross.

sistemas creados por proveedores. Algunos ejemplos son los nuevos circuitos integrados o las nuevas disqueteras, para que sean usadas por los fabricantes de ordenadores.

La ciencia económica ha dedicado más tiempo a las relaciones de causa y efecto de la innovación que a las propias actividades relacionadas con la innovación. Un poco antes hemos mostrado ejemplos de cómo la intensidad de I+D de una empresa o de un sector se usa en las estadísticas sobre innovación. El uso de esta "abstracción" del proceso mismo de I+D es debido sobre todo al deseo de comparar cuantitativamente los distintos esfuerzos innovadores de las distintas empresas y sectores.

Como veremos en el apartado sobre la historia de la tecnología en la economía, el principal aspecto estudiado ha sido los efectos a largo plazo del cambio tecnológico en el crecimiento del P.I.B. de los países y, más tarde en los distintos sectores económicos. En la actualidad los economías están de acuerdo en la importancia de estos efectos para la prosperidad de las naciones.

Lo que es más complejo, y da lugar a mayores controversias, es la cuestión de la forma en la que el proceso de innovación a nivel micro da lugar al crecimiento económico a largo plazo de un país. Es necesario entender la forma en la que se obtienen los resultados tecnológicos de las empresas y la forma en la que las distintas interacciones entre las empresas y los sectores dan lugar a crecimiento macroeconómico. Una complicación aquí es que los sectores difieren en relación a la naturaleza del proceso de innovación, en cuanto a las principales fuentes de innovación y en cuanto a sus efectos sobre la economía.

Carecemos de un modelo generalmente aceptado que incorpore las consideraciones estratégicas más importantes de las empresas innovadoras, ni que explique el impacto del I+D en los beneficios o en otros indicadores de rendimiento empresarial, ni que sea capaz de vincular estos procesos y efectos microeconómicos con los efectos macroeconómicos de la innovación. La situación actual es que se obtienen correlaciones positivas desde el punto de vista estadístico entre el I+D y el crecimiento económico a nivel de sector y a nivel macro sin tener una teoría microeconómica de la innovación que sea generalmente aceptada. Con esto quiero decir que no hay una teoría que refleje los principales elementos de la conducta y de las estrategias innovadoras de las empresas en la práctica.

Es importante señalar aquí que el efecto macroeconómico de la tecnología no sólo se deriva del rendimiento de un país en actividades innovadoras, sino también de su *eficiencia* a la hora de aplicar nueva tecnología. En la actualidad la mayor parte de la investigación se dedica a vincular el gasto en I+D con el crecimiento de la productividad, en "funciones de producción". Estas funciones de producción se hallan para empresas, sectores y países. Una de las desventajas de las funciones de producción, cuando se contemplan desde la perspectiva de la innovación, es que no sirven demasiado para entender el comportamiento innovador de las empresas.

A nivel micro se han construido otras teorías sobre innovación. Estas teorías incorporan variables sobre las decisiones estratégicas de innovación e I+D. Un ejemplo es el modelo microeconómico de innovación que considera que los retornos privados a la inversión son la principal variable a la hora de entender las decisiones realizadas por las empresas o por los sectores para invertir en I+D.

Este tipo de teorías microeconómicas, sin embargo, no explican el crecimiento macroeconómico. Ya es difícil explicar la relación entre la innovación y el crecimiento a nivel de empresa o de sector. De hecho, en la actualidad hay muchos economistas implicados en innovación que intentan medir la incidencia de un aumento en gasto en I+D sobre el número y sobre la calidad de las innovaciones, y por tanto sobre los beneficios y otros indicadores del rendimiento comercial de empresas o sectores. Estos modelos micros intentan explicar porqué invierten las empresas en I+D, intentan determinar los factores que influyen en las decisiones de inversión en I+D y la forma en la que se obtienen los beneficios derivados de la innovación.

La importancia de la innovación *a nivel micro* reside en su eficacia a la hora de aumentar los beneficios o la cuota de mercado de las empresas individuales. La importancia de la innovación *a nivel macro* va más allá. El cambio técnico se inicia con innovaciones. Sin embargo, sus efectos globales van a *depender del alcance de la difusión y de la imitación de estas innovaciones* y del alcance con el que una innovación puede *desencadenar toda una cadena de innovaciones posteriores*. Un papel importante en estos temas es desempeñado por las relaciones entre los creadores y los usuarios de la nueva tecnología. Al final del capítulo mostraremos alguna evidencia empírica sobre los flujos tecnológicos entre los sectores productores de innovaciones y sobre los sectores usuarios de innovaciones.

La innovación no sólo tienen un impacto significativo sobre el crecimiento económico sino *también sobre el empleo*. Los efectos a largo plazo sobre el empleo son menos claros que sobre el crecimiento real. Con un ejemplo lo veremos más claro. El sector petroquímico en Holanda ha tenido mucho éxito a la hora de poner en marcha nuevas plantas en donde la productividad es mucho más alta que en las viejas instalaciones. Sin embargo, sólo hacen falta unos cuantos trabajadores para hacer funcionar la planta. El efecto de estas innovaciones de procesos es una reducción de empleo. Sin embargo, si este sector no hubiese innovado, las empresas petroquímicas de otros países podrían haber instalado nuevas instalaciones que son más competitivas que las "viejas holandesas". Como resultado, las empresas holandesas perderían cuota de mercado y empleo.

De esta forma, la incidencia de la innovación sobre el empleo puede ser positivo o negativo. Por tanto es útil hacer la distinción entre el impacto de la innovación sobre el empleo en un sector en general, (esto es, en todos los países), y el impacto de las innovaciones que son específicas para un sector de un país. En el caso general el efecto depende de la "edad" del sector.

En un *sector nuevo* ocurren *muchas innovaciones de producto*, que dan lugar a fuertes crecimientos de ventas y de empleo, especialmente si se establece un diseño de producto dominante.

En los *sectores más maduros* normalmente se dan *innovaciones de procesos* que tienden a reducir empleo. En tanto en cuanto aumente la productividad en los sectores viejos, se pueden reasignar recursos económicos a los nuevos sectores. *El resultado entre sectores viejos y nuevos y la naturaleza de la innovación, (productos o procesos), va a decidir el efecto general sobre el empleo. Dada esta pauta general, parece claro*

que si un país funciona mejor en términos de innovación que otros, se puede esperar un efecto positivo adicional sobre el empleo.

Pero antes de profundizar en la incidencia económica de la innovación parece conveniente hacer un breve repaso sobre la forma en la que la ciencia económica ha tratado a la tecnología en el pasado. Con este breve repaso se quiere poner de relieve que en el pasado se ha prestado poca atención a los procesos de innovación, concentrándose en el cambio técnico como único efecto económico de la innovación. En otro apartado veremos la distinción entre el cambio técnico y la innovación.

5) Repaso de la Historia de la Tecnología en la Ciencia Económica

Para los economistas clásicos, tales como Adam Smith, la tecnología era una parte integral del sistema económico. Es bien conocida su fábrica de alfileres, en donde la introducción de máquinas, (cambios en la tecnología de procesos), hacía posible una división del trabajo que daba lugar a una productividad más alta del trabajo. Desde finales del siglo pasado, la ciencia económica se ha centrado en el análisis microeconómico de la producción y en una comprensión analítica de la elección por parte de la empresa de los procesos, dados un conjunto de alternativas tecnológicas. La influencia en los precios de esta elección del proceso, mediado por el mecanismo de mercado, dominaba el análisis. Un ejemplo puede ilustrar la forma de modelar la tecnología hasta la segunda mitad de este siglo.

Vamos a asumir que existe un mercado en donde un producto homogéneo P es fabricado con el uso de la tecnología de proceso T1. No existen economías de escala en la producción y los costos de producción por unidad sólo dependen de la eficacia con la que una empresa usa la tecnología T1. Aunque a lo largo de un largo período de tiempo aparecen nuevas tecnologías de proceso, en estos momentos sólo hay una tecnología alternativa de producción T2 en el mercado. Hay dos factores de producción, trabajo y capital. T1 es una tecnología relativamente intensiva en trabajo y T2 una tecnología relativamente intensiva en capital. Por ejemplo, la producción de 100 unidades del producto P con el uso de la tecnología T1 exige dos unidades de trabajo y una unidad de capital, mientras que con T2 lo que hace falta es una unidad de trabajo y dos unidades de capital.

Si los costes de trabajo y de capital son iguales para todas las empresas en el mercado, todas las empresas elegirán la tecnología que minimiza los costes por unidad C(P), y la competencia tan sólo depende del grado de eficiencia con la que cada empresa usa la tecnología óptima. La creación de la tecnología es un factor exógeno y aquellas empresas que sobrevivan a largo plazo son las que están mejor informadas sobre los cambios a corto plazo de los precios en los factores de producción y sobre la estructura de costes del uso de las tecnologías de proceso, que, antes o después, estarán disponibles.

Ayers^{*} da una visión clara y crítica de la preocupación microeconómica con la teoría de precios, y pone énfasis al mismo tiempo en el importante papel del cambio tecnológico. En relación al ejemplo anterior, la crítica de Ayers se centraría en la forma

* Ayers, C.E., *The Theory of Economic Progress*, Kalamazoo, Michigan. New Issues Press, 1978.

en la que las empresas crean tecnologías de proceso y en el motivo por el cual unas empresas adoptan una tecnología específica y otras no.

Aunque a nivel macro, la relación entre la inversión y el crecimiento económico era el tema central, no se prestaba atención al I+D como una forma especial de inversión. La creación y aplicación de nueva tecnología no era objeto de estudio. La teoría económica veía a la nueva tecnología como una variable exógena hasta principios de los 50.

Había algunas excepciones. La más conocida es el trabajo de Schumpeter. Scherer^{**} ve tres premisas importantes en los escritos de Schumpeter entre 1911 y 1942:

1. La noción que la innovación tecnológica da a las economías capitalistas su dinámica peculiar mediante un proceso de "*destrucción creativa*"; los viejos productos y estructuras industriales son sustituidos o alterados por nuevas formas.
2. El crecimiento del ingreso real per capita no era en su mayoría atribuible a aumentos de la población, oferta monetaria o recursos de tierra, o acciones del gobierno, tales como reformas fiscales, *sino al progreso tecnológico*. Este progreso tecnológico era establecido por empresas privadas, gracias a sus capacidades estratégicas y organizativas.
3. Una situación de fuerte competencia en el mercado no daba lugar al desarrollo de las capacidades organizativas y estratégicas necesarias para crear innovaciones. Era necesaria la posibilidad teórica o la posesión de hecho de una posición de monopolio.

Otra excepción menos conocida la constituyen los "viejos institucionalistas", especialmente Veblen^{*}, quién es considerado uno de los fundadores de este viejo institucionalismo y que veía al cambio tecnológico e institucional como los pilares fundamentales del proceso económico. Ayers, al que hemos mencionado antes, puede ser considerado como miembro de esta escuela de pensamiento económico.

El punto de inflexión, según muchos autores, en la economía de la innovación, fue el descubrimiento de Solow y otros a principios de los 50 de la importante influencia de la tecnología en el crecimiento a largo plazo del P.I.B. de los Estados Unidos de América. Según estos autores, sólo un tercio del crecimiento observado de la producción podía ser explicado por el crecimiento en los factores tradicionales de producción, trabajo y capital.

El "residuo" no explicado en las regresiones, representaba dos tercios del crecimiento del P.I.B. Más tarde se interpretó que este residuo reflejaba factores que mejoraban la eficiencia en el uso del capital y del trabajo, siendo el cambio tecnológico el factor más importante. A la vista de estos estudios, que tuvieron un impacto importante en la comunidad de científicos de la economía, varios autores intentaron probar el modelo a nivel de sectores, o intentaron extender el modelo original incorporando factores que pudiesen explicar el aumento del uso eficiente de los factores de producción.

^{**} Scherer, F. M. *Innovation and Growth; Schumpeterian Perspectives*, Cambridge, MA, MIT Press, 1984.

^{*} Veblen, T. *The Theory of Business Enterprise*, New York, American Library, 1958.

Sin embargo, el énfasis residía en el impacto de la tecnología en el crecimiento económico mediante el uso de nueva tecnología, no en los procesos de creación y aplicación de innovaciones. En este trabajo llamaremos al impacto económico derivado del uso de nueva tecnología, "cambio técnico", mientras que llamaremos innovación a la creación y aplicación de nueva tecnología.

La teoría del crecimiento de esos momentos se basaba en trabajo realizado por Robert Solow^{*}, sobre la denominada "función de producción". Esta teoría afirma que la producción de una economía depende de la cantidad de "inputs", de forma que si estos se doblan, se dobla la producción. En su modelo, los trabajadores tienen inicialmente una cantidad limitada de capital, siendo su alto su producto marginal. A medida que los ahorros acumulados sirven para financiar capital adicional, la cantidad de capital por trabajador va aumentando a lo largo del tiempo, dando lugar a un descenso en el producto marginal del capital y en los ahorros derivados de los ingresos procedentes del nuevo capital. Con el tiempo los ahorros sólo son suficientes para sustituir a la maquinaria que se va quedando obsoleta, sin poder expandir el capital, de forma que la economía entra en una fase estacionaria con un nivel de vida que no progresa. En definitiva, su modelo planteaba que los retornos a la inversión iban disminuyendo con el tiempo.

Los primeros modelos neoclásicos suavizaban este planteamiento tan pesimista suponiendo que el periodo de transición durante el cual la ratio capital-trabajo va aumentando hasta llegar a su punto de equilibrio es bastante largo, y lo que es más importante, suponiendo que incluso al final del periodo de transición, las economías continúan creciendo en tanto en cuanto el progreso técnico continúe. De esta forma las mejoras en la productividad del trabajo permiten que las tasas de retorno del capital continúen creciendo, incluso aun cuando la cantidad de capital por trabajador aumente.

Los estudios empíricos basados en los primeros modelos neoclásicos usaban un modelo de medición del crecimiento que explicaba el crecimiento a largo plazo como el promedio ponderado del crecimiento de los inputs. Este modelo partía de los supuestos de existencia de una función de producción acumulada, constantes retornos de escala (la duplicación de los inputs da lugar a una duplicación del output), minimización de costes, y competencia perfecta en la producción y en los mercados de los factores.

Sin embargo, y como ya hemos comentado el crecimiento de los inputs normalmente no era suficiente para explicar el crecimiento de la producción, dejando un promedio del 50% sin explicar, lo que es normalmente conocido como *el residuo de Solow*. En ese momento se interpretó que ese residuo era causado por el progreso técnico no incorporado (no incorporado en bienes sino constituido por nuevas ideas o formas de hacer las cosas), al que normalmente se denomina como productividad total de los factores (TFP).

La insatisfacción con estos modelos nacía de su incapacidad para explicar de forma adecuada el papel de la tecnología en el crecimiento. Aunque la función de producción de Solow, puede ser más o menos cierta, no lo es lo suficiente como para

^{*} Solow, Robert: *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, 1956.

hacer predicciones fiables a largo plazo. El problema es que la teoría asume un mundo idealizado en el que reina la competencia perfecta.

Desgraciadamente la realidad no es así. Por ejemplo, si la ley de los retornos decrecientes funciona como debería hacerlo, ¿por qué razón los retornos a la inversión de Estados Unidos, Japón y Europa han sido más altos en la segunda parte del siglo XX que en la primera? ¿Por qué se ha ampliado la brecha entre los países ricos y los pobres en vez de reducirse? La teoría afirma que cuando el capital aumenta más rápido que la mano de obra, lo que ha ocurrido en todos los países desarrollados desde la segunda guerra mundial, el retorno a cada unidad adicional de capital debería caer a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la realidad ha aumentado a lo largo de los años. De forma que algo falta en la teoría.

Hoy en día se acepta que ese “algo” es el progreso tecnológico más otros tipos de conocimiento, que podríamos denominar “innovación”. Desde este punto de vista, la innovación es responsable de cualquier crecimiento que no pueda ser explicado por los aumentos en el capital y el trabajo. Y aunque el retorno a la inversión puede caer a medida que aumenta la cantidad de capital en la economía, cualquier declive en el crecimiento procedente de esta fuente es compensado por la innovación. Esta es la razón por la que las tasas de retorno a la inversión hayan permanecido altas a lo largo del tiempo en los países desarrollados, y la razón por la que los países menos desarrollados no hayan recortado distancias.

Por otro lado, el “residuo de Solow”, que intentaba incluir al progreso tecnológico, trataba a la tecnología como si fuera algo que cayera del cielo y asumía que en todos sitios estaban disponibles las mismas oportunidades tecnológicas. Sin embargo, la experiencia muestra que la sofisticación tecnológica, la experiencia en la fabricación o la investigación de mercados no son gratis. Deben ser adquiridos a un alto precio. Y una vez conseguidos, este tipo de conocimiento se suele proteger con patentes o intercambiar por otras compartidas. Estos matices se podrían ignorar si la innovación contribuyese de forma marginal al crecimiento económico. Sin embargo, como hemos visto antes, este factor residual, intangible y durante tanto tiempo ignorado parece ser el responsable de más de la mitad del crecimiento de los países más avanzados.

Todo esto ha hecho que se renueve el interés por la teoría del crecimiento y que se considere que el tratamiento “exógeno”, de la tecnología en los viejos modelos se considere inadecuado. Mientras que los modelos neoclásicos asumían de forma implícita que la tecnología estaba impulsada por la ciencia y que esta sigue un ritmo de progreso que es independiente de los incentivos económicos, las nuevas teorías ponen énfasis en el hecho de que la explotación comercial de las ideas científicas (y por lo tanto su potencial contribución al crecimiento) exige importantes inversiones.

Con el renovado interés en la teoría del crecimiento han nacido varios esfuerzos para reconciliar la teoría con la evidencia empírica para evaluar con mayor precisión el papel de la tecnología en el proceso de crecimiento.* Los esfuerzos recientes en formalización de modelos se han unido a otras ramas de la teoría económica que han considerado a las diferencias tecnológicas como la principal causa de las diferencias en

* Fagergerg, J. *Technology and International Differences in Growth Rates*, *Journal of Economic Literature*, September, 1994. Mankiw, G. *The Growth of Nations*, *Brooking Papers on Economic Activity*, November, pp. 275-310. 1995.

la renta per capita entre los países ** así como artículos sobre los “*sistemas nacionales de innovación*” que se centran en las características institucionales de las distintas economías y el papel del aprendizaje***.

Los modelos del nuevo crecimiento introdujeron la idea que los esfuerzos de investigación, o las inversiones en capital humano tienen efectos secundarios, en el sentido de que cuando las empresas o los individuos acumulan capital, también aumentan la productividad del resto de los agentes. Los modelos posteriores incorporaban de forma explícita la creencia sobre la importancia de la innovación industrial como fuente del crecimiento.

Sin embargo, es difícil definir la innovación. Normalmente se entiende que es la creación de un mejor producto o proceso. Pero, como hemos visto antes también podría ser la sustitución de un material más barato en un producto actual, una mejor forma de distribuir, apoyar o comercializar un producto o un servicio.

Los empresarios de éxito, a menudo innovadores, raramente se paran a pensar en cómo lo hacen. La mayoría de ellos simplemente se ponen a crear valor explotando algún tipo de cambio, ya sea en tecnología, materiales, precios, impuestos, demografía o incluso en relaciones internacionales. De esta forma generan una nueva demanda o una nueva forma de explotar un mercado que ya existe. Afirmaba Jean-Baptiste Say que el “*entrepreneur*” es la persona que desplaza recursos económicos desde áreas de baja productividad a otras de alta, consiguiendo de esta forma un rendimiento más alto. Dos siglos más tarde, los economistas siguen intentando entender esta parte misteriosa del proceso de creación de riqueza.

Una forma de describir la innovación es describir lo que no es. El matrimonio que abre un bar en frente de un bloque de oficinas puede estar jugándose los ahorros de su vida, pero no está innovando. La empresa japonesa de electrónica que lanza una cámara de vídeo un poco más pequeña simplemente está saturando sus canales de distribución para desplazar a sus competidores del mercado. Todo esto son iniciativas empresariales y no innovaciones.

Las innovaciones no sólo rompen moldes sino que además consiguen unas tasas de retorno mucho mayores que los negocios normales. Un estudio realizado en Estados Unidos averiguó que la tasa de retorno promedio de 17 innovaciones de éxito en los años 70 era del 56%. En comparación, la tasa de retorno a la inversión promedio en los negocios de Estados Unidos en los últimos 30 años ha sido el 16%.

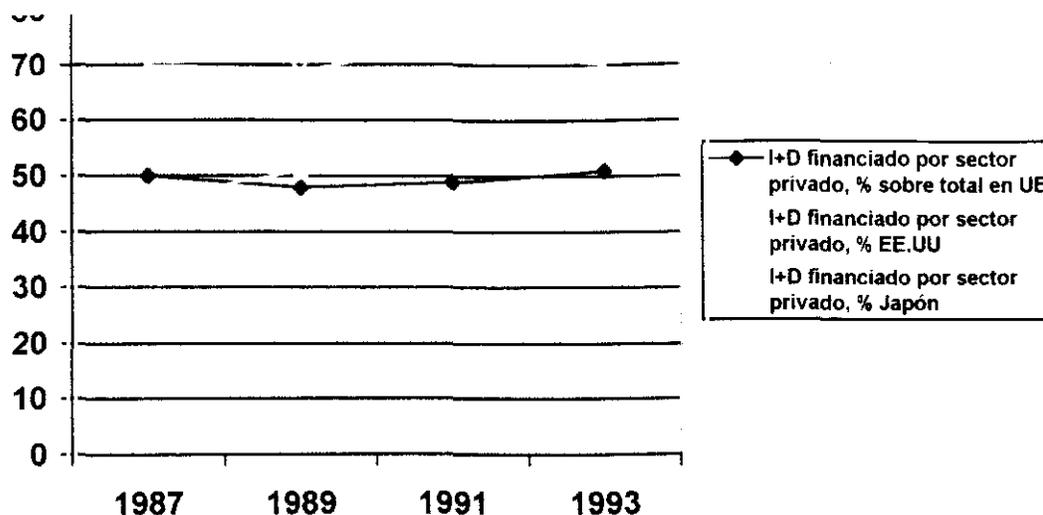
Un caso claro de innovación empresarial ha sido el aparato de vídeo Betamax que Sony puso por primera vez en el mercado en 1974, o, con mayor transcendencia, el aparato VHS que sacó dos años más tarde la empresa JVC. Ninguna de las dos empresas japonesas inventó el aparato de vídeo. Esto lo hizo una empresa americana

** Abramowitz, M: *The Search for the Sources of Growth: Areas of Ignorance. Old and New*, Journal of Economic History, June, Vol. 53, 1993. Nelson, W. and S. Winter, *A Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.

*** Lundvall, BA: *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Printer, Londres.

~ Romer, Paul: *The Origins of Endogeneous Growth*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 8, 1994.

Grossman, G. and E. Helpman, *Endogeneous Innovation and the Theory of Growth*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 8, 1994.



llamada Ampex en 1954. Sin embargo, los aparatos de Ampex eran enormes. Eran usados por las cadenas de televisión para grabar a los programas en directo en la costa Este y luego transmitirlos a una hora más apropiada en la costa Oeste.

Los innovadores japoneses se dieron cuenta de que el gran mercado de los aparatos de video es el hogar y no el estudio. Pero convertir el aparato de Ampex en un producto de consumo implicaba reducir tanto el tamaño como el precio. El punto de inflexión se dio al conseguir cintas de video del tamaño de un libro, lo que supuso aparatos más baratos y de menor tamaño. Pero para ello fue necesario realizar muchas innovaciones en el diseño y en el proceso de producción. El éxito de este producto de consumo ha sido enorme. En los años 80 este producto representaba la mitad de las ventas anuales del sector de electrónica de consumo de Japón, llegando a los 30.000 de \$. Como muchas de las mejores innovaciones, el aparato de video no sustituyó a un producto existente, sino que se posicionó como uno nuevo que satisfacía una demanda insatisfecha.

La mayoría de los estudios* sobre innovaciones o sectores industriales han demostrado que las empresas invierten en nuevas tecnologías cuando ven que existen oportunidades de beneficio. Esto está apoyado por el hecho de que una parte importante de la Investigación y Desarrollo de los países más avanzados está financiado por el sector privado y por el hecho de que la mayor parte de esta Investigación y Desarrollo está llevada a cabo por y en el sector empresarial, tal y como puede verse en el gráfico**.

Aunque no todos los estudios en economía o en gestión de la innovación hacen esta distinción, los conceptos de *cambio técnico e innovación* tienen un significado distinto. En este trabajo se hace una distinción entre los dos conceptos, porque entiendo que no se puede hacer una evaluación apropiada del rendimiento tecnológico de las empresas, sectores y economías sin hacer una clara distinción entre la innovación y el cambio técnico.

Se ha presentado a la innovación como el esfuerzo de empresas individuales, aunque en ocasiones las empresas cooperan para crear innovaciones. Cada innovación da lugar a cambio técnico, y, por supuesto, si las empresas realizan muchas

* Algunos ejemplos son el estudio sobre el sector químico de Freeman en 1982, el del sector metalúrgico de Mowery y Rosenberg en 1989 o el de semiconductores de Dosi en 1984.

** Investigación y Desarrollo financiado o realizado por el sector privado en % sobre el total. Fuente: Secretariado de la OCDE, en OCDE 1996b.

embargo, no todo cambio técnico es una innovación. Por ejemplo, cuando una empresa compra una nueva máquina este acto implica un cambio técnico para la empresa compradora.

Aunque hay que señalar aquí que en algunos artículos, la compra de equipos avanzados, tales como máquinas CNC, se denomina innovación. Sin embargo, nosotros no lo haremos aquí, aunque la nueva máquina podría ser nueva para la empresa, y algunos de los problemas tales como la búsqueda de un proveedor y la aplicación de las máquinas en el proceso de fabricación, podrían ser similares a algunos de los problemas con los que uno se enfrenta con la actividad innovadora. Sin embargo, la principal diferencia aquí es *el elemento de creatividad*, que en el caso de la compra es inexistente.

De hecho, cada cambio en la tecnología de una empresa, ya sea en el conjunto de sus productos, sus procesos de producción o sus componentes tecnológicos, es un cambio técnico para la economía. Por supuesto que ha sido necesario una innovación en algún momento y lugar de la economía para causar este cambio tecnológico. El grado con el que *una innovación específica da lugar a cambio técnico va a estar determinado por la eficacia de la imitación y de la difusión.*

En definitiva la moderna teoría del crecimiento identifica a tres fuentes de crecimiento de la productividad: la acumulación del capital físico, la acumulación del capital humano, y el cambio tecnológico. Sin embargo, estas fuentes no pueden ser consideradas separadamente, siendo el cambio tecnológico la que impulsa el conjunto del proceso, creando nuevas oportunidades para invertir en habilidades y equipos y determinando las tasas de retorno sobre la inversión. A su vez, el cambio tecnológico es endógeno. Depende de la tasa de retorno sobre la innovación (lo que depende del tamaño del mercado), y depende de su coste (el cual está relacionado con el coste del capital humano).

Más allá del nítido planteamiento a largo plazo descrito por los modelos de crecimiento, la evidencia microeconómica es más turbia. Cuando una empresa innova, puede echar a sus competidores del mercado: esto es destrucción creativa. El cambio tecnológico no sólo amplía el espectro de tecnologías sino que también destruye a tecnologías precedentes y deprime la demanda de algunas de las habilidades que se dan en ese momento en el mercado. Además, el hecho de que la generación y la difusión de tecnología varía según el tiempo, el sector industrial o el país sugiere que el uso de modelos agregados de crecimiento con funciones de producción uniformes probablemente sea una herramienta imperfecta a la hora de examinar los motores y los obstáculos al crecimiento.

Esta visión de que el proceso económico de generación y difusión de tecnología está en el centro del crecimiento económico tiene claras implicaciones para la política económica. La moderna teoría del crecimiento permite investigar si una economía de mercado descentralizada proporciona los incentivos idóneos para que se de una rápida acumulación de tecnología comercial. También permite estudiar en qué forma las distintas estructuras económicas, instituciones y políticas dan lugar a distintas tasas de crecimiento de la productividad. Mientras que las implicaciones de política económica de la teoría tradicional del crecimiento podrían ser resumidas en una mejor educación básica y en mayores tasas de ahorro, la nueva teoría del crecimiento dirige la atención hacia los sistemas de innovación de los países desarrollados y a temas tan diversos

hacia los sistemas de innovación de los países desarrollados y a temas tan diversos como la conveniencia del apoyo público a la investigación privada, la incidencia de las compras del gobierno, la relación entre la política comercial y la innovación, el alcance de la protección de los derechos de propiedad intelectual y los costes y beneficios de los distintos tipos de política tecnológica.

6) Evidencia empírica de los efectos económicos de las actividades innovadoras

La mayoría de los economistas estará de acuerdo con el hecho de que sin innovación, la economía de una nación perderá su posición competitiva frente a otras naciones que crean muchas innovaciones. Sin embargo, debemos tener cuidado a la hora de distinguir lo que determina la posición competitiva de un país. En primer lugar, es decisiva la posición competitiva de sus empresas privadas en los mercados nacionales y en los internacionales. Se puede afirmar que un país es competitivo si un número suficiente de empresas mantiene sus cuotas de mercado frente a empresas extranjeras. No hay un criterio cuantitativo inequívoco sobre lo que es un número suficiente, pero es obvio que si todas las empresas de un país pierden cuota de mercado, (y beneficios al mismo tiempo), la economía entrará en declive antes o después.

Sin embargo, el tema es más complicado. Por ejemplo, es posible que ese mismo país sea muy atractivo para empresas extranjeras. Si muchas empresas invierten en el país, la situación económica podría cambiar. Sin embargo, se puede estar de acuerdo que un rendimiento constantemente mediocre de las empresas nacionales terminará debilitando a la posición competitiva del país. Bajo este supuesto, la principal cuestión sería saber si la innovación es necesaria para cambiar esta situación.

En general no se cuestiona que un rendimiento relativamente alto en innovación en las empresas de un país va a mejorar su posición. Pero también es posible que las empresas de un país tengan un rendimiento innovador modesto y consigan mantener su posición competitiva comprando tecnología nueva en el mercado. Un tema que abordaremos más adelante es hasta qué punto la compra de nueva tecnología exige una suficiente cantidad de empresas nacionales innovadoras. Un aspecto básico para entender esta cuestión son las relaciones entre las empresas innovadoras y sus proveedores y clientes. Otro elemento es la cantidad y la calidad de la infraestructura de conocimiento de un país. Este tema se desarrollará con mayor extensión más adelante, pero aquí parece importante señalar que las empresas de un país pueden funcionar con mayor eficacia cuando este tipo de infraestructura apoya la innovación y el uso eficiente de la tecnología.

Cuando las empresas son competitivas mediante la innovación, pueden mejorar la productividad del país de residencia en dos formas. En primer lugar, las innovaciones de proceso aumentan la productividad de las empresas innovadoras. En segundo lugar, las innovaciones de producto realizadas por otras empresas aumentan la productividad de las empresas que los usan. Esta es la razón por la que se entiende que el principal efecto económico de la innovación es el aumento de la productividad.

Los gastos en investigación y desarrollo, y la innovación en general, no son los únicos factores que afectan a la productividad. La acumulación de capital humano y físico, la infraestructura, las economías de escala, la estructura del mercado, el cambio

demográfico, los cambios en la calidad de los inputs de capital o trabajo, los cambios en la organización del trabajo, factores de puesta al día tecnológico tales como la introducción e imitación de tecnologías extranjeras avanzadas, el comercio internacional y el nivel de la competencia influyen en el crecimiento de la productividad a medio plazo.

Un reciente estudio^{*} sobre los factores determinantes de la productividad en los países de la OCDE señalaba las dificultades para identificar el papel que ha jugado cada uno de estos factores tanto en la evolución de la productividad a largo plazo como en la ralentización de la productividad desde 1973.

Concluía estableciendo que hay evidencia de externalidades y altas tasas de retorno derivadas del gasto en educación y en investigación y desarrollo, mientras que la evidencia sobre las externalidades derivadas de la inversión en capital físico era escasa. El impacto del comercio o de la competencia se mostró mucho más difícil de evaluar.

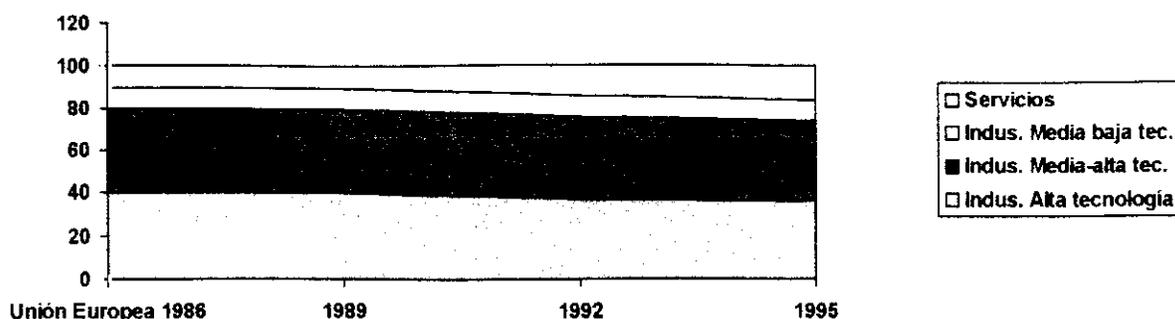
Más que intentar una evaluación de todos los factores que puedan afectar a la productividad, esta parte de este trabajo va a intentar centrarse en el papel de la investigación y desarrollo (I+D). Muchos estudios han intentado investigar de forma empírica la relación entre la tecnología y el crecimiento de la productividad en el nivel de la empresa, del sector y del conjunto de la economía.

En algunos de estos estudios se incluye una variable de innovación o de investigación y desarrollo en su esfuerzo de explicar las diferencias de crecimiento de la productividad entre los países. En este tipo de trabajo empírico la variable de innovación suele ser el número de patentes o el número de puestos de trabajo de investigación de científicos y técnicos, y tiende a ser significativamente positivo en las regresiones.

Sin embargo, gran parte del trabajo empírico sobre la relación entre tecnología y productividad se basa en información procedente de empresas o de un sector de la industria, y no en información macroeconómica. Este tipo de trabajos^{*} suelen coincidir en que el gasto en investigación y desarrollo es una importante fuente de crecimiento de la productividad en los sectores industriales relacionados con la ciencia, y la mayoría estima que la tasa de retorno de R&D está entre un 20 y un 30 %.

^{*} Englander, S. y Gurney, A: *Medium term Determinants of OECD Productivity*, OECD Economic Studies, No 22. Primavera, 1994.

^{*} Griliches, Z, *Productivity, R&D and the Data Constraint*, American Economic Review, Vol. 94, 1994.
Mohnen, P, *The Econometric Approach to R&D Externalities*, Cahiers de recherche du département des sciences économiques de l'UQAM, Cahier No. 9408. Université du Québec., Montreal, 1994



La mayor parte de las innovaciones son desarrolladas en primer lugar en el sector manufacturero. A pesar de la creciente importancia de los servicios tanto como usuarios como creadores de nuevas tecnologías, todavía es verdad que la mayor parte del esfuerzo innovador se concentra fundamentalmente en las industrias de fabricación de alta tecnología. El gráfico * muestra cómo cerca del 80% de los gastos de I+D de las empresas privadas está relacionada con el segmento de fabricación de alta o media tecnología en Europa

En parte como resultado de este esfuerzo innovador, los niveles de productividad y las tasas de crecimiento son más altas en la fabricación que en otras partes de la economía. En términos del nivel, la productividad de la fabricación tiende a ser de un 10 a un 30 % superior a del conjunto del sector privado, mientras que la productividad del segmento de alta tecnología es todavía mayor. En términos de crecimiento, la productividad de la fabricación ha aumentado más rápido que el crecimiento del conjunto del sector privado. Las tasas más altas en el período 1970-93 se experimentaron en Japón, (cerca del 5% al año), y las más lentas en Alemania (menos del 2%). El crecimiento de la productividad fue especialmente alto en las industrias de alta tecnología.

| | <i>Total Fabricación</i> | <i>Alta Tecnología</i> | <i>Media Tecnología</i> | <i>Baja Tecnología</i> |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Estados Unidos | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 1.6 |
| Japón | 4.5 | 10.7 | 4.3 | 2.7 |
| Alemania | 1.7 | 3.1 | 1.0 | 1.7 |
| Francia | 2.8 | 3.5 | 2.9 | 2.6 |
| Reino Unido | 3.2 | 4.1 | 2.9 | 3.0 |

6.1) Incidencia a nivel medio, de sector:

Los modelos que relacionan la productividad y el I+D también se han aplicado al nivel medio de sector. La aproximación con mayor tradición empírica es la "Organización Industrial" en donde el I+D se relaciona con otras características del sector, tales como el tamaño medio de las empresas o con la concentración. En esta tradición también hay una preocupación con las fuentes de la innovación y por tanto con los factores que determinan el volumen y la naturaleza del gasto en I+D. En último

* Gráfico: Investigación y Desarrollo en el sector manufacturero y no manufacturero en la Unión Europea. Fuente OECD, base de datos ANBERD, Diciembre de 1997.

término se quiere explicar la capacidad de innovación de un sector, que podría ser medido como el promedio de la productividad del I+D de las empresas.

A nivel de sector se da una correlación significativamente positiva entre el I+D y la productividad, aunque hay considerables diferencias entre los sectores. La mayor parte de los estudios empíricos se han realizado con información sobre la economía americana. Hall y Mairesse* han realizado pruebas estadísticas para Francia. En un estudio sobre Japón, Odagiri y Iwata** encontraron que a lo largo del período 1966-82, el gasto en I+D relacionado con el valor añadido influía de forma positiva en la productividad total de los factores de 135 de las 168 empresas japonesas de fabricación que habían estudiado.

Se pueden plantear la cuestión sobre la fiabilidad y la disponibilidad de la información. La principal conclusión de Griliche, un autor que ha realizado mucho trabajo empírico en esta área, es que las correlaciones entre el I+D y la productividad en sectores en rápido cambio como es la industria de la informática, no reflejan lo que está ocurriendo en la práctica. La principal razón es que no hay deflatores específicos del sector, lo que significa, en el caso de la informática, que las fuertes reducciones de precios en los productos informáticos y en sus componentes, no son tenidos en cuenta en las pruebas estadísticas.

Como resultado, el crecimiento real de la producción y la productividad en el sector son fuertemente infravalorados. Además, se puede afirmar que en las últimas tres o cuatro décadas el sector servicios ha sustituido al sector de fabricación como principal sector de la economía, y es ampliamente conocido que las estimaciones de la productividad en los servicios son muy difíciles de hacer.

Como se ha comentado antes, el I+D da lugar a innovación, lo que a su vez da lugar a una mejora en la posición competitiva de la empresa. En un mundo en donde está aumentando la competencia internacional de los mercados, la mejor forma de conocer la posición competitiva de una empresa es examinando su rendimiento en los mercados internacionales.

Los nuevos productos y procesos de producción dan a una empresa la oportunidad de competir en los mercados internacionales. De esta forma se espera que la creación y el uso de nueva tecnología en un sector se relacione de forma positiva con su productividad, (en el caso de los nuevos procesos), y con su rendimiento exportador, (productos o procesos). El éxito de la economía japonesa es bien conocido en estos aspectos por lo que merece la pena mencionar un estudio empírico realizado en este país.

Ito y Pucik*, estudiaron tres factores que influyen en el rendimiento exportador de las empresas de fabricación japonesas: el gasto en I+D, la posición competitiva nacional y el tamaño de la empresa. Llegaron a la conclusión de que la ratio de

* Hall B.H. and J. Mairesse. *Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms*, Journal of Econometrics 65. 263-93, 1995.

** Odagiri, H and H. Iwata. *The impact of R&D on productivity increase in Japanese manufacturing companies*, Research Policy, 15. 13-19, 1986.

* Ito, K and V. Pucik, *R&D spending, domestic competition and export performance of Japanese manufacturing firms*, Strategic Management Journal 14. 61-75, 1993.

exportación de una empresa se relaciona con el tamaño de la empresa, pero no con las intensidades en I+D de la empresa o del sector.

Otra conclusión fue que las empresas “seguidoras” se caracterizan por unos ratios de exportación más altos que los de los líderes del mercado. Esto sugiere que hay una relación entre la pauta de la competencia nacional y la competitividad internacional de las empresas japonesas. La tecnología puede ser importante para explicar las exportaciones, pero el tipo de estrategia tecnológica también es importante.

En las dos últimas décadas se han realizado varios estudios empíricos en los que se relacionaba el rendimiento en el comercio exterior con la tecnología. En un repaso de lo publicado, Soete** afirma que la tecnología se ha configurado como uno de los factores más importantes a la hora de explicar los flujos internacionales de comercio. Sus propios estudios empíricos relacionan la cuota de un país en relación al total de exportaciones de un producto de todos los países de la OCDE, (el índice de ventaja comparativa), con un cierto número de variables explicativas, que incluyen la cuota del país del total de patentes concedidas en los Estados Unidos por un producto.

En comparación a la mayoría de los estudios en este campo, Soete usa un indicador de output de innovación, en vez de un indicador de input, como sería la intensidad. La principal conclusión de la investigación de Soete es que *el rendimiento tecnológico explica de forma importante el rendimiento exportador relativo en el seno de la OCDE.*

De forma más específica, la mayor influencia del factor tecnológico se encontró en sectores en donde había una alta intensidad en patentes, mientras que no se encontraron resultados significativos en los sectores en los que se daba una fuerte disponibilidad de recursos naturales. Tal y como lo expresa Soete, “uno podría esperar que un aumento en el rendimiento tecnológico de un país tendría una incidencia más benéfica en términos del rendimiento exportador, en los sectores intensivos en tecnología, en comparación a los que no lo son”.

Brouwer y Kleinknecht*** han realizado un estudio parecido al de Soete para el caso de Holanda. A nivel medio, 41 sectores holandeses han sido comparados con sectores similares del principal socio comercial, esto es, Alemania. Para los años 1983 y 1988 se ha estimado la relación entre la intensidad en I+D y el rendimiento exportador. El principal resultado es que se puede encontrar una correlación positiva entre la evolución de la intensidad de I+D de 41 sectores holandeses y sus exportaciones.

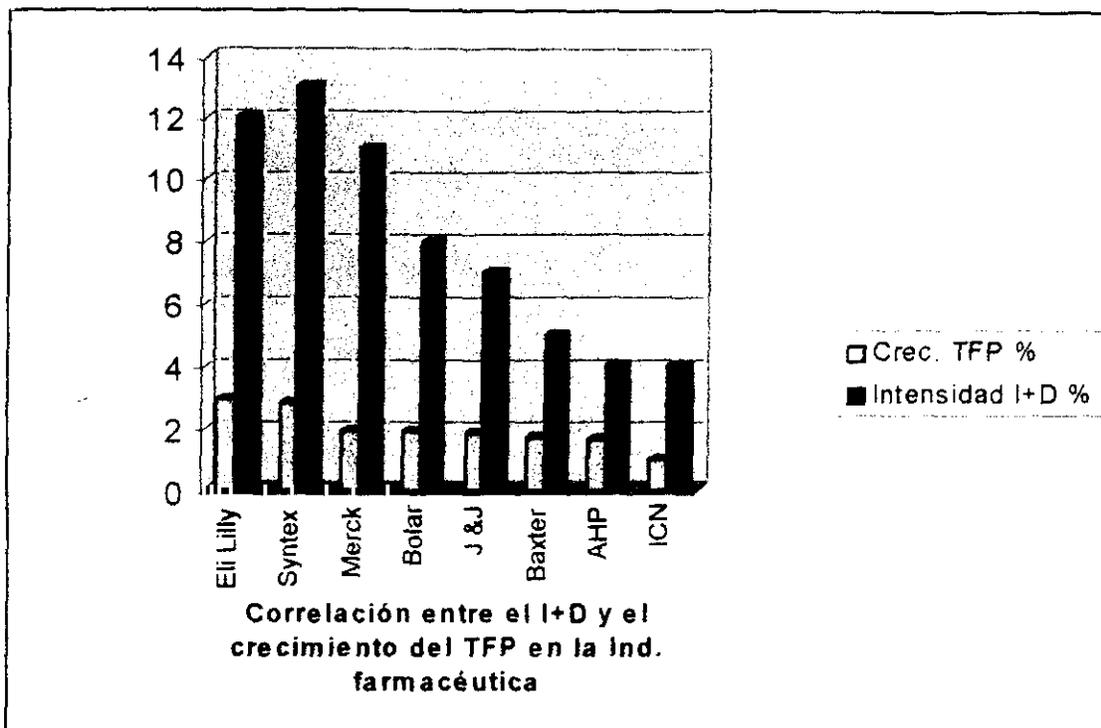
Aunque la mayor parte de la investigación realizada hasta ahora ha utilizado información procedente de sectores industriales, la constatación de que hay fuertes diferencias en el desarrollo y uso de la tecnología, en el crecimiento de la productividad y en la creación de empleo, *dentro* de cada sector industrial, ha llevado a un creciente número de investigadores a examinar estas relaciones usando información a nivel de empresa.

** Soete, L. *The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered*, Research Policy, 16, 101-30, 1987.

*** Brouwer, E. and A. Kleinknecht, *Technology and the Dutch competitive position*, Beleidsstudies Technologie Economie, 23, The Hague, Ministry of Economic Affairs, 1993.

6.2) Incidencia a nivel de empresa:

Aunque se han realizado pocos estudios a este nivel, se han encontrado correlaciones positivas entre el crecimiento de la productividad y el gasto en I+D. El siguiente gráfico^{*} presenta información sobre la intensidad en I+D y la tasa anual de crecimiento de la productividad total de los factores de 15 empresas farmacéuticas.



En términos de productividad y tecnología, la investigación a nivel de empresa muestra que la adopción y la exitosa incorporación de nueva tecnología afecta al comportamiento de la productividad. Baldwin, Diverty y Sabourin^{*} examinan la forma en la que varían los niveles de productividad con el uso de tecnología avanzada, y cómo los cambios en la productividad están relacionados con los cambios en la tecnología. Muestran que en Canadá los usuarios de tecnología tienen una productividad más alta a largo plazo que los que no la usan, y que la diferencia está aumentando con el paso del tiempo.

Para los centros de fabricación de Estados Unidos, McGuckin^{**} averiguó que los centros de alta tecnología y productividad en 1992, también tenía una productividad por encima del promedio en 1982. Esto no significa que las tecnologías avanzadas no aumentan la productividad; los autores sugieren que otros factores no observados, también relacionados con la tecnología, influyen en la productividad. Estas

^{*} Gráfico: La correlación entre el I+D y el crecimiento del TFP en el sector farmacéutico. Fuente: Bean, 1995.

^{*} Baldwin, J. B. Diverty y J. Johnson: *Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives*, Research Paper No.75. Analytical Studies Branch, Statistics Canada, 1995.

^{**} McGuckin, R., M. Streitwieser, *Advanced Manufacturing Technology and Productivity Growth*, artículo presentado en el encuentro sobre los efectos de la tecnología y la innovación en el rendimiento de la empresa, Washington, Mayo de 1995.

característica no observadas podrían incluir la formación de la mano de obra, las estructuras de la organización y las habilidades de gestión.

Algunos artículos recientes tratan sobre estos factores no observados. Nyholm^{***} averiguó que las empresas danesas que usan tecnología avanzada tan sólo tienen un pequeño margen de productividad por encima de los que no la usan. Sin embargo, también encontró que las empresas que usaban tecnologías avanzadas y que habían realizados *cambios organizativos* tenían una productividad mucho mayor.

Greenan y Guellec^{****} encontraron, usando datos de Francia, que las habilidades de la fuerza de trabajo y las tecnologías avanzadas estaban fuertemente relacionadas con la estructura organizativa de la empresa. Un ambicioso programa de investigación llevado a cabo en Canadá[†], que analiza las estrategias y las actividades que caracterizan a los innovadores con éxito, nos muestra un cuadro más claro sobre lo que se ha denominado tradicionalmente como factores no observados. Las empresas con éxito no sólo usan tecnologías avanzadas sino que también tienen competencias superiores en recursos humanos, marketing, finanzas, eficiencia en la producción y rentabilización de los programas del gobierno.

La relación entre el I+D y las exportaciones también se ha investigado a nivel de empresa. El estudio de Brouwer y Kleinknecht incluye información a nivel de empresa. A este nivel micro se ha analizado los factores que explican la cuota de exportaciones sobre el total de ventas de 2.165 empresas holandesas en 1988. Tanto la cooperación en I+D con socios extranjeros como la compra de equipos y maquinaria avanzada tenían una influencia sistemática. El propio gasto en I+D tenía también importancia, pero sólo para la actividad en I+D relacionada con los productos. La actividad en I+D relacionada con los procesos en cambio no tenía una influencia en el rendimiento exportador.

^{***} Nyholm, J. *Information Technology, Productivity and Employment in the Danish Manufacturing Sector*, conferencia presentada en el mismo encuentro de Washington, Mayo de 1995.

^{****} Greenan, N. y D. Guellec. *Firm Organisation, Technology and Performance: An empirical Study for France*, conferencia presentada en el mismo encuentro de Washington, Mayo de 1995.

[†] Baldwin, J. and J. Johnson. *Business Strategies in More and Less Innovative Firms in Canada*, Research Policy, 1996.

7) Explicación Teórica:

Como ya habíamos comentado, la ciencia económica solía centrarse en la medición de los efectos económicos de la innovación, esto es, en el cambio técnico, y no en el número de las innovaciones o en otras medidas de producción tales como las patentes. Vamos a empezar con un análisis teórico del cambio técnico y luego continuaremos con una explicación sobre la relación entre el I+D y la producción de la innovación.

7.1) La función de producción:

Una función de producción relaciona el "output" con un número de "inputs", que normalmente llamamos factores de producción. Los inputs y el output se pueden relacionar en distintas formas. Un ejemplo es la función de producción Cobb-Douglas en la que los factores de producción capital y trabajo son sustitutos perfectos y los inputs tienen una elasticidad constante a escala.

Se han usado funciones de producción en diversos niveles de análisis: la unidad de producción, la empresa, el sector o la economía nacional. A nivel de la unidad de producción se puede dar una interpretación técnica a la función de la producción: el output de un producto específico P puede ser conseguido con distintas combinaciones de los inputs L, (trabajo) y C, (Capital).

Vamos a denominar T1, T2 y T3, tres combinaciones de inputs que pueden producir una cantidad dada de output, 2Q, de un producto específico P, al año. Para otros niveles de output, tales como 1Q o 3Q son necesarias otras cantidades, (y posiblemente otras combinaciones), de trabajo y de capital. Las funciones de producción indican una producción máxima que se obtiene con una combinación dada de inputs. La idea detrás de estas funciones es que una empresa en el mercado de P puede realizar la elección de la técnica más eficaz entre un conjunto de posibilidades, y la va a hacer dependiendo de los precios relativos del trabajo y del capital.

Vamos a suponer que en la combinación T1 se obtienen 50 unidades de producción, empleando 16 unidades de trabajo y 12 de capital al año, mientras que con la combinación T2 también se obtienen 50 unidades de producción, pero esta vez usando 20 unidades de trabajo y 10 de capital. Si una empresa está en T2 y de repente aumenta el coste del factor trabajo en relación al coste de los equipos de capital, T1 sería una combinación más eficaz.

Hay que tener en cuenta que T1, T2 y T3 serían puntos a lo largo de la función de producción, que representan técnicas de producción eficaces desde el punto de vista técnico. El cambio técnico se puede definir como un desplazamiento de la función de producción a lo largo del tiempo. Contra más se desplace hacia abajo la función, mayor será el cambio técnico en la economía. Un ejemplo sería el desplazamiento de la función de producción para todas las empresas en el mercado del producto P. El cambio técnico puede ser ahorrador de trabajo, ahorrador de capital, o neutral.

Cuando un sector se enfrenta a una subida de sueldos a lo largo del tiempo, las empresas podrían desear una nueva técnica de producción T4, que use menos trabajo

por unidad de producción que las tecnologías que están presentes en ese momento. De esta forma, la evolución de la economía, en el sentido de cambios en los precios relativos de los factores de producción, puede imprimir dirección a las innovaciones técnicas.

Una desventaja de los estudios realizados a nivel macro es que los resultados innovadores de todas las empresas en un sector se reflejan en una sola función de producción para el conjunto del sector. En otras ocasiones, cuando el I+D se incluye como un factor de producción independiente, no se hace una relación explícita entre la función de producción y el I+D. Hay que señalar además que, como ya hemos visto, en algunos sectores se usan innovaciones que han sido creadas por empresas en otros sectores. De esta forma, la relación entre I+D y productividad podría incluir a varios sectores.

Hay que hacer algunos comentarios adicionales para colocar este tipo de análisis económico en el marco de este trabajo. En primer lugar, la función de producción trata de innovaciones de procesos y no innovaciones de productos. Según Pavitt y Nelson, la mayoría de las innovaciones son innovaciones de productos y no innovaciones de proceso. Otros estudios muestran que entre el 50 y el 80% de toda la actividad de I+D se centra en innovaciones de productos o en una combinación de innovaciones de productos y procesos.

En segundo lugar, se asume de forma implícita que todas las técnicas de producción disponibles son conocidas por todas las empresas, lo que no es nada evidente, si tenemos en cuenta que la generación y la difusión de conocimiento en la economía es costoso.

7.2) La productividad del I+D en la empresa:

Cuando se incluye al I+D como factor de producción en la función de producción de la empresa se pueden estimar correlaciones entre el I+D y la productividad total de los factores de la empresa. En esta aproximación se asume que el I+D va a dar lugar a nueva tecnología, por lo que va a reflejar la influencia de la nueva tecnología en la productividad de la empresa.

Sin embargo, en esta aproximación no se incluyen i) factores que deciden cuando y cuanto invierte una empresa en I+D; ii) factores que deciden el rendimiento innovador por unidad de input de I+D; iii) factores que determinan hasta qué punto el uso de nueva tecnología da lugar al máximo rendimiento, (la máxima producción que se puede producir dada una combinación de inputs).

Todos estos factores se estudian en la gestión de la innovación. Además los dos primeros se estudian en la economía de la innovación. En este campo la naturaleza de la tecnología y del mercado juegan un papel importante. Factores importantes que veremos más adelante son la naturaleza y la tasa de crecimiento de la demanda, la naturaleza de la competencia, el régimen de apropiación y las oportunidades tecnológicas. Todos ellos influyen en los costes y beneficios de las innovaciones. En este aspecto hay que hacer una clara distinción entre los costes y beneficios tal y como son percibidos por la empresa y tal y como lo son por la sociedad. Las decisiones de las empresas de invertir en I+D se basan en sus expectativas de los costes y los beneficios de los proyectos de

innovación. Si se percibe que un proyecto de innovación es muy incierto una empresa puede decidir no invertir, mientras que en cambio el uso de este tipo de innovación puede ser muy beneficioso para el conjunto de la sociedad. El grado con el que las innovaciones creadas por empresas de un sector son usadas en otros sectores será el tema del siguiente apartado.

Uno de los principales problemas de las empresas innovadoras es conseguir estimaciones fiables de los beneficios que van a conseguir con los proyectos de innovación que quieren iniciar. Estos beneficios dependen básicamente de los costos y del tiempo que lleva completar un proyecto; del grado de encaje entre las características de la innovación y las preferencias de los consumidores; y del comportamiento de los competidores. La finalización con éxito de un proyecto de innovación no es por tanto garantía de un éxito comercial. Como veremos más tarde, las capacidades de innovación se deben acompañar de activos complementarios, tales como instalaciones eficientes de producción y de distribución, que permitan a las empresas apropiarse de los beneficios innovadores.

8) La difusión de la tecnología y la productividad:

Pero entender la relación entre tecnología y productividad exige no concentrarse exclusivamente en los esfuerzos en I+D del segmento de alta tecnología de la fabricación. Dado su pequeño tamaño, las fuertes ganancias de productividad que se dan en este segmento no se traducirían necesariamente en un crecimiento de la productividad más fuerte del conjunto de la economía.

Por ejemplo, incluso dentro de la fabricación, el sector de alta tecnología representa tan sólo el 30% del total del crecimiento de la productividad del trabajo en el sector de fabricación de Japón, el 25% de Estados Unidos, y el 20% de Alemania y del Reino Unido. Para el conjunto del sector privado, las ganancias en productividad de los segmentos de fabricación de alta y media tecnología unidos representaban entre el 15 y el 35% del crecimiento total de la productividad, (más alto en Estados Unidos y menor en Francia, Alemania e Italia)*.

La evidencia empírica disponible sugiere que la actividad de investigación y desarrollo es una fuente primordial de progreso tecnológico. Sin embargo, a pesar de la importancia de las inversiones en Investigación y Desarrollo para el crecimiento de la productividad, *lo que genera beneficios económicos importantes no es tanto la invención de nuevos productos y procesos, o su explotación comercial inicial, sino su difusión generalizada.*

Las empresas innovadoras no se apropian de la totalidad de los beneficios para la productividad de sus innovaciones de éxito. Más bien lo que ocurre es que estas innovaciones se incorporan a bienes que en último término contribuyen a una productividad más alta del conjunto de la economía. De esta forma el rendimiento económico de la mayor parte de los sectores de la industria y de los servicios depende de la puesta en práctica de la tecnología mediante la adopción y el uso de ideas y productos que a menudo han sido desarrollados en otro sitio.

* OECD. *Technology, Productivity and Job Creation*, pág 47. Paris. 1998.

Para la mayor parte de los sectores, especialmente los incluidos en la fabricación, la compra y asimilación de maquinaria avanzada ya representa el medio principal de adquisición de tecnología. La tecnología incorporada en el capital aumenta el nivel tecnológico del stock de capital de un sector, dando lugar de esta forma a una mejora de la productividad y de la competitividad. En el nivel global, y especialmente en el caso de economías pequeñas y abiertas, este efecto de "derrame" puede ser más importante que el derivado de las mejoras de productividad debidas al propio I+D o al procedente de otras fuentes de aprovisionamiento externo tales como las licencias tecnológicas.

Un reciente estudio de la OCDE^{*} examinaba la relación entre I+D, la difusión de la tecnología y el crecimiento de la productividad de diez países de la OCDE. La metodología asumía que la compra de inputs intermedios y de capital por parte de la industria, tanto a nivel nacional como internacional, actúa como medio de difusión de la tecnología, tanto entre sectores industriales como entre países. Este supuesto permitía construir variables de I+D incorporado como indicadores de difusión tecnológica, que luego se colocaban junto a otras variables de intensidad de I+D más tradicionales, para luego examinar el peso de su papel en la determinación del crecimiento del TFP.

El estudio llegaba a las siguientes conclusiones: i) la difusión de la tecnología ha contribuido de forma relevante al crecimiento del TFP, representando a menudo más de la mitad del crecimiento de la productividad de un periodo determinado; ii) su contribución normalmente supera la de los esfuerzos directos en I+D; iii) la difusión de la tecnología tenía un impacto mayor sobre el crecimiento del TFP en los años 80 que en los 70.

Hay algunos estudios^{**} empíricos y teóricos que señalan la importancia de la difusión de la tecnología para el crecimiento de la productividad. TFP no sólo depende de los gastos relacionados con la tecnología que los sectores realizan, sino también de la tecnología desarrollada en otro sitio, que se vuelve disponible para los sectores que deseen usarla.

Las pautas de difusión influyen en el crecimiento de la productividad, lo que a su vez determina los movimientos de precios, y el potencial de crecimiento de la demanda de productos y servicios. Las distintas metodologías usadas revelan que la difusión afecta a la productividad por medio de distintos canales: la compra de maquinaria, equipos o componentes tecnológicamente sofisticados (difusión incorporada), o el simple préstamo de ideas, know-how, y saber hacer, (difusión no incorporada).

Sin embargo, al mismo tiempo se constata que el esfuerzo innovador realizado dentro de la empresa es importante para ser capaz de beneficiarse de la tecnología

^{*} Sakurai, N., E. Ioannidis, y G. Papaconstantinou: *The Impact of R&D and of Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence from Ten OECD Countries in the 1970s and 1980s*, Science and Technology Working Papers 1996/2, OECE, Paris, 1996.

^{**} Reati, A: *Radical Innovation and Long Waves in Pasinetti's Model of Structural Change: Output and Employment*, Economic Papers Series No. 109, Directorate-general for Economic and Financial Affairs, European Commission, 1995.

procedente de fuera, ya que una de las funciones del R&D es ayudar a las empresas a "aprender"***.

8.1) Flujos de tecnología entre sectores de la economía:

Algunos sectores tienen una intensidad baja en I+D porque la mayoría de las empresas son usuarias de nueva tecnología y no creadores. Si este sector de baja intensidad en I+D de un país puntúa por debajo del mismo sector en otros países, estamos hablando de una desventaja competitiva. Sin embargo, si la intensidad en I+D es comparable con la de otros países, el sector por lo general produce pocas innovaciones y el criterio de competitividad se vuelve el grado con el que las empresas del sector usan la nueva tecnología creada en otros sectores. De hecho es bastante normal que algunos sectores creen nueva tecnología mientras que otros fundamentalmente usen esta tecnología creada en los otros sectores.

A nivel de sector se pueden identificar las principales fuentes de innovación: las propias empresas, otras empresas, la comunidad científica, países extranjeros. Aquí vamos a limitar la discusión empírica a las pautas de flujo tecnológico entre creadores y usuarios de innovación.

Dentro de la fabricación Nelson* distingue distintas categorías de sectores:

- i) sectores con un equilibrio entre la cantidad de I+D que gastan y la cantidad que reciben, (por ejemplo, caucho y plásticos).
- ii) sectores que reciben mucho más I+D del que gastan, (por ejemplo textiles, metales férreos, madera y corcho, imprentas y papel).
- iii) sectores que gastan mucho más I+D del que reciben. Esta última categoría se puede dividir en a) sectores en donde el propio I+D se incorpora a productos para que sean usados en pocos sectores (sector de maquinaria agrícola, misiles y aviones); b) sectores en donde el propio I+D se incorpora a productos de consumo, (alimentación y tabaco, farmacia, productos de papel); c) sectores en donde el I+D da lugar a productos usados en un amplio espectro de sectores de consumo (ordenadores, productos de plástico y caucho, productos de metal fabricado, orgánicos y químico).

La siguiente tabla presenta ejemplos de sectores del estudio de Nelson. Para cada sector se da los gastos en millones de dólares, los cuales se dividen entre usuarios de las innovaciones derivadas del I+D: consumidores finales, otros sectores y el propio sector, (en el caso de innovaciones de procesos).

Además se presenta el gasto en I+D de los sectores de proveedores. Contra más dirija un sector su I+D a innovaciones de productos y no de proceso, (uso propio), menor será la correlación con el aumento de productividad del sector.

*** Cohen, H. y D. Levinthal, *Innovation and Learning: The Two Faces of R&D*, *Economic Journal*, September, 1989.

* Nelson, R.R, *Inter-industry Technology Flows in the United States*, *Research Policy*, 11, 1982.

Pautas de producción y uso de las innovaciones en algunos sectores de EE.UU

| | I+D del sector | Usuarios de propio sector | Resultados I+D otro sector | Consumidores | I+D de proveedores |
|--------------------------------|----------------|------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------|
| <i>Alimentación y tabaco</i> | 444,9 | 278,2 | 23,6 | 143,1 | 245 |
| <i>Productos textiles</i> | 179,3 | 128,4 | 32,7 | 18,2 | 122,4 |
| <i>Cuero y vestido</i> | 55,5 | 16,5 | 1,3 | 37,7 | 73,8 |
| <i>Químicos orgánicos</i> | 297,2 | 163,3 | 119,8 | 14,1 | 207,6 |
| <i>Productos farmacéuticos</i> | 557,3 | 71 | 24,3 | 462 | 95,3 |
| <i>Caucho y plásticos</i> | 419,8 | 203 | 104,9 | 111,9 | 470 |
| <i>Productos metálicos</i> | 552,7 | 127,7 | 318,4 | 106,6 | 270,3 |
| <i>Motores y turbinas</i> | 282,2 | 38,9 | 203,7 | 39,6 | 56,9 |
| <i>Componentes eléctricos</i> | 594,9 | 386,4 | 162,3 | 46,2 | 446,4 |
| <i>Vehículos de motor</i> | 1518 | 158,8 | 13,3 | 1345,9 | 308,1 |

Pavitt^{*} también presenta información sobre sectores que producen innovaciones y sectores que las usan. Aunque se dan varias diferencias importantes entre este estudio y el de Nelson, se pueden observar pautas similares en la producción y en el uso, según los dos autores. Mientras que Nelson examinaba los sectores proveedores como una fuente de inputs de las instalaciones de producción de un sector innovador, (en forma de máquinas, piezas o materiales), Pavitt estudiaba las fuentes de información para los inputs del proceso de innovación del sector productor, o lo que podríamos llamar los inputs para los departamentos de I+D de las empresas del sector.

Estas fuentes se dividen en las procedentes de fuentes públicas, (universidades, institutos de investigación), las procedentes de otras empresas y las procedentes de la propia empresa. La innovación resultante puede ser de proceso o de producto. En este último caso, la información incorporada en los productos es transmitida a los usuarios, que son otras empresas o particulares.

8.2) Relaciones tecnológicas entre las empresas:

Los flujos de tecnología entre los distintos sectores que hemos presentado sugieren que las empresas en los sectores usuarios están comprando nueva tecnología de empresas en sectores innovadores. Las empresas innovadoras también compran nueva tecnología de los sectores proveedores. Los estudios empíricos muestran que en algunas ocasiones las relaciones tecnológicas entre el creador el cliente y el usuario son mucho más que una sencilla relación contractual.

Las relaciones cliente proveedor juegan un importante papel en la práctica. En muchos casos las empresas que operan en un sector específico compran productos

^{*} Pavitt: *Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory*, Research Policy, 13, 1984.

intermedios de proveedores, vendiendo a su vez productos intermedios a sus clientes. Antes hemos mencionado que la mayoría de las innovaciones están relacionadas con productos intermedios. La tecnología desarrollada que se incorpora en estos productos se ve influida a veces por el tipo y por la intensidad de la relación entre el cliente y el proveedor.

Aunque los productores de productos finales también compran sus componentes y sus materias primas de proveedores, en la mayoría de los casos no venden los productos directamente a los consumidores sino a minoristas o mayoristas. En estas situaciones las relaciones entre las empresas pueden influir el rendimiento tecnológico de las dos partes. Las empresas que dan lugar a innovaciones pueden también tener una relación especial con algunos de sus clientes. Von Hippel** estudió más de 200 innovaciones en nueve áreas tecnológicas. Llegó a la conclusión de que la mayoría de las innovaciones eran desarrolladas por los usuarios de las innovaciones y no por los fabricantes que llevan a los productos conseguidos con estos avances tecnológicos al mercado. La siguiente tabla ofrece un resumen de los descubrimientos de Von Hippel.

| <i>Tipo de innovación</i> | <i>Innovación desarrollada por</i> | | | Total |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------|-----------|-------|
| | Usuario | Fabricante | Proveedor | |
| <i>Instrumentos científicos</i> | 77% | 23% | 0% | 111 |
| <i>Semiconductores</i> | 76% | 21% | 0% | 49 |
| <i>Procesos de protrusion</i> | 60% | 10% | 0% | 10 |
| <i>Equipos de tractor</i> | 6% | 94% | 0% | 16 |
| <i>Plásticos de ingeniería</i> | 10% | 90% | 0% | 5 |
| <i>Plásticos aditivos</i> | 8% | 92% | 0% | 16 |
| <i>Gas Industrial</i> | 42% | 17% | 33% | 12 |
| <i>Plásticos térmicos</i> | 43% | 14% | 36% | 14 |
| <i>Equipos de acabado de cables</i> | 11% | 335 | 56% | 20 |

8.3) La Difusión de la Tecnología en el sector servicios:

El impacto de la difusión de la tecnología es especialmente fuerte en el sector servicios, el cual es un creador y usuario de nuevas tecnologías cada vez más activo. Aunque antes veíamos que la mayor parte del I+D es realizado por la industria, especialmente por el sector de alta tecnología, el sector servicios está representando un porcentaje creciente del total de los gastos en I+D del sector privado. Esta tendencia es especialmente clara en Estados Unidos, Canadá y Australia, en donde cerca del 40% del total del I+D es llevado a cabo por empresas del sector servicios. Es menos evidente en Europa o Japón, debido probablemente al hecho de que estos países no han extendido sus encuestas de I+D al sector servicios con la suficiente precisión.

La creciente cuota de los servicios en el total del I+D del sector privado puede ser debido a tres factores. En primer lugar, siempre han existido actividades de investigación en los servicios (empresas privadas de I+D, empresas de diseño e ingeniería...) que pueden haber aumentado en los últimos años.

** Hippel, E. von. *The Sources of Innovation*, Oxford/New York, Oxford University Press, 1988.

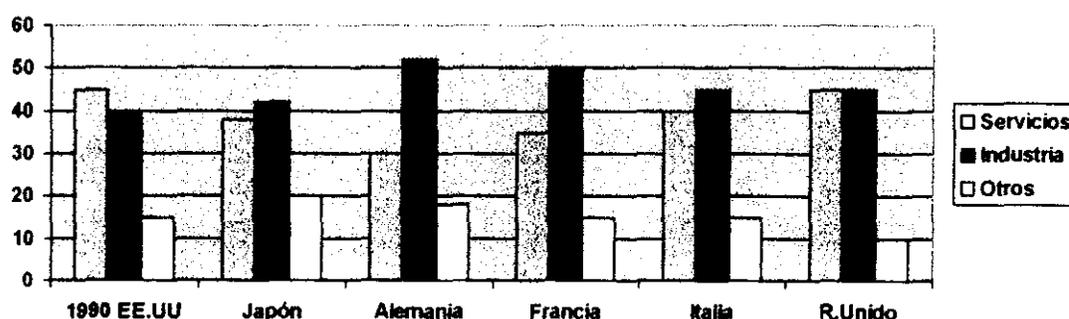
* Tabla: Resumen de las fuentes funcionales de innovación. Fuente Von Hippel, 1988.

En segundo lugar, hay investigación en áreas totalmente nuevas en las que las tecnologías de la información, el entretenimiento y el intercambio de información convergen (por ejemplo el multimedia, publicaciones en CD-Rom, etc.).

En tercer lugar, algunas actividades que tradicionalmente eran desempeñadas por la industria son ahora suministradas por empresas de servicios, que han nacido como resultado de la subcontratación que a menudo hacen ahora empresas de fabricación; un ejemplo son las empresas de software, incluidas ahora en los servicios, mientras que en los primeros días de la revolución de las ICT se consideraban fabricación.

Sin embargo, los servicios destacan no tanto como creadores de tecnología sino como *usuarios* de ella. El gráfico muestra el porcentaje de adquisición de productos intensivos en I+D en distintos sectores de la economía de algunos países desarrollados. Servicios tan variados como los sociales y personales, (una categoría que cubre las compras de equipos por parte del sector sanitario), transportes y almacenamiento, servicios a la empresa, el sector inmobiliario, el comercio minorista y las grandes superficies, son compradores importantes de maquinaria y equipos tecnológicamente sofisticados.

Entre los países desarrollados, la importancia de las empresas de servicios en la inversión indirecta en intangibles es especialmente fuerte en los Estados Unidos y Reino Unido, y menor en Alemania.



Esta importancia de los servicios como *usuarios de tecnología* se explica por el tamaño del sector en el conjunto de la economía. Los sectores grandes tienen más transacciones intersectoriales y es más probable que compren grandes cantidades de maquinaria y de equipos que incorporen a nueva tecnología.

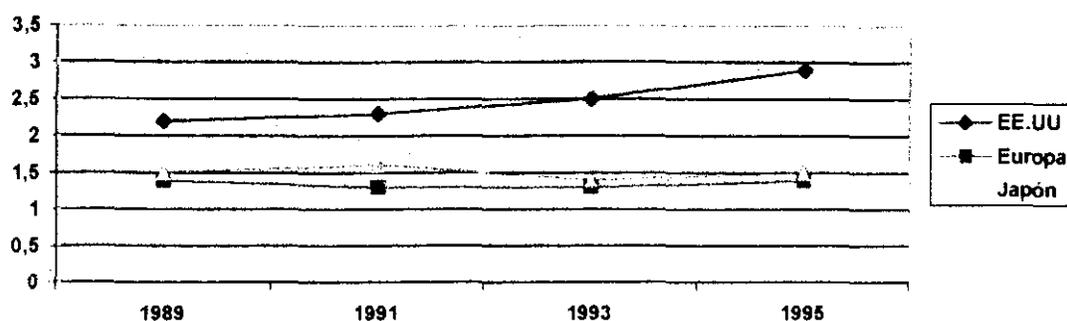
Sin embargo, el tamaño por sí solo no es suficiente para explicar el uso de la tecnología en algunos sectores de los servicios, en los que la razón principal se debe a la naturaleza de la actividad que realizan, que les obliga a ser especialmente intensivos en tecnologías: es el caso de las comunicaciones o el de la sanidad.

Como ya hemos visto en otra parte de este trabajo, las inversiones en Tecnologías de la Información y de la Comunicación (ICT) son cada vez más

* Gráfico: Difusión de Tecnología. Adquisición de productos intensivos en R&D en distintos sectores de la economía, 1990. Fuente: Cálculos de la OCDE basados en la base de datos ANBERD.

importantes. Entre todas las tecnologías que se están difundiendo por los países avanzados, las ICTs son las que tiene los efectos más universales para el conjunto de la economía y las que están creciendo con mayor velocidad. Desde los años 80 los mercados de ICTs han crecido a una tasa que es dos veces superior a la del crecimiento de la economía.

Como se puede ver en el gráfico*, el crecimiento ha sido especialmente rápido en Estados Unidos en la primera mitad de esta década, y un poco más lento en la UE o en Japón.



En otras partes de este trabajo se analiza la forma en la que las ICTs están transformando los métodos de producción y las pautas de consumo de las economías avanzadas. También se comenta la forma en la que la difusión de Internet y del comercio electrónico está cambiando la forma en la que se realizan las actividades económicas.

Aquí sólo merece la pena recordar que en los mercados financieros las ICTs están dando lugar a una mayor movilidad del capital y a unos menores costes de transacción. En los mercados de productos está permitiendo una mayor competencia, menores precios y márgenes, mayor flexibilidad en la empresa y una mayor productividad, especialmente si está combinada con un cambio organizativo.

8.4) La difusión de la tecnología y la productividad de los servicios:

Son conocidas las dificultades derivadas de la medición de la productividad en los servicios. El estudio de diez países mencionado antes (Sakurai 1996) muestra por otro lado que la difusión de tecnología incorporada tiene un fuerte impacto en el crecimiento del TFP de los servicios.

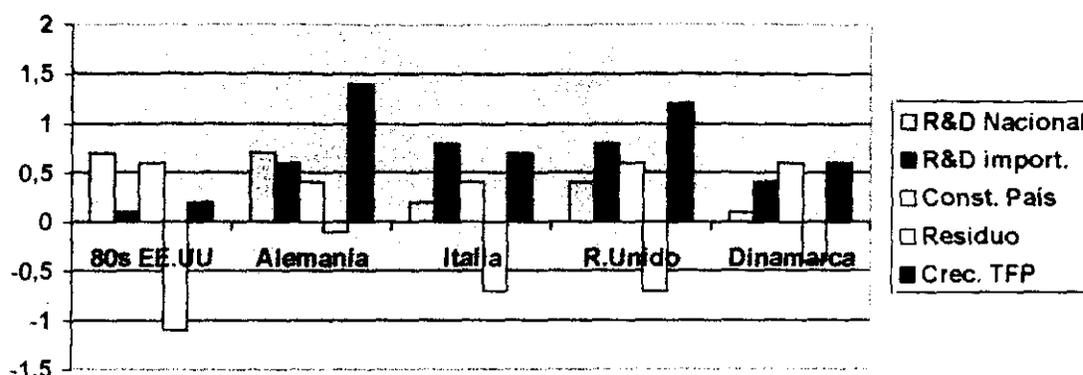
En promedio, para los diez países cubiertos por el estudio, la estimación de la tasa de retorno del I+D incorporado en el sector servicios era del 130% en los años 70 y del 190% en los 80.

Las principales fuentes de ganancias de productividad basadas en la difusión fueron la inversión en equipos intensivos en I+D y el aprovisionamiento de bienes del extranjero por medio de importaciones.

* Gráfico: Inversión en Tecnologías de la Información y de la Comunicación como porcentaje del PIB.
Fuente: OCDE basándose en datos de International Data Corporation.

Es interesante examinar en qué medida el I+D y su difusión han incidido en el crecimiento del TFP de un determinado sector.

La estimación de la incidencia de la tecnología incorporada nacional e importada en el crecimiento del TFP del sector de servicios de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (una categoría que aquí incluye los servicios de comunicación y transporte, así como los servicios a la empresa) puede apreciarse el siguiente gráfico. Como se puede apreciar, el I+D incorporado contribuye de una forma significativa al aumento del potencial de productividad de este sector.



En concreto, mientras que la tecnología obtenida mediante la compra de bienes intensivos en I+D fabricados nacionalmente era más importante que la tecnología importada en Estados Unidos y Alemania, la tecnología importada ha jugado un papel más importante en otros países, especialmente en los más pequeños como Dinamarca. En general, mientras que el nivel de tecnología importada difiere entre países, el impacto de la tecnología nacional es más uniforme.

En definitiva, el estudio concluye que la inversión en I+D y el I+D incorporado han tenido un impacto significativo en el crecimiento del TFP del sector de servicios de las tecnologías de la información y de la comunicación. El I+D llevado a cabo en la industria se ha difundido por otros sectores de la economía, aumentando la productividad de los servicios que compraron productos intensivos en I+D e inputs para sus procesos de producción.

Como los servicios de ICT tienen fuertes vínculos con los fabricantes de ICT (categoría que aquí incluye a los fabricantes de ordenadores, equipos de comunicación, semiconductores e instrumental científico), *el impacto estimado de la tecnología adquirida en los servicios de ICT* fue de un promedio del 0,8% en los diez países incluidos en el estudio, de los cuales 0,3 procedía de productores nacionales y 0,5 de los extranjeros. De esta forma se puede afirmar que la mejora en el potencial de productividad de los servicios de ICT puede ser atribuida en parte al proceso de difusión tecnológica internacional.

⁷ Contribución del R&D incorporado al crecimiento del TFP en los servicios de Tecnologías de la Información y de la Comunicación en los años 80. Fuente: División de Ciencia y Tecnología de la OCDE, basado en el Estudio de Sakurai, que también incluye a Japón, Francia, Holanda, Canadá y Australia.

8.5) La dimensión internacional de la difusión de la tecnología en los servicios:

A medida que los países desarrollados se vuelven más interdependientes, intensificándose el comercio internacional de los servicios, y las compras de tecnología extranjera por parte de las empresas, la importancia económica de la difusión de la tecnología por medio del comercio y de la inversión internacional aumenta.

Un reciente estudio de Bernstein*, que intentaba evaluar la incidencia de la difusión internacional de la tecnología en el crecimiento de la productividad, encontró derrames (spillovers) significativos entre países. Otro estudio de Coe y Helpman** sobre 22 países, encontró que i) el capital de I+D, tanto nacional como extranjero, tenía una fuerte incidencia en la productividad, ii) el impacto del I+D extranjero crecía con el tiempo y iii) este impacto era mayor en los países pequeños.

El estudio de Sakurai, ya mencionado antes, sobre diez países encontró que para los países grandes como Estados Unidos, Japón, Alemania, o Francia, la difusión nacional de la tecnología era mucho más importante que la tecnología importada para el crecimiento del TFP. Sin embargo, en países pequeños como Holanda o Dinamarca ocurre lo contrario. En todos los países, la tecnología importada fue un factor más importante en el crecimiento del TFP en los años 80 que en los 70.

Todos estos estudios sugieren en definitiva *que el I+D extranjero tiene un impacto significativo en el TFP de los sectores económicos nacionales*. Además, la difusión de tecnología entre los países avanzados ha aumentado significativamente en los últimos años. El florecimiento del comercio transnacional de tecnología y el dinámico papel jugado por las multinacionales y por los sectores intensivos en investigación en el comercio de tecnología y en la inversión directa transnacional pueden aumentar la magnitud de estos derrames en los próximos años, con unos beneficios que se distribuirán de forma desigual entre empresas, sectores y países.

* Bernstein, J. y P. Mohen, *International R&D Spillovers between US and Japanese R&D Intensive Sectors*, NBER Working Paper No. 4682, Cambridge, MA, 1994.

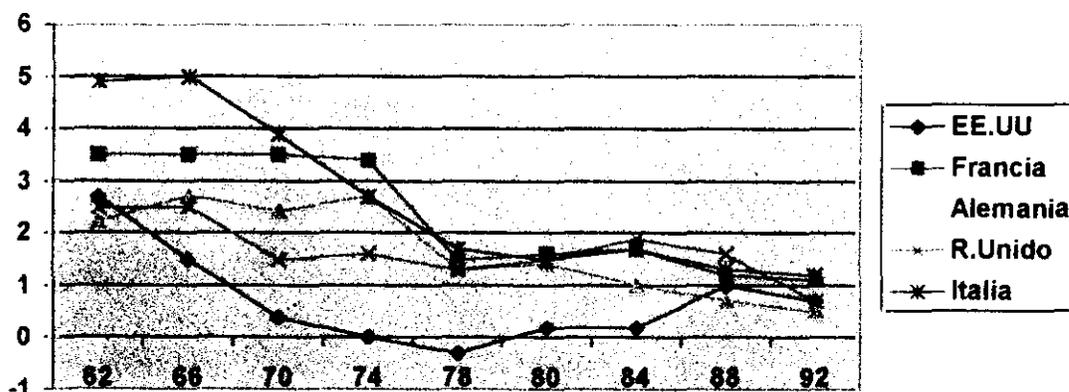
** Coe, D. and E. Helpman, *International R&D Spillovers*, NBER Working Paper No. 4444, Cambridge, MA, 1993.

9) La paradoja de la productividad.

Desde la primera crisis del petróleo, el crecimiento de la productividad de los países más avanzados se ha reducido. Esta ralentización ha ocurrido en una etapa de excepcional progreso tecnológico durante la cual las TCIs se han difundido por todas las economías avanzadas. Esta combinación de menor productividad en un momento de rápido avance tecnológico ha sido bautizado como la paradoja de Solow, que plantea cuestiones cruciales sobre la capacidad de los países desarrollados para traducir su mayor capacidad tecnológica en aumentos mensurables de la productividad y del crecimiento.

En el caso de algunos países como Japón, Italia, Francia y EE.UU., la tasa de crecimiento del TFP empezó a bajar en los años 60. Sin embargo, para la mayoría de los países el punto de partida de esta tendencia a la baja se sitúa en la primera crisis del petróleo. Para el conjunto de la OCDE el crecimiento del TFP anterior a 1973 fue de casi un 3%. Entre 1974 y 1979, la tasa bajó a un 0,5%, aunque ha vuelto a subir un poco en los 80 llegando al 0,8%. La bajada desde 1973 se ha producido en todos los países de la OCDE, y en algunos de ellos, (Alemania, Francia, Italia y Canadá), ha continuado en los años 80.

Para el conjunto de la OCDE, el crecimiento del TFP se mantuvo en una tasa del 0,7% entre 1980 y 1985 y subió a 0,8% en la segunda mitad de la década. De esta forma, el promedio del área de la OCDE a principios de los 90 era muy parecido al de principios de los 80, como se puede ver en el gráfico*. La única excepción es EE.UU., con un crecimiento TFP mayor que sugiere que la economía americana había salido de su recesión con ganancias significativas de la productividad, después de haber realizado una reestructuración tanto de la industria como de los servicios.



Además de este descenso de la tasa de crecimiento de la productividad después de 1973, los indicadores de cambio tecnológico dejan ver un escenario más complejo. La información disponible tan sólo permite apoyar parcialmente la difundida creencia en la aceleración del ritmo de cambio tecnológico. Aunque la experiencia diaria en el puesto de trabajo nos sugiere que la penetración de las tecnologías de la información es mayor que nunca, en parte como resultado de la fuerte caída en los precios de los ordenadores, al mismo tiempo la información en el gasto en R&D nos muestra que para

* Gráfico: Tendencia de crecimiento del Total de productividad de los factores (TFP). Fuente OCDE basado en las estimaciones del Secretariado sobre la base de datos analítica de la OCDE.

el conjunto de la OCDE el esfuerzo innovador tocó techo a mediados de los 80. Las tasas de crecimiento de las inversiones en R&D han bajado constantemente en los 80 y a principios de los 90. En proporción al PIB, el esfuerzo de gasto también parece haber tocado techo. De la misma forma, los datos sobre patentes muestran una estabilidad o incluso un descenso en algunos países, mientras que se produce un rebrote en otros, como EE.UU. En definitiva, el escenario es complejo.

En estos momentos está teniendo lugar un intenso debate sobre la paradoja de la productividad y sobre sus explicaciones potenciales. El debate trata por un lado del papel de la tecnología en relación a otros factores a la hora de explicar la menor productividad, y de forma más general sobre la razón por la cual el cambio tecnológico no está reflejado de forma adecuada en las cifras oficiales de productividad.

En relación al primer tema, una gran conferencia* que tuvo lugar en la OCDE concluyó que la menor productividad no podía ser atribuida sólo a los problemas asociados con la introducción de nueva tecnología. También puede ser explicado por el cansancio en el proceso de convergencia en los niveles de productividad de los países que tuvo lugar hasta los 70s. Otros factores que se han sugerido incluyen los shocks macroeconómicos derivados de cambios rápidos y grandes en los precios relativos de los años 70, así como las rigideces organizativas y sociales heredadas de etapas previas de rápido crecimiento.

En cuanto al segundo tema, la cuestión básica es saber la razón por la que el avance tecnológico no está reflejado en las cifras de productividad. Hay dos enfoques al problema: el primero es preguntarse si los hechos que hemos asumido están equivocados, y el otro es cuestionar nuestra comprensión de la relación entre tecnología y productividad. En otras palabras, el primero aborda el problema desde la perspectiva de la medición y examina la forma en la que la productividad y el cambio tecnológico son medidos. El segundo examina el proceso de avance tecnológico, sus características, estructura de tiempo y los desfases entre la inversión y la obtención de mejoras en la productividad, la necesidad de cambios en muchas áreas y la forma en la que estos se traducen en ganancias en la productividad.

9.1) Problemas de Medición:

Se pueden constatar grandes dificultades para medir adecuadamente el cambio tecnológico y sus efectos. La medición más habitual durante décadas ha sido el gasto en investigación y desarrollo (I+D) en que el sector público y privado incurrieran, entendiendo, más o menos explícitamente, que el dedicar recursos a investigación conducía a unas mejoras en el conocimiento que antes o después se traducirían en nuevos bienes o servicios, esto es, en innovaciones. La realidad ha mostrado que tal linealidad no existe y que la aparición de innovaciones depende de otros muchos factores complementarios, y a veces alternativos a la investigación en sí.

No cabe duda de que la medición es clave si queremos que empresas y gobiernos tomen las decisiones adecuadas. Sin embargo los sofisticados sistemas contables que a lo largo del tiempo se han ido elaborando, tanto en la contabilidad empresarial como en la nacional, satisfacen adecuadamente las necesidades de información de un mundo en

* OCDE: *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*, OCDE, Paris, 1991

el que se den, al menos, las dos características siguientes: a) Se trate de un universo que, si bien no es estático, los cambios en él se producen con cierta lentitud, pudiendo diseñarse de antemano los mecanismos de ajuste a esos cambios previsibles. b) Esté basado, primordialmente, en objetos y bienes tangibles (maquinaria, materias primas, edificios, etc.)

El cambio tecnológico está contribuyendo a diluir ambas características y los instrumentos de medición con que contamos, basados en valores del pasado, no sólo no nos permiten predecir el futuro, sino que en ocasiones ni siquiera son válidos para medir el presente. Pensemos, por ejemplo, en lo difícil que es calcular la vida útil de un equipo de cara a la estimación de su amortización. Dicha vida útil, para una empresa que pretenda estar en vanguardia, está en función de la aparición de la siguiente generación de ese equipo, pero, es más, el coste de reposición puede no ser tampoco un valor adecuado porque el nuevo puede costar mucho menos.

Pero, además, los elementos intangibles que influyen en la capacidad productiva cada vez tienen una importancia mayor que los tangibles. Se habla así de una creciente "desmaterialización" de la producción en el sentido de que cada vez es menos dependiente de elementos materiales y más dependiente de los cerebros. El problema es que esos elementos intangibles en ocasiones se miden mal y en otras no se miden en absoluto. Sin embargo, si no medimos bien esos intangibles difícilmente podremos conocer su efecto en los resultados empresariales y, en consecuencia, en el empleo. De esta forma, medir mejor lo que está ocurriendo dentro de las empresas se convierte en una ayuda a la hora de analizar y de tomar decisiones sobre políticas adecuadas, por lo que se deberían dedicar los recursos necesarios a la mejora de la investigación en este campo.

En definitiva, tanto el cambio tecnológico como la productividad son a menudo mal medidos. Es sabido que no hay una medida adecuada de cambio tecnológico. Aunque las estadísticas oficiales de R&D son uno de los indicadores que se usan habitualmente, incluyen menos de la mitad del esfuerzo total dedicado al avance técnico y tiende a infravalorar el esfuerzo tecnológico, especialmente en áreas tales como el software y el diseño en las pequeñas empresas. También son muy flojas para el sector servicios, el cual juega un papel cada vez más importante en el cambio tecnológico, en virtud de su tamaño y de su naturaleza cambiante. Y lo que quizás sea más importante, el R&D es un indicador de *esfuerzo* innovador, por lo que no tiene que proporcionar necesariamente una buena información sobre los *resultados* de ese esfuerzo.

Los "indicadores de producción" de R&D tales como las patentes, presentan numerosas limitaciones. Proporcionan poca información sobre el contenido económico de esas invenciones y, como el R&D, tienen poco que decir sobre el proceso por el cual la adopción de nuevos productos y procesos desarrollados en otro sitio da lugar a una productividad más alta. Otras medidas de actividad tecnológica tales como las mediciones de difusión tecnológica o la proporción de nuevos productos también presentan limitaciones.

También hay evidencia sobre problemas de medición de la productividad. En el lado de los inputs, los problemas asociados a la medición del capital de stock son bien conocidos. Además, el capital debe ser definido de una forma más amplia para incluir tanto al capital físico como al humano. Las nuevas tecnologías aumentan la tasa de

obsolescencia del capital, que suele ser infravalorada en la contabilidad nacional, de esta forma se sobrevalora la tasa de crecimiento del stock de capital y se infravalora la tasa de crecimiento de la productividad. De la misma forma, en el caso de los inputs de trabajo, se puede haber infravalorado el crecimiento de la productividad en los 70 y los 80 debido a que no se ha tenido en cuenta la fuerte caída del número promedio de horas trabajadas por trabajador.

Una segunda fuente de errores de medición de la producción se relaciona con los cambios cualitativos que ha hecho posible la innovación. Los indicadores convencionales de precios no consiguen captar *los cambios en la calidad* y por lo tanto tienden a infravalorar la tasa de crecimiento de la producción y de la productividad en los sectores más innovadores. Los ordenadores son un ejemplo claro: las medidas de productividad son claramente infravaloradas, ya que el índice de precios usado en la mayoría de los países no tiene en cuenta los cambios en la calidad.

En realidad no hay forma de cuantificar estos beneficios de forma precisa. Según los investigadores del M.I.T⁷, las nuevas tecnologías van a ayudar a la gente de tres formas diferentes, que ellos denominan, automatización, amplificación y mediación. Vamos a ver cada una.

La automatización implica que las nuevas tecnologías de la información van a liberar a muchas personas de la realización de trabajo aburrido y repetitivo. En la actualidad, algunos médicos están recurriendo a sistemas que les ayudan a agilizar todo el papeleo y la burocracia que se derivan del ejercicio de su profesión. También les ayudan a simplificar y acelerar procedimientos tales como la petición y envío de radiografías, análisis de sangre, y otras tareas rutinarias. Parece razonable esperar que en un futuro no muy lejano podamos medir de forma aproximada las mejoras en productividad que estas herramientas proporcionan mediante una evaluación de su coste frente al ahorro que supone el trabajo humano que cada sistema sustituye.

La amplificación es la ayuda que un ordenador proporciona al mejorar la capacidad de una persona a la hora de realizar una tarea. La amplificación difiere de la automatización en que aquí no hay sustitución de personas, pues en toda la tarea hay un ser humano que controla la calidad del resultado. Esta es la forma en la que los ordenadores han ayudado en el pasado a los usuarios. El procesador de texto o el sistema CAD son ejemplos claros. En este caso, sería razonable medir las ganancias en productividad como la cantidad (y el tipo) adicional de trabajo que la tecnología permite hacer al usuario. En el caso del sistema CAD, podía suponer una triplicación del rendimiento del trabajador. Aquí el único problema radica en la dificultad para medir con precisión las mejoras *en la calidad adicional* que la nueva tecnología permite.

La mediación es el uso de ordenadores y comunicaciones para ayudar a los intercambios humanos. El trabajo en grupo, los grupos de discusión, el teletrabajo o la medicina a distancia son posibles gracias a la mediación. En este caso, el trabajo realizado por el grupo con el ordenador es mejor que el que realizaría el grupo sin la ayuda de la máquina. En nuestro siglo el teléfono ha sido nuestro principal mediador. La productividad ganada gracias a la mediación es aún más difícil de medir, pues su función primordial es la mejora de actividades tan humanas como son el trabajo en

⁷ Dertouzos, Michael: *What will be. How the new world of information will change our lives*, Harper Edge, 1997.

equipo o la comunicación, tarea totalmente cualitativas y que por lo tanto son difíciles de definir en términos de productividad. Quizás una forma aproximada para lograrlo sea la comparación de los logros conseguidos por grupos que usan la mediación frente a grupos que no lo hacen.

Una vez enunciadas las formas en las que las tecnologías de la información pueden ayudar a mejorar la productividad del trabajo, y la dificultad de medir estas mejoras en muchas ocasiones, me gustaría comentar entrar en el tema sobre si en la actualidad las tecnologías están proporcionando mejoras globales en la productividad de toda la economía, o si sólo lo consigue en algunos sectores. En caso afirmativo, sería conveniente preguntarse con qué velocidad van a difundirse estas mejoras.

En realidad, no parece que entendamos bien la productividad del sector servicios. Es difícil determinar de forma cuantitativa las mejoras en el trabajo relacionado con la información de un contable o el del gerente de una empresa. Aunque es posible medir el número de facturas que un contable procesa o los beneficios que el gerente consigue en un año, todavía no sabemos contabilizar con precisión las mejoras en la productividad total. Frente a este problema, algunos economistas miden la productividad del sector servicios restando la productividad de la fabricación de la productividad global de la fuerza de trabajo. Después de realizar algunos ajustes, llegan a la productividad restante que es la que se atribuye a los servicios.

Desgraciadamente este enfoque puede dar lugar a confusiones. Un informe ampliamente difundido de Stephen Roach, economista jefe de Morgan Stanley, mostraba que mientras que la productividad crecía en la industria en un 17% desde 1982 a 1989, la productividad en los servicios decrecía en cambio en un 7%. El informe no atribuía este descenso a los ordenadores. Sin embargo, no hay que ser un genio para llegar a la conclusión de que la explosión en la venta de ordenadores que se produjo en esa época no implicó las mejoras esperadas en la productividad del sector servicios.

Aunque es difícil saber la verdadera contribución de las tecnologías de la información sobre la productividad, se pueden plantear algunas sugerencias basadas en la forma en la que las tecnologías de la información han ayudado a las empresas hasta la fecha. Paul Strassman, responsable de información en Xerox y más recientemente director de información en el Pentágono, coordinó una ambiciosa investigación de 630 empresas a las que se planteaba precisamente esta pregunta. En su libro *El valor de negocio de los ordenadores*, intentó relacionar la rentabilidad de cada empresa con varios indicadores de intensidad en el uso de los ordenadores tales como el presupuesto disponible para tecnologías de la información o el número de ordenadores personales por empleado.

Sus cuadros no ofrecen ninguna correlación, hasta que divide a las compañías en dos grupos, dependiendo de si están bien gestionadas (para ello se basa en indicadores tales como el ROI o Return On Investment), o no. *En promedio, las empresas bien gestionadas con una alta intensidad en el uso de ordenadores rinden mejor que las bien gestionadas con baja intensidad.* Lo que es más interesante: *las empresas mal gestionadas con alta intensidad de ordenadores rinden en cambio peor que las mal gestionadas con baja intensidad.* Esto quiere decir, en definitiva, *que las tecnologías de la información actúan como si fueran lentes de aumento*, ampliando las fortalezas de la gestión, pero también las debilidades. Un bisturí puede dar lugar a prodigios en las

manos de un buen cirujano, o grandes desastres en las de un novato. Lo mismo se puede decir de las tecnologías de la información.

En definitiva, los estudios que se han centrado en temas de medición tienden a sugerir que este tipo de problemas ha aumentado a lo largo del tiempo, y que por lo tanto *el declive de la productividad en los años 70 ha sido exagerado*.

Sin embargo, el alcance de los problemas de medición ha sido probablemente demasiado pequeño como para explicar nada más que una parte de la ralentización del TFP en los años 70.

9.2) Desfases y la naturaleza del cambio tecnológico:

Entender el crecimiento de la productividad como proceso económico *endógeno* nos da una nueva perspectiva para enfrentarnos a la paradoja de la productividad. El uso eficiente de una tecnología radicalmente nueva requiere tiempo y esfuerzo. La presencia de un potente ordenador no es suficiente para mejorar la productividad. Es necesario contar con tecnologías complementarias (por ejemplo software); los trabajadores clientes y proveedores deben ser entrenados y la organización de la empresa debe adaptarse. Las incertidumbres sobre la dirección que las inversiones deben tomar a menudo alargan el proceso. El dominio de una nueva tecnología es un proceso largo tal y como nos muestra el caso de la generación y difusión de la energía eléctrica en el siglo XIX, que comentamos en otro apartado.

Cuando aparece una tecnología radicalmente nueva, la tasa de retorno de las actividades de aprendizaje en relación a las actividades de producción aumenta, pues el esfuerzo dedicado a mejorar la tecnología, aunque sea necesariamente alto, promete una mayor productividad en el futuro. El beneficio esperado induce a las empresas a dedicar recursos a actividades de aprendizaje, una de las cuales es el I+D. La producción de estas actividades es conocimiento, que no aparece en la contabilidad nacional. Como los recursos utilizados son distraídos de las actividades de producción, el nivel de producción cae, y la productividad, calculada como la relación entre la producción de bienes y servicios y los recursos totales, baja.

Una explicación alternativa a la paradoja de la productividad pone el énfasis en el hecho de que cada vez más esfuerzo innovador se dedica a actividades tales como la diferenciación de productos, mejoras en la calidad, introducción más rápida de innovaciones o entrega "just in time". Un ejemplo claro es el sector del automóvil, que ha aumentado fuertemente el número de modelos ofrecidos y ha acelerado la tasa de renovación de estos modelos*. Estos cambios responden a la demanda del consumidor y por lo tanto están económicamente justificados. Sin embargo, van en contra de las ganancias en productividad por dos razones.

En primer lugar, la mayoría de estas mejoras no aparece en la contabilidad nacional, ya que son vistas como aumentos del precio y no del volumen. En segundo lugar, aunque estas actividades de innovación tienen altas tasas de retorno privadas, pueden dar lugar a menores externalidades (derrames o "spillovers"). Como generan un conocimiento útil más localizado que las actividades de I+D orientadas hacia

* Guellec, D. P. Ralle y P. Glenat *Innovation de produit et compétitivité hors prix: une application au secteur automobile*, in *Innovation et Compétitivité*, INSEE Méthodes, No. 37-38, 1993.

innovaciones más radicales, los demás pueden obtener un menor beneficio de ellas, lo que rebaja la productividad general de la investigación.

Aunque es muy difícil evaluar empíricamente hasta qué punto la investigación está siendo orientada en esta dirección, un informe reciente de Estados Unidos (Oficina de Evaluaciones Tecnológicas, 1995) encuentra evidencia de que las empresas han desplazado una parte importante de sus recursos de I+D desde las inversiones a largo plazo hacia los proyectos a corto plazo, en el hecho de que muchos laboratorios centrales de investigación de grandes compañías (AT&T, IBM, Kodak y Xerox) han recortado sus plantillas y trabajan en una relación cada vez más estrecha con sus divisiones de desarrollo de productos.

Una razón para la nueva orientación de las actividades de innovación puede ser la mayor disponibilidad de tecnologías de la información, que reducen el coste y aumentan el retorno de la innovación marginal. De forma alternativa, la ampliación del mercado, debido a unos ingresos superiores del consumidor y a la eliminación de barreras al comercio internacional, puede inducir a las empresas a diferenciar los bienes para ganar en cuota de mercado. Por último, una competencia más intensa aumenta el coste de oportunidad de retrasar la comercialización de una pequeña mejora tecnológica para una empresa.

La productividad es uno de los criterios con los que se han medido las revoluciones socioeconómicas. El arado desencadenó la revolución agrícola al mejorar drásticamente la productividad de los granjeros. Los motores, y más tarde la electricidad, provocaron la revolución industrial al mejorar considerablemente la productividad de los trabajadores en la industria y en el transporte. Si realmente va a haber una revolución de la información, entonces los ordenadores deberán repetir esta pauta con la información y con el trabajo relacionado con la información. Hay que tener en cuenta que las tecnologías de la información apenas han empezado a mejorar su productividad, dañándola en algunos casos. La realidad es que a pesar de los rápidos progresos de los ordenadores, en la actualidad son todavía difíciles de usar. El grosor de los manuales de uso de aplicaciones como Word, Excel o Access deja claro que para poder sacar partido de estos progresos es necesario invertir una cantidad de tiempo que en muchas ocasiones se podría considerar excesivo en relación al beneficio que se obtiene de su uso.

Los problemas se agudizan por la tendencia actual de las empresas a incluir en los paquetes de programas numerosas aplicaciones con el propósito de atraer la atención del consumidor y darle la impresión que la oferta del producto es más completa. Sin embargo, en la realidad la utilidad es a menudo dudosa, y el resultado final es que dispersan la atención del consumidor y le hacen perder su tiempo en tareas de escaso valor. Este problema se agrava en el caso en el que el usuario sea excesivamente perfeccionista, y consuma una parte desproporcionada de su tiempo en mejorar la apariencia de la información con la que está trabajando (jugando con márgenes, tipos de letra, colores...).

En otras ocasiones los problemas se derivan de las limitaciones actuales de la inteligencia artificial que todavía no es capaz de producir programas con capacidades

* OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA): *Innovation and Commercialisation of Emerging Technologies*, US Government Printing Office, September, 1995.

cognitivas amplias, sentido común y otros atributos que la aproximasen a la nuestra. Esto da lugar a sistemas supuestamente inteligentes, que aunque nos sirven de gran ayuda para los escasos supuestos previstos en sus programas, terminan siendo un obstáculo en el caso en el que se presenten situaciones imprevistas.

El diálogo entre ordenadores es, por otro lado, muy complicado en la actualidad, como consecuencia de la división tradicional de ordenadores en servidores o clientes, residuo de la era en la que las empresas solían tener un gran ordenador central que suministraba toda la información a pequeños ordenadores de menor capacidad. En un futuro próximo, esta distinción se diluirá, de forma que todos los ordenadores serán capaces de enviar y aceptar información con el mismo grado de pericia, lo que será una condición indispensable para que la sociedad absorba todas las ventajas derivadas de las tecnologías de la información.

Otro problema se deriva de la forma en la que la mayoría de las organizaciones mejora sus sistemas informáticos. Para que los avances aporten el 100% de su potencial es necesario en la mayoría de las ocasiones replantear el diseño del sistema desde el principio, lo que en pocas ocasiones se puede hacer, debido al excesivo coste. En la realidad las mejoras se van añadiendo al conjunto previo de aplicaciones, lo que termina dando lugar a un sistema global desordenado e ineficaz, que ni los propios técnicos de la organización saben desembrollar en algunas ocasiones. Este problema es más un problema tecnológico que uno de competencia de usuarios. Sólo se resolverá en el momento en el que obtengamos una tecnología de software que nos permita adaptar los sistemas a nuestras necesidades cambiantes, manteniendo a la vez la eficacia del conjunto.

Sin embargo, la productividad aumentará en el momento en el que las comunicaciones y los ordenadores se utilicen para aliviar el trabajo intelectual de las personas, de la misma forma en que la maquinaria industrial alivió a los trabajadores en el desempeño de tareas físicas. El proceso probablemente sea lento, notándose los grandes cambios sólo a medio plazo, ya que hace falta tiempo para que la gente cambie sus hábitos y procedimientos. Esto también ocurrió en el caso de la revolución industrial, que necesitó alrededor de un siglo para triplicar la productividad del trabajador medio. Por supuesto que en estos momentos no se puede cuantificar hasta que punto va a mejorar la productividad en el futuro. Sin embargo, la evidencia reciente sugiere que será muy importante en el medio y largo plazo.

Tanto la explicación de la paradoja de la productividad que pone énfasis en los desfases de aprendizaje y de tiempo como la que se centra en lo que se percibe como un desplazamiento hacia proyectos a corto plazo, predicen que a corto plazo se va a dar un aumento en la inversión dedicada a la innovación, una renovación de la tecnología y una ralentización de la productividad. Sin embargo, a largo plazo sus predicciones difieren. La primera señala que cuando se den los cambios necesarios en las organizaciones, las instituciones y los métodos de aprendizaje y en las innovaciones complementarias, se alcanzarán ganancias en la productividad. La segunda en cambio implica que la acumulación del conocimiento hacia objetivos a corto plazo va a dar lugar a menores ganancias de la productividad. Aunque es necesaria más investigación empírica para contrastar su validez, la primera parece adecuarse con mayor realismo a lo que está ocurriendo.

10) Conclusiones:

Al examinar el conocimiento actual sobre innovación contemplamos un escenario de creciente complejidad. El papel de los inventores ha sido gradualmente asumido por los departamentos de I+D de las empresas. La coordinación de estas distintas actividades innovadoras con la producción y con el marketing se vuelve cada vez más compleja. También hemos visto que las actividades innovadoras sobrepasan el ámbito de la I+D. Los artículos sobre innovación se han centrado en el pasado en la I+D como el único tipo de actividad innovadora, lo que le ha permitido comparar causas y efectos de la innovación de forma cuantitativa. En este capítulo nos hemos centrado en el I+D como el único conjunto de actividades innovadoras, y hemos intentado distinguir dentro de ellas los distintos subtipos, (investigación básica y aplicada, desarrollo).

Cuando la unidad de I+D de la empresa se ve como el productor de innovaciones, se pueden realizar algunas comparaciones entre empresas y sectores. La intensidad de I+D es una medida relativa que puede ser usada a nivel de empresa, de sector, y de país. Las intensidades de I+D de los distintos sectores muestran que algunos gastan más dinero que otros. Al distinguir las empresas según el tamaño ha quedado claro que la proporción de pequeñas empresas que realizan I+D es menor que la proporción de las grandes.

En cuanto a la incidencia económica de la innovación, cuando examinamos la relación entre la tecnología la productividad y el empleo, este capítulo sugiere que tanto la teoría económica como la evidencia empírica sugieren que la inversión impulsada por el beneficio en nuevos productos y procesos es, junto al desarrollo de capital humano y físico, el motor de crecimiento de los países desarrollados a medio y largo plazo.

Aunque es muy difícil llegar a probar más allá de toda duda que la tecnología sea un factor primordial a la hora de conseguir ganancias de productividad, un creciente número de estudios empíricos señalan la importancia de la innovación y de la difusión de tecnología para el crecimiento de la productividad.

Desde el punto de vista empírico, el vínculo entre la tecnología y la productividad se puede ver con mayor claridad a nivel de empresa, especialmente en los casos en los que se realizan inversiones complementarias en la formación de los trabajadores, los métodos organizativos y los de producción.

Esto nos lleva a una de las principales conclusiones de este capítulo que es el *de la interrelación y la complementariedad de la introducción de las nuevas tecnologías con la innovación organizativa*. Por supuesto que las innovaciones organizativas no implican necesariamente el uso de tecnologías avanzadas de la información, o en general, innovaciones técnicas. Pero si se introducen estas tecnologías, hay que ser consciente de que van a exigir un cambio en la organización del trabajo. Y la forma en la que se reorganice la empresa va a decidir la rentabilidad económica que se derive de su introducción. Las innovaciones en gestión de recursos humanos y en organización del trabajo y de la investigación son tan importantes que los desarrollaremos en dos capítulos, el 6 y el 7. Por ahora es suficiente constatar su relevancia.

El vínculo entre la tecnología y la productividad también se puede apreciar a nivel de sector, aunque de forma más débil, dada la mayor variedad de las

características de las empresas y de su comportamiento. A nivel del conjunto de la fabricación, o de la economía, es difícil establecer un vínculo claro entre un indicador de esfuerzo tecnológico, como es el I+D y el crecimiento de la productividad.

La productividad no sólo depende de los gastos relacionados con la tecnología que los distintos sectores económicos realizan sino también de la tecnología que habiendo sido desarrollada en otros sitios se vuelve disponible para los sectores usuarios. Esto es especialmente verdad en el caso de los servicios, que son los principales usuarios de ICTs. Además un creciente número de estudios señalan que la *difusión* internacional de la tecnología mediante el comercio en productos intensivos en tecnología, y mediante el uso de inputs intermedios y de capital en la producción nacional, es un factor importante a la hora de determinar la productividad de sectores económicos nacionales.

Esta evidencia empieza a arrojar luz a la “paradoja de la productividad”, en la que lo que es percibido como un rápido ritmo de cambio tecnológico se ve acompañado de un lento crecimiento de la productividad. Aunque la menor productividad de los países desarrollados no puede ser explicada sólo por la tecnología, algunos estudios señalan que sí ha jugado un papel en este sentido. Por otro lado, también se puede argumentar que la ralentización de la productividad hubiese sido mayor sin la introducción de las nuevas tecnologías.

Todavía quedan serios problemas de medición tanto para la tecnología como para la productividad que además están cobrando cada vez mayor importancia a medida que la tecnología se difunde por el sector de la economía en donde la productividad es más difícil de medir: los servicios. Además, hay evidencias que sugieren que la traducción del cambio tecnológico en ganancias de productividad implica importantes *desfases*, y que este proceso requiere un amplio número de reformas organizativas e institucionales que acompañen a la adopción de nuevas tecnologías.

Esto nos lleva a la constatación de la importancia del papel de la innovación organizativa e institucional a la hora de reforzar los incentivos para invertir en conocimiento, (investigación y formación), a la vez que se mejora su acceso y difusión del conocimiento por toda la economía. Esto implica tanto la facilitación del cambio organizativo a nivel de empresa, como la mejora de los *Sistemas Nacionales de Innovación*, aspectos cruciales que serán desarrollados en otras partes de este trabajo.

Capítulo 3. La Tecnología y los puestos de trabajo en la industria, la agricultura y en los servicios.

1) Introducción:

El capítulo anterior sugiere que tanto *la innovación* como *la difusión* son los motores del crecimiento económico y la fuerza impulsora de las ganancias de productividad a medio y largo plazo. Este capítulo examina el proceso de cambio estructural en la industria y en los servicios; en particular revisa la evolución del empleo, y analiza la forma en la que éste ha sido afectado por la tecnología.

2) La productividad y la evolución de los salarios y del empleo:

Una forma de obtener evidencia empírica sobre la forma en la que las ganancias de productividad se trasladan a los salarios y a los beneficios en un escenario macroeconómico es mediante simulaciones numéricas que usen el modelo INTERLINK de la OCDE*. Si tenemos en cuenta las simplificaciones que exige la construcción del modelo y la gran cantidad de acontecimientos no previsibles que lo rodean, no se deberían tomar las simulaciones como una predicción sobre el comportamiento real; tan sólo intentan proporcionar señales generales e ilustrar la sensibilidad de los mecanismos de ajuste de una economía a corto y a medio plazo. También pretender proporcionar un escenario adecuado para analizar las consecuencias macroeconómicas básicas que se darían en determinadas circunstancias.

La velocidad del proceso de ajuste y la respuesta en términos de crecimiento, empleo, y salarios, depende de las políticas del gobierno así como de una serie de variables y de supuestos económicos. Los resultados de una simulación realizada para una economía de la OCDE estándar, definida como el promedio de las economías del G-7, sugiere que un aumento en la productividad de la fuerza de trabajo eventualmente dará lugar a niveles más altos de producción y de ingresos reales, pero que el ajuste de empleo va a depender del grado en el que el equilibrio a largo plazo de la economía es afectado por el cambio tecnológico.

Si la productividad crece con fuerza de forma permanente, es posible que baje el desempleo, en el caso en el que los salarios reales se ajusten gradualmente a los aumentos en la eficiencia de la fuerza de trabajo. Los principales resultados de la simulación se pueden ver a continuación.

A corto y medio plazo no se pueden excluir aumentos temporales del desempleo después de que suba la productividad. El que el desempleo permanezca alto o no va a depender de cómo funcionen los mecanismos de ajuste. La producción potencial y la demanda nacional real deberían expandirse a medida que suben los salarios reales de los puestos en donde ha subido la productividad.

* INTERLINK es un modelo macroeconómico que une a 24 países de la OCDE. Según Giorno, el modelo puede ser descrito como neoclásico en términos de especificaciones estructurales y neo Keynesiano en términos de las dinámicas a corto plazo. El "bloqueo de oferta" en este modelo es una función de producción Cobb Douglas con retornos constantes de escala y factores de producción de trabajo y de capital. Se supone que la fuerza de trabajo es homogénea (no se hacen distinciones entre fuerza de trabajo cualificada y no cualificada).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nivel Real del P.L.B | | | | | | | | |
| Tras 3 años | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 0,4 | 1,2 |
| Tras 5 años | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 2,3 | 1,3 | 2,4 |
| Tras 10 años | 3,6 | 1,7 | 2,5 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 1,7 | 1,7 |
| Tasa de Desempleo | | | | | | | | |
| Tras 3 años | -0,2 | -0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0 |
| Tras 5 años | -0,4 | -0,4 | -0,1 | 0 | 0,1 | -0,3 | 0,1 | -0,3 |
| Tras 10 años | -0,6 | -0,2 | -0,3 | -0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| Tasa de Inflación | | | | | | | | |
| Tras 3 años | -0,7 | -0,7 | -1,2 | -1,6 | -1,6 | -1,1 | -0,6 | -1,6 |
| Tras 5 años | -1,1 | -1,0 | -1,7 | -2,3 | -3,0 | -1,4 | -1,2 | -1,8 |
| Tras 10 años | -1,2 | 0,0 | 0,2 | 0,8 | -2,6 | -0,9 | -0,2 | 0,6 |
| Nivel real de salarios | | | | | | | | |
| Tras 3 años | 0,3 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,0 |
| Tras cinco años | 0,9 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,3 |
| Tras diez años | 2,8 | 1,7 | 1,3 | 0,9 | 1,6 | 1,8 | 1,3 | 1,5 |

El proceso de ajuste puede ser afectado por varios factores. *Las condiciones monetarias*, por ejemplo, son importantes a la hora de reforzar o de retrasar las tendencias de la economía hacia el equilibrio. Si los tipos de interés nominales no cambian, se retrasa la vuelta de la economía a su equilibrio a largo plazo, y se mantiene el desempleo. De forma alternativa, si los tipos de interés reales permanecen invariables o caen a medida que baja la inflación, los efectos de estimulación de la demanda resultantes pueden acortar de forma substancial el proceso de ajuste y limitar el alcance del aumento inicial del desempleo asociado a la reestructuración industrial. Todo esto puede apreciarse en la tabla.^{***}

La flexibilidad de los mercados de productos y de trabajo también es importante. Las rigideces *del mercado de trabajo* tienden a alargar los ajustes de la economía hacia el equilibrio a largo plazo, pues los beneficios del cambio tecnológico en términos de una mayor productividad o menores precios pueden ser parcialmente perdidos si el mercado de trabajo, en vez de adaptarse, da lugar a un aumento de los salarios.

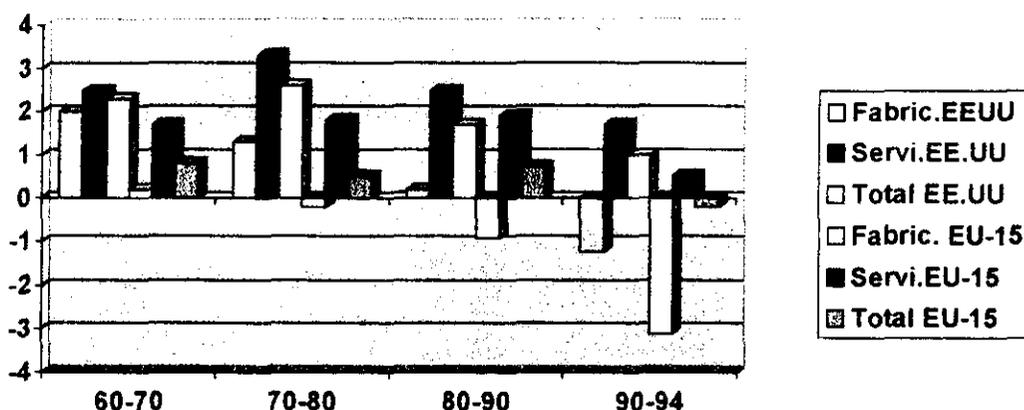
^{***} Tabla: Simulaciones INTERLINK de un aumento de la tendencia de crecimiento de la productividad. Fuente: Giorno et al. (1995). Todas las estimaciones son el promedio de las respuestas de las siete economías más importantes de la OCDE. Especificaciones de la Simulación:

A: un aumento constante del 0,5% en la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo, mientras que los tipos de cambio nominales, los tipos de interés reales y el gasto público real permanecen inalterados en relación a la base. B: Como la Simulación A, excepto que la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo sube sólo durante los primeros cuatro años. C: Simulación de Referencia. Como la Simulación B pero con una reducción previa del crecimiento de empleo de 0,2% durante los primeros cuatro años. D: Como la Simulación de Referencia, con los tipos de interés nominales invariables. E: Como la Simulación de Referencia, los tipos de cambio reales invariables. F: Como la Simulación de Referencia, con una productividad que está subiendo de forma simultánea en los siete países principales de la OCDE. G: Como la Simulación de Referencia, con un aumento permanente de NAWRU de 0,25% desde el segundo año. H: Como la Simulación de Referencia, con supuestos de rigidez alternativos.

En el caso de los mercados de productos, estudios recientes^{***} han demostrado que excesivas regulaciones en el mercado de productos entorpecen la creación de puestos de trabajo en el sector privado. Los pobres resultados de Europa en comparación de Estados Unidos, pueden ser en parte atribuido a las condiciones de los mercados de productos del sector de servicios de la mayoría de los países europeos.

3) La evolución del empleo en la industria y en los servicios

A medio plazo, las economías desarrolladas han experimentado un crecimiento más débil del empleo y un desplazamiento desde la industria a los servicios. Como se puede ver en el gráfico^{*}, el crecimiento anual del empleo en la industria y en los servicios bajó desde un 2% en los 60 hasta un 0,5% a principios de los 90. Este menor crecimiento global es el resultado de una expansión relativamente estable de puestos de trabajo en los servicios (un poco más de un 2% al año entre 1960 y 1990 y un 1% a principios de los 90), combinado con un crecimiento muy débil en el empleo industrial (minería, fabricación, electricidad, agua y gas), en los 70 y una clara reducción en los 80 y a principios de los 90.



Bajo este cuadro general se pueden encontrar importantes diferencias regionales en las tasas de crecimiento del empleo. En 1994, el total de puestos de trabajo en industria y servicios en Estados Unidos y Japón era el doble del nivel de 1960. La creación de empleo en Europa era en cambio mucho más lenta, expandiéndose el empleo tan sólo en un 20% en ese período.

El sector de servicios fue especialmente dinámico en Estados Unidos, con casi un 40% más de puestos de trabajo en 1994 en comparación a 1980. Los puestos de trabajo crecieron con fuerza en el período 1960-90. Aunque cayeron fuertemente a principios de los años 80 (especialmente en la fabricación), permanecieron estables el resto de la década, antes de caer una vez más en la recesión de principios de los 90, para luego recuperarse a medida que la economía se recobraba.

En la Unión Europea, la creación de empleo en el *sector servicios* ha subido de forma lenta pero constante desde 1960. Aunque a principios de los 90 el crecimiento era mucho más lento que en los 80, en 1994 el total de puestos de trabajo todavía era un

^{***} McKinsey Global Institute: *Employment Performance*, Washington, DC, November, 1994.

^{*} Gráfico: Crecimiento del empleo por sectores en EE.UU. y EU-15, 1960-94. Fuente: Secretariado de la OCDE basado en los cálculos del OECD Labour Force Statistics.

20% superior de lo que lo había sido en 1980. El *declive del empleo industrial* empezó en los 70, y a principios de los 90 los puestos de trabajo se estaban perdiendo a una tasa del 3% anual. A lo largo de los 80, el 20% de los trabajos de fabricación desaparecieron. Desde 1992, se han perdido puestos de trabajo tanto en la fabricación como en los servicios, aunque más rápido en el primero que en el segundo.

En Japón la evolución a medio plazo del empleo ofrece un fuerte contraste con la de los otros países desarrollados. El crecimiento *general* del empleo ha sido positivo desde 1960, con la excepción de una pequeña caída en 1986-87.

El empleo en *la fabricación* ha crecido de forma constante desde 1980 a 1992, y en ese año era un 10% superior al de 1980. La evolución del empleo en la fabricación se ha deteriorado desde esa fecha, con fuertes caídas en 1993 y 1994.

El empleo *en los servicios* ha aumentado a un fuerte ritmo, con un 30% más de empleos en 1994 en comparación a 1980, a pesar de que la tasa de crecimiento ha ido bajando desde los 60. El empleo en los servicios se ha mantenido con más fuerza en la recesión actual. Todo esto se puede apreciar en la siguiente Tabla.

| | Agricult. | Fabric. | Construc. | Comercio | Transporte Comunic. | Servi. empresa. Finanzas | Servi. Sociales | Total Servicios | Total Empleo |
|------------------|-----------|---------|-----------|----------|------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| EE.UU | -0,5 | -1,0 | 0,8 | 1,5 | 1,0 | 3,4 | 2,5 | 2,2 | 1,4 |
| Japón | -2,6 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 3,6 | 2,2 | 1,1 |
| Unión Europea | -3,7 | -1,3 | -0,5 | 0,9 | 0,3 | 3,8 | 2,7 | 1,8 | 0,3 |
| Francia | -3,8 | -1,9 | -1,6 | 0,5 | 0,7 | 3,0 | 2,6 | 1,4 | 0,1 |
| Aleman. | -3,3 | -0,5 | -0,4 | 1,3 | 0,7 | 1,9 | 3,9 | 2,1 | 0,8 |
| España | -4,8 | -1,7 | -0,1 | 1,4 | 0,5 | 4,8 | 2,8 | 2,2 | 0,0 |

En cuanto al crecimiento del empleo por segmentos de actividad dentro de cada sector en el periodo 1970-93, para el conjunto de la OCDE, los datos disponibles nos indican que el crecimiento de empleo más rápido se ha dado en los servicios de empresa y en inmobiliaria, en donde se ha doblado en este tiempo. Otros sectores de los servicios tales como los sociales y personales, restaurantes, hoteles, finanzas y seguros, comercio, administración pública y comunicación, también han experimentado fuertes subidas en términos de crecimiento del empleo. Tres sectores de la fabricación están muy arriba: ordenadores, farmacia y plásticos.

En el otro extremo de la escala está la construcción naval, que es la que ha sufrido más pérdidas, alcanzando a casi la mitad de todos los puestos de trabajo. Aparte de la agricultura, otros sectores de la fabricación que han perdido bastante empleo son los metales, textiles, y con menor intensidad, la piedra, transportes y refinado de petróleo.

* Tabla: Tendencias Sectoriales de Empleo. Cambio anual en porcentaje, 1979-93. Fuente: OECD Labour Force Statistics.

Todas esto se puede apreciar en la siguiente tabla*:

| Crecimiento de empleo por sectores | Total OCDE. 1970-93 |
|---|----------------------------|
| <i>Servicios a la Empresa e Inmobiliaria</i> | 200% |
| <i>Servicios Sociales</i> | 130% |
| <i>Restaurantes y Hoteles</i> | 90% |
| <i>Finanzas y Seguros</i> | 80% |
| <i>Caucho y Plásticos</i> | 50% |
| <i>Servicios al Gobierno</i> | 45% |
| <i>Comercio minorista y Grandes Superficies</i> | 45% |
| <i>Ordenadores</i> | 40% |
| <i>Farmacia</i> | 30% |
| <i>Comunicación</i> | 25% |
| <i>Aeroespacial</i> | 25% |
| <i>Transporte y almacenamiento</i> | 25% |
| <i>Construcción</i> | 20% |
| <i>Imprentas y papel</i> | 15% |
| <i>Total</i> | 10% |
| <i>Vehículos de motor</i> | 10% |
| <i>Material y equipo eléctrico</i> | 8% |
| <i>Electricidad, agua y gas</i> | 5% |
| <i>Equipo electrónico</i> | 2% |
| <i>Instrumentos</i> | 1% |
| <i>Comida, bebida y Tabaco</i> | -1% |
| <i>Otras manufacturas</i> | -5% |
| <i>Maquinaria no eléctrica</i> | -6% |
| <i>Metales Fabricados</i> | -8% |
| <i>Química</i> | -10% |
| <i>Madera, corcho y muebles</i> | -12% |
| <i>Refinado de Petróleo</i> | -14% |
| <i>Otros transportes</i> | -18% |
| <i>Minería</i> | -22% |
| <i>Piedra y cristal</i> | -25% |
| <i>Textil, cuero y vestido</i> | -40% |
| <i>Agricultura</i> | -42% |
| <i>Metales férreos</i> | -45% |
| <i>Astilleros</i> | -50% |

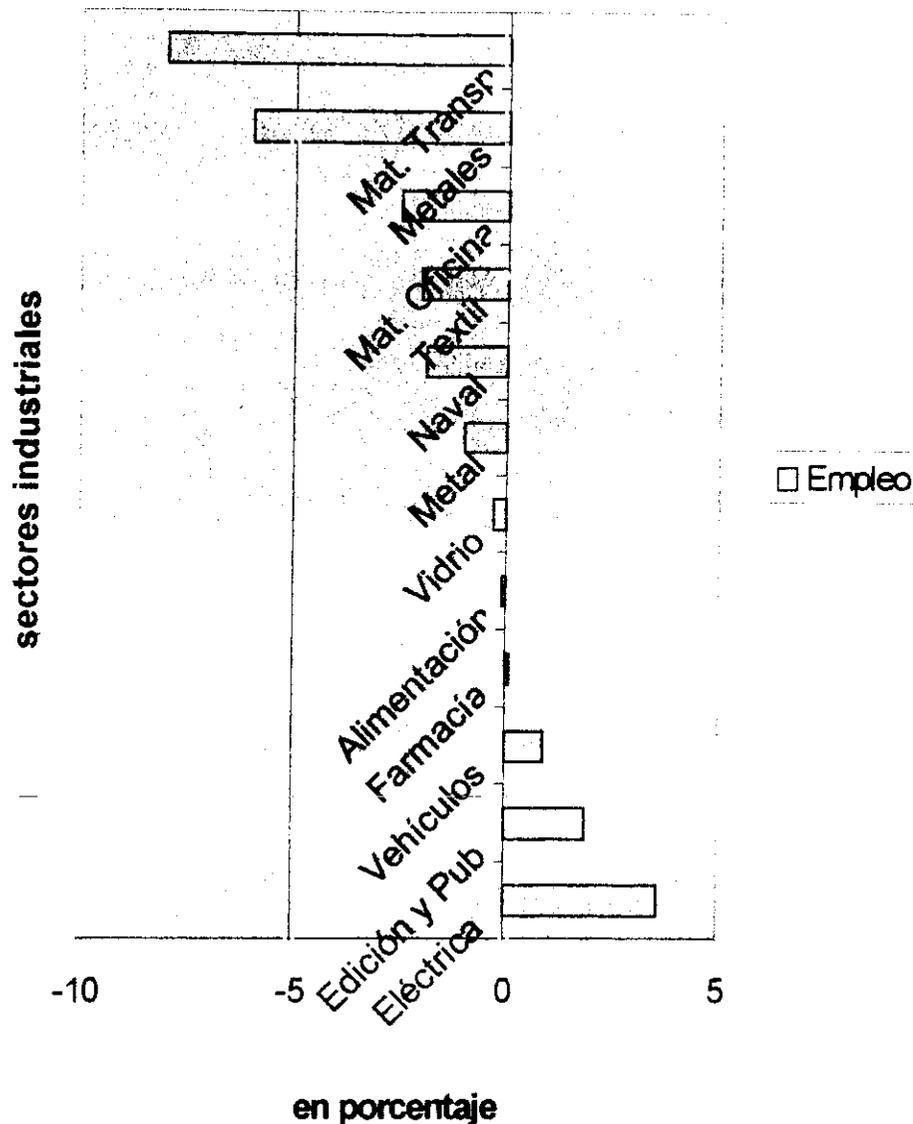
En el caso de Estados Unidos, en el siguiente gráfico se pueden ver los cambios en el empleo industrial en la década de los ochenta. Se puede constatar cómo los sectores en los que el empleo ha crecido más, son aquellos relacionados con las nuevas tecnologías y, en particular, con las tecnologías de la información.

También se puede observar cómo la reducción del presupuesto de defensa de Estados Unidos en la década de los 90 está afectando profundamente al desarrollo de estos sectores en el país americano. Es importante destacar que estas estadísticas no incluyen la industria del software, en la que el empleo ha crecido muy rápidamente en la última década.

* Tabla: Crecimiento de empleo por sectores. Total OCDE, 1970-93. Fuente: OCDE, estimaciones del Secretariado desde las bases de datos ISDB y STAN.

Crecimiento medio anual del empleo, EE.UU, 1980-1990

95



En la industria de alto contenido tecnológico, en cambio, y cómo se puede apreciar en este gráfico, se está generando empleo.

Todas estas tendencias nos proporcionan una evidencia indirecta del impacto sobre el empleo de un proceso más general de transformación estructural. Una evidencia más directa sobre si el empleo se está desplazando entre sectores más rápidamente que antes la podemos encontrar en los movimientos de personas entre sectores económicos.

Al examinar los datos podemos apreciar que esta medida de "turbulencia" no nos muestra un mayor cambio estructural en los años 80. De hecho, el promedio de los países examinados muestra un menor número de desplazamientos entre sectores en los años 80, un resultado que es consistente con los resultados del "OECD Jobs Study de 1994".

* Gráfico: Crecimiento medio anual del empleo en determinados sectores en EE.UU. 1980-1990 (en porcentaje). Fuente: OCDE, base de datos STAN.

Sin embargo, los desplazamientos han aumentado a principios de los 90 en casi todos los países. Además, hay una mayor diversidad. En los 70 y 80 el ritmo de cambio estructural fue bastante similar entre los países incluidos en la tabla*. Sin embargo, en los 90 algunos países, (Reino Unido, Finlandia, Noruega) experimentaron un cambio estructural mucho más rápido que los otros (especialmente si los comparamos con los desplazamientos de Italia, Bélgica y Holanda).

| Conjunto de la Economía | 21 Sectores | | | |
|--------------------------------|--------------------|-------|-------|---------|
| | 70-80 | 80-90 | 90-93 | 1970-93 |
| <i>Estados Unidos</i> | 1,02 | 0,96 | 1,24 | 1,02 |
| <i>Japón</i> | 1,21 | 0,94 | 1,01 | 1,07 |
| <i>Alemania</i> | 1,03 | 0,77 | 1,26 | 0,95 |
| <i>Reino Unido</i> | 1,20 | 1,46 | 2,08 | 1,43 |
| <i>Francia</i> | 0,94 | 1,01 | 1,17 | 1,00 |
| <i>Bélgica</i> | 1,22 | 1,06 | 0,80 | 1,11 |
| <i>Finlandia</i> | 1,63 | 1,15 | 2,35 | 1,51 |
| <i>Holanda</i> | 0,96 | 0,84 | 0,98 | 0,91 |
| <i>Noruega</i> | 1,31 | 1,18 | 2,93 | 1,46 |
| <i>Italia</i> | 1,11 | 1,17 | 0,82 | 1,10 |

Al separar los desplazamientos en fabricación y servicios obtenemos más información sobre la naturaleza de los movimientos estructurales que están teniendo lugar. En ambos casos, el cuadro general presentado por las pautas del conjunto de la economía, (los desplazamientos fueron menores en los años 80 pero aumentaron fuertemente en los 90), sigue siendo verdad. Sin embargo, la situación varía según los países.

En los Estados Unidos, los desplazamientos entre los sectores de la fabricación tocaron techo en los 70, y desde entonces han bajado. En cambio los desplazamientos de empleo en los servicios, que eran bastante pequeños en los 70 y 80, han aumentado de forma dramática en los 90.

En Japón se puede observar la misma pauta, aunque el aumento en los desplazamientos de empleo entre sectores de los servicios ha sido más gradual.

| Fabricación | 9 sectores | | | |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|---------|
| | 70-80 | 80-90 | 90-93 | 1970-93 |
| <i>Estados Unidos</i> | 1,02 | 0,86 | 0,69 | 0,91 |
| <i>Japón</i> | 0,96 | 0,83 | 0,61 | 0,86 |
| <i>Alemania</i> | 0,62 | 0,66 | 0,89 | 0,67 |
| <i>Reino Unido</i> | 0,72 | 0,81 | 0,75 | 0,77 |
| <i>Francia</i> | 0,59 | 0,62 | 0,63 | 0,61 |
| <i>España</i> | 0,67 | 1,09 | 0,77 | 1,00 |
| <i>Finlandia</i> | 0,97 | 0,92 | 1,28 | 0,99 |
| <i>Holanda</i> | 0,81 | 0,68 | 0,53 | 0,72 |
| <i>Noruega</i> | 1,03 | 0,99 | 0,99 | 1,01 |
| <i>Italia</i> | 0,63 | 0,58 | 0,59 | 0,60 |

* Tablas: El ritmo de cambio estructural medido en los desplazamientos de empleo entre sectores. Fuente: OCDE, Bases de Datos, STAN y ISDB.

De los cuatro grandes países europeos, sólo Italia muestra un cambio estructural más lento en los 90 en comparación a las décadas precedentes. En los otros tres, los desplazamientos de empleo entre sectores de los servicios cada vez han sido más importantes, mientras que en la fabricación esto es verdad sólo en el caso de Alemania y Francia.

En cierto sentido, estas tendencias parecen reflejan el ritmo y la secuencia de reformas estructurales llevadas a cabo por las economías desarrolladas. De los países del G-7, Estados Unidos fue el primero en realizar reformas estructurales en las actividades de fabricación, experimentando en estos momentos una reestructuración similar en los servicios.

| <i>Servicios</i> | <i>8 sectores</i> | | | |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|---------|
| | 70-80 | 80-90 | 90-93 | 1970-93 |
| <i>Estados Unidos</i> | 0,66 | 0,67 | 1,20 | 0,74 |
| <i>Japón</i> | 0,54 | 0,71 | 0,88 | 0,66 |
| <i>Alemania</i> | 0,66 | 0,55 | 0,94 | 0,65 |
| <i>Reino Unido</i> | 1,03 | 1,28 | 1,98 | 1,27 |
| <i>Francia</i> | 0,53 | 0,67 | 0,84 | 0,63 |
| <i>Italia</i> | 0,61 | 0,71 | 0,40 | 0,63 |
| <i>Finlandia</i> | 1,31 | 0,67 | 1,68 | 1,08 |
| <i>Holanda</i> | 0,66 | 0,65 | 0,80 | 0,67 |
| <i>Noruega</i> | 0,92 | 0,97 | 2,56 | 1,16 |
| <i>Bélgica</i> | 0,75 | 0,81 | 0,69 | 0,77 |

Algunos países de Europa continental, tales como Francia o Alemania, no han empezado a realizar este tipo de reformas estructurales hasta hace muy poco tiempo, un proceso que implica grandes desplazamientos de empleo entre sectores, así como pérdidas de puestos de trabajo en algunos segmentos de la economía. En cambio el Reino Unido acabó los años 80 con un número mucho menor de puestos de trabajo en la fabricación, mientras que la menor regulación del sector servicios ha dado como resultado fuertes ganancias en empleo.

Por supuesto que el cambio estructural es un concepto que incluye muchas facetas y abarca el funcionamiento de los mercados a nivel microeconómico, cambios en la composición de la economía, y movimientos entre los sectores de actividad económica.

De hecho, cada vez hay mayor evidencia de que los movimientos *dentro de los sectores económicos* son más importantes que los movimientos *entre los sectores*, de forma que se puede observar un fuerte aumento en el número de empleos que se desplazan desde las empresas en declive a las empresas en expansión. En el siguiente capítulo trataremos de estos desplazamientos en lo que concierne a salarios y a habilidades demandadas por el mercado.

Por último, y para finalizar este apartado, me gustaría comparar *la evolución de la estructura sectorial del empleo en España* con la de la Unión Europea, para ver hasta que punto nos alejamos de nuestros vecinos.

| | <i>España</i> | | <i>U. Europea</i> | |
|--|---------------|-------------|-------------------|-------------|
| | <i>1996</i> | <i>1986</i> | <i>1996</i> | <i>1986</i> |
| 1 Estructura sectorial del empleo | | | | |
| <i>Agricultura</i> | 8,1 | 14,6 | 5,3 | 7,7 |
| <i>Industria</i> | 19,9 | 23,5 | 22,1 | 25,4 |
| <i>Energía</i> | 1,0 | 1,4 | 1,2 | 1,5 |
| <i>Manufacturas</i> | 18,9 | 22,1 | 20,9 | 23,9 |
| <i>Construcción</i> | 8,4 | 7,4 | 6,9 | 6,9 |
| <i>Servicios</i> | 63,6 | 54,5 | 65,7 | 60 |
| <i>Destinados a la venta</i> | 42,8 | 37,3 | 43,8 | 38,8 |
| <i>No destinados a la venta</i> | 20,8 | 17,2 | 21,9 | 21,2 |

| | <i>España</i> | | <i>Unión Europea</i> | |
|---|----------------|----------------|----------------------|----------------|
| | <i>1996/95</i> | <i>1996/86</i> | <i>1996/95</i> | <i>1996/86</i> |
| 2 Aportación al crecimiento del empleo | | | | |
| <i>Agricultura</i> | -8,2 | -31,7 | -33,9 | -58,9 |
| <i>Industria</i> | 10,0 | -2,2 | -16,0 | -67,0 |
| <i>Energía</i> | 0,5 | -1,4 | -0,6 | -6,4 |
| <i>Manufacturas</i> | 9,5 | -0,8 | -15,4 | -60,6 |
| <i>Construcción</i> | 4,3 | 15,1 | -4,2 | 7,0 |
| <i>Servicios</i> | 93,9 | 118,8 | 154,1 | 218,9 |
| <i>Destinados a la venta</i> | 63,2 | 75,6 | 108,4 | 178,0 |
| <i>No destinados a la venta</i> | 30,7 | 43,2 | 45,7 | 40,9 |

Fuente: OCDE: National Accounts. Volume II: Detailed Tables; OCDE: Quaterly Labour Force Statistics.

Al analizar estos datos, parece interesante mencionar la modificación que ha experimentado, desde 1986, su estructura sectorial, siguiendo la trayectoria del pasado: pérdida del peso relativo de la agricultura y la industria a favor de los servicios, tanto los destinados a la venta como, y sobre todo, los no distribuidos a través del mercado. Evidentemente, esta modificación es, como se refleja en este cuadro, la resultante de una evolución muy dispar en el empleo de las distintas ramas productivas, que combina la creación de puestos de trabajo en la construcción y, fundamentalmente, los servicios, con su destrucción en las restantes.

Aunque las pautas de la estructura sectorial de la población ocupada española se asemejan en términos generales a las de sus socios europeos, dos peculiaridades, cuando menos, son dignas de mención. Por una parte, la menor participación relativa del empleo manufacturero, que ya era inferior a la media de la UE en 1986, y aún se ha visto más mermada durante el período por la drástica reducción de empleos que se produjo en la profunda recesión acaecida a principios de los años noventa, dando muestras de las limitaciones de las empresas del sector para hacer frente a las crecientes dosis de competencia externa asociadas con el avance en el proceso de integración europeo.

| | 1986 | | 1996 | | | |
|---|--------|------|-----------|--------|------|-----------|
| | España | UE | España/UE | España | UE | España/UE |
| 2.1 Sectores de demanda fuerte e intensivos en tecnología | 12,9 | 18,6 | 69,4 | 12,4 | 18,8 | 66,0 |
| Material y equipo eléctrico | 6,3 | 9,3 | 67,7 | 5,6 | 9,6 | 58,3 |
| Máquinas de oficina y proceso de datos | 1,0 | 3,3 | 30,3 | 1,2 | 3,1 | 38,7 |
| Sectores demanda moderada y tecnología media | 27,6 | 31,2 | 88,5 | 29,2 | 32,3 | 90,4 |
| Caucho y plásticos | 3,5 | 3,8 | 92,1 | 3,4 | 4,5 | 75,6 |
| Material de transporte | 9,8 | 9,7 | 101,0 | 9,0 | 9,5 | 94,7 |
| Máquinas agrícolas e industriales | 4,0 | 10,3 | 38,8 | 5,3 | 10,4 | 51,0 |
| Otros productos manufacturados y madera | 10,3 | 7,4 | 139,2 | 11,5 | 7,9 | 145,6 |
| 2.1.1 Sectores de demanda débil y tecnología baja | 59,5 | 50,2 | 118,5 | 58,4 | 48,9 | 119,4 |
| 2.1.1.1 Textil, cuero y vestido | 17,4 | 13,5 | 128,9 | 13,1 | 11,0 | 119,1 |
| Minerales y metales férricos y no férricos | 3,9 | 3,7 | 105,4 | 2,9 | 2,8 | 103,6 |
| Minerales y productos no metálicos | 6,4 | 4,9 | 130,6 | 6,2 | 5,0 | 124,0 |
| Papel, artículos de papel e impresión | 5,5 | 7,4 | 74,3 | 6,8 | 8,3 | 81,9 |
| Productos alimenticios y tabaco | 15,9 | 11,4 | 139,5 | 17,6 | 12,0 | 146,7 |
| Productos metálicos | 10,4 | 9,3 | 111,8 | 11,8 | 9,8 | 120,4 |
| 2.1.2 TOTAL MANUFACTURAS | 100 | 100 | | 100 | 100 | |

De otra parte, la distinta naturaleza de los empleos de servicios creados en el período, con un sesgo en el caso español hacia los de naturaleza pública y, consiguientemente, una menor aportación de los generados en los destinados a la venta.

La desalentadora evolución de nuestro empleo manufacturero aconseja un examen más detallado de lo sucedido en las diferentes ramas. A este respecto, es interesante averiguar hasta qué punto los cambios que ha experimentado la composición del empleo de manufacturas se orientan, como sería deseable, hacia las ramas que conjugan un mayor dinamismo tecnológico con mayores expectativas de crecimiento de la demanda.

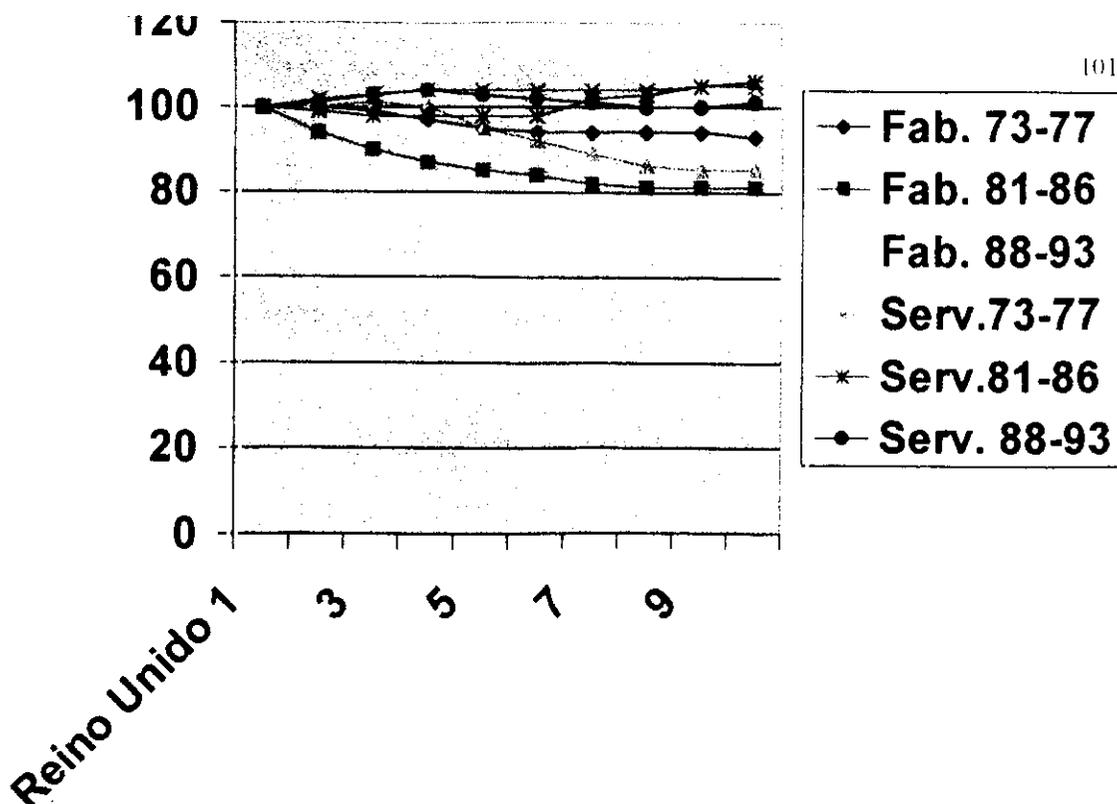
Pues bien, cuando se examinan las modificaciones habidas, entre 1986 y 1996, en la distribución de los ocupados en las trece actividades manufactureras diferenciadas en la clasificación NACE-CLIO, tras su agrupación tripartita conforme a los criterios de dinamismo tecnológico y de demanda, se descubren varios hechos.

En primer término, se aprecia que las ramas de demanda débil y bajo nivel tecnológico han reducido su peso dentro de la estructura ocupacional de las manufacturas a favor de la presencia de las ramas de demanda moderada y tecnología media. Mientras tanto el empleo de los sectores que, por tener un mayor dinamismo en su demanda y mayor contenido tecnológico, cuentan con mejores expectativas de crecimiento, han mantenido su participación.

En segundo lugar, la inspección más detallada permite descubrir otros rasgos de interés, como, por ejemplo, los cambios que se han dado en la distribución del empleo

destinado a la producción de los distintos tipos de maquinaria: mientras se incrementa el empleo relativo de las máquinas agrícolas e industriales, se reduce el de la maquinaria y equipo eléctrico.

Finalmente, hay que señalar que la estructura ocupacional de las manufacturas en el conjunto de los países de la UE ha seguido una pauta bastante similar, aunque en el caso de España la pérdida de participación de los empleos de las ramas de demanda débil y tecnología baja es más leve. Además, el peso de los empleos de las ramas más dinámicas en el promedio de la UE registra un aumento, mientras que en España se registra un leve retroceso, lo que implica, por tanto, una acentuación de la ya clara infraespecialización de las manufacturas españolas en dichas ramas.



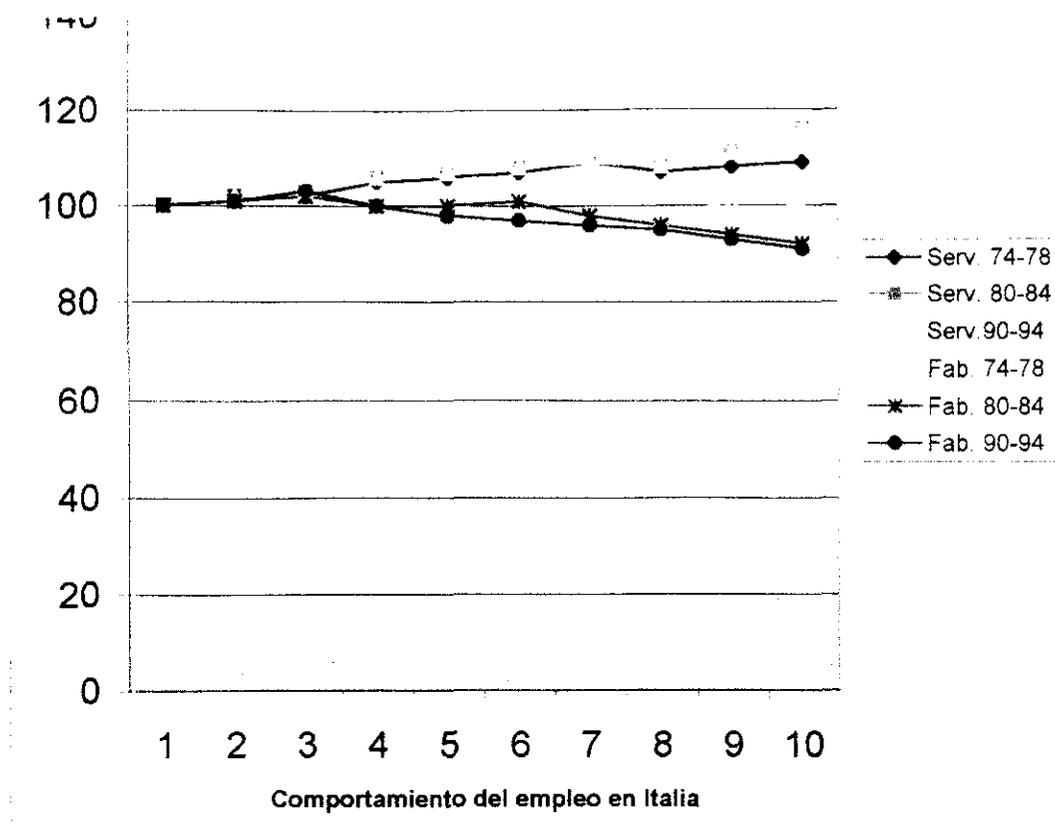
3.1) Las tendencias recientes de empleo en perspectiva:

Además de estas tendencias a medio plazo, que muestran el impacto de la transformación estructural de los puestos de trabajo de las economías avanzadas, puede ser interesante analizar la forma en la que los países desarrollados han salido de la crisis de principios de los 90. Como consecuencia de algunos casos ampliamente difundidos de pérdidas de trabajo en el sector servicios, se ha argumentado que era una recesión de "cuello blanco", y que la recuperación posterior no estaba creando puestos de trabajo. Para demostrar que la situación de empleo de principios de los 90 era distinta de la de recesiones previas se ha aportado como evidencia la progresiva introducción de las nuevas tecnologías en el sector servicios, junto con la mayor productividad y los ajustes de plantilla de las empresas ("downsizing") de la fabricación.

Los siguientes gráficos examinan la evolución del empleo en la industria y en los servicios de algunos de los países desarrollados, y compara la recesión de principios de los 90 con la de principios de los 80 y mediados de los 70. Nos muestra que en algunos países del G-7 el empleo cayó mucho más en la fabricación que en los servicios en las dos recesiones, un indicador de que la mayoría de los puestos de trabajo destruidos estaban en la industria. Al mismo tiempo, parece claro que en estos países, el empleo de los servicios fue más vulnerable en la caída de principios de 1990 de los que lo fue a principios de 1980. Por otra parte, los análisis de la OCDE indican que esta mayor vulnerabilidad de los servicios en la última recesión es una constante en la mayoría de los países desarrollados. Las dos excepciones son Alemania, que prácticamente no experimentó ningún declive en el empleo de servicios a principios de los 90, y Francia, en donde las dos recesiones fueron similares.

* Gráficos: Comportamiento del empleo en la industria y en los servicios en las tres recesiones en Estados Unidos, Reino Unido e Italia. Fuente: OCDE. *Quarterly, Labour Force Statistics*.

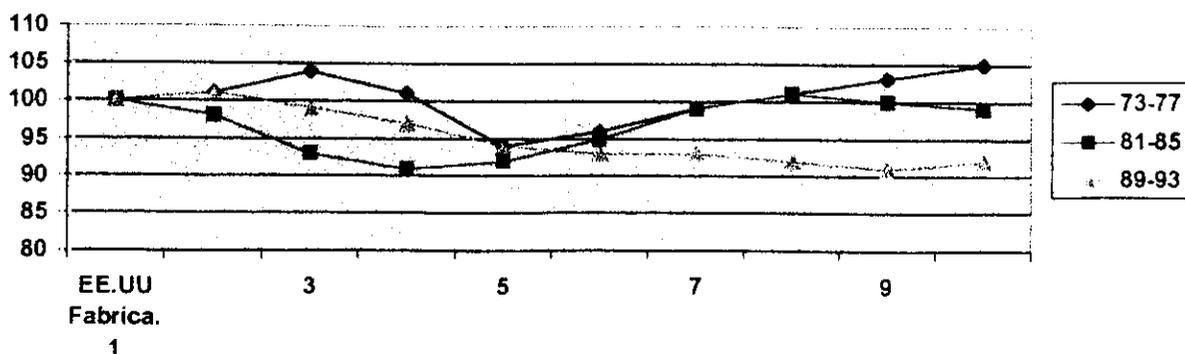
† OECD (1996), *Employment Outlook*, Paris, 1996.



En general, el empleo en la industria se ha mantenido constante o ha caído en el área de la OCDE desde los años 70. En los últimos años, la caída en los puestos de trabajo de la fabricación ha ocurrido fundamentalmente en las recesiones de principios de los ochenta y principios de los 90, permaneciendo el empleo de la fabricación estable o aumentando ligeramente en los períodos posteriores. Esto sugiere que los puestos de trabajo en el sector de la industria de los países de la OCDE perdidos en las recesiones, no son fácilmente recuperables cuando las economías vuelven a crecer.

Las razones por las que la industria experimenta mayores dificultades para crear empleo son complejas. Sin embargo, puede ser interesante examinar superficialmente a un sector emblemático como es el del automóvil. Este es el sector de mayor actividad en todo el mundo: produce más de 50 millones de vehículos cada año. Peter Drucker bautizó, en cierta ocasión, a los fabricantes de automóviles como la industria de las industrias. El automóvil y sus industrias adyacentes son los responsables de la creación de uno de cada doce puestos de trabajo en el sector secundario en los Estados Unidos, y les suministra del orden de 50.000 empresas satélites.

La importancia del automóvil para la economía global y para el empleo es, sin duda, incuestionable. Desde la época en que Henry Ford instaló la primera cadena de montaje móvil, los fabricantes de automóviles han experimentado con miles de innovaciones con la finalidad de incrementar la producción y reducir la mano de obra en el proceso de montaje. El mismo Ford se enorgulleció de la capacidad de su propia empresa para sustituir por tecnologías la mano de obra física, y estuvo siempre interesado en la búsqueda de nuevas formas para la reducción de tareas, hasta convertirlas en operaciones para las que no se requería ningún esfuerzo.

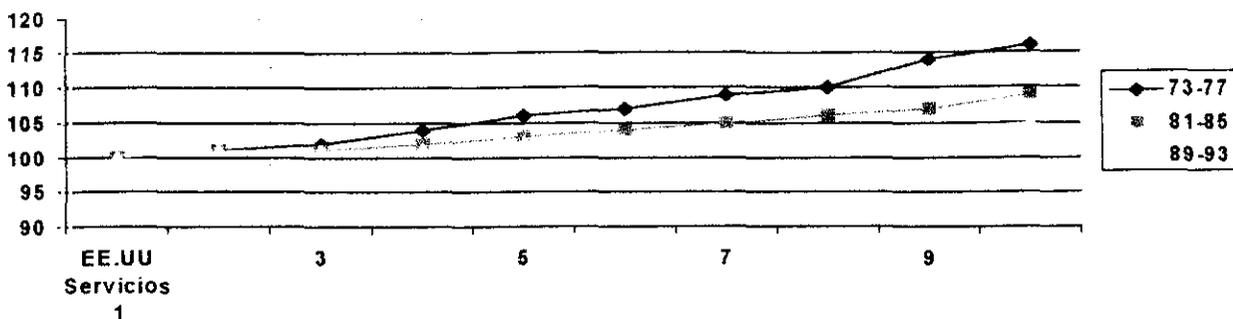


La visión de Ford de la línea de producción ha evolucionado rápidamente, y posteriormente han sido los japoneses los que han marcado la pauta. Los expertos industriales predicen que, para finales de la actual década, las fábricas de propiedad japonesa serán capaces de producir un automóvil en menos de ocho horas. El acortamiento en el tiempo de producción significa la reducción en el número de trabajadores necesarios para el montaje del vehículo.

Siguiendo los dictados de los japoneses, los fabricantes estadounidenses empiezan a aplicar procesos de reingeniería a sus propias operaciones con la esperanza de llegar a incrementar la productividad, reducir las plantillas y mejorar las participaciones de mercado y los márgenes de beneficios. En 1993 el presidente de General Motors, John F. Smith, Jr., anunció planes para poner en marcha las reformas derivadas de planteamientos de reingeniería en las plantas de montaje de GM y estimó que los cambios a introducir en las prácticas de producción podrían llegar a eliminar, hacia finales de la década de los años 90, del orden de los 90.000 puestos de trabajo, o lo que es lo mismo, hasta un tercio de la totalidad de la masa laboral.

Otros fabricantes de ámbito mundial también aplican el concepto de reingeniería a sus operaciones, con lo que eliminan gran número de puestos de trabajo. En septiembre de 1993 Mercedes Benz anunció que intentaría incrementar los rendimientos en sus instalaciones en un 15% para 1994, y que ello implicaría un recorte de 14.000 puestos de trabajo. En 1995 los analistas industriales predicen que los fabricantes alemanes de automóviles podrían eliminar uno de cada siete empleos. Y ello en un país en el que el 10% de la totalidad de la masa laboral está contratada en la industria automovilística o en sus industrias subsidiarias.

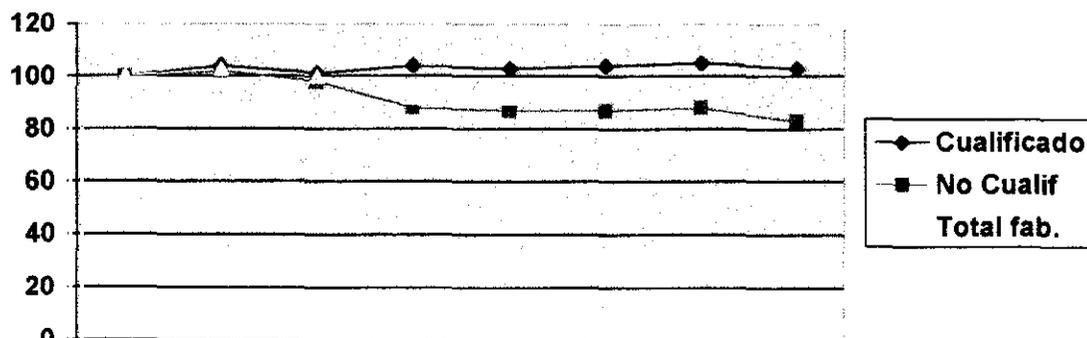
La industria, en general, contempla la tecnología que elimina puestos de trabajo como su mejor apuesta para la reducción de costes y mejora de beneficios. A pesar del hecho de que los costes de mano de obra sean menores de un 10 a un 15% con respecto a los costes totales, representan un mayor porcentaje de las ventas que de los beneficios, y son fácilmente reducibles con la sustitución de nuevas tecnologías de la información. La International Labor Organization de Naciones Unidas estima que si los fabricantes redujesen sus costes laborales a la mitad, sus beneficios se triplicarían. General Motors espera que, mediante la eliminación de un cuarto de su masa laboral y mediante la reingeniería de sus operaciones, podrá llegar a ahorrar algo más de 5.000 millones de dólares por año a partir de 1995.



Los robots empiezan a ser cada vez más atractivos como forma alternativa para recortar los costes laborales en una cadena de producción. Los japoneses, muy por delante del resto de los diferentes componentes del sector, han iniciado la robotización de muchas de sus cadenas de producción. Mazda Motor Corporation anunció en 1993 que había conseguido el objetivo de automatizar un 30% del montaje final en su nueva planta de Hofu, Japan. La empresa espera llegar hasta el 50% en el año 2.000. Dado que la nueva generación de robots inteligentes, provistos de más inteligencia y flexibilidad ya están empezando a encontrar su lugar en el mercado, los fabricantes automovilísticos podrán sustituir más fácilmente a los trabajadores dado que resulta mucho más rentable desde el punto de vista económico. El periódico especializado Machinery and Production Engineering resumía el punto de vista empresarial de forma contundente: "El pago de salarios más elevados a los trabajadores que se les pueden catalogar como algo más que una máquina pensante, no es algo demasiado seductor, y allí donde un hombre está tan sólo empleado para descargar una máquina y cargar otra... la sustitución por un robot no es tan sólo una decisión muy evidente, sino algo cada vez más fácil de justificar desde el punto de vista financiero. Además, un robot es algo que no queda sujeto a variaciones aleatorias en sus prestaciones, y en cualquier caso y circunstancia, trabajará tan duramente, tan concienzudamente y tan consistentemente al final de la jornada como lo hacía al principio.

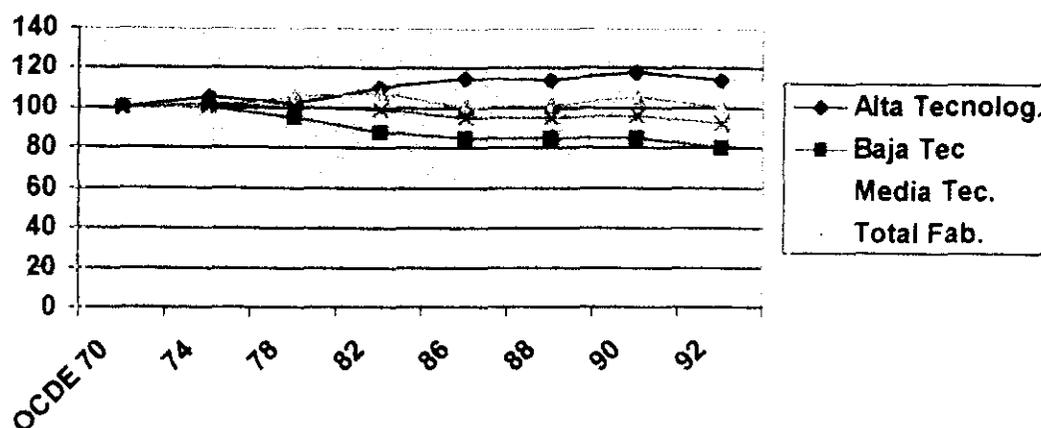
Los ingenieros industriales desarrollan en la actualidad, técnicas aún más avanzadas con los robots, con elementos tan sofisticados como la comunicación por la voz, lenguajes de programación de uso general, aprendizaje a partir de la experiencia, *visión tridimensional con sensibilidad al color, múltiple coordinación conjunta*, capacidades de andar y para autoorientarse, y capacidades de autodiagnóstico y corrección de errores". El objetivo, afirma el sociólogo Michael Wallace, "es aproximarse, lo más cerca posible, a las capacidades humanas para poder llegar a procesar datos del entorno y resolver problemas, mientras que se intentan evitar los que presentan, de forma más o menos común, los agentes humanos (por ejemplo el absentismo o la baja productividad).

Se estima que cada robot sustituye a cuatro puestos de trabajo en la economía y,



si se emplean durante las veinticuatro horas del día, podrían quedar amortizados en un año. En 1991, de acuerdo a lo establecido por la International Federation of Robotics, la población de robots, a nivel mundial, se situó en las 630.000 unidades.

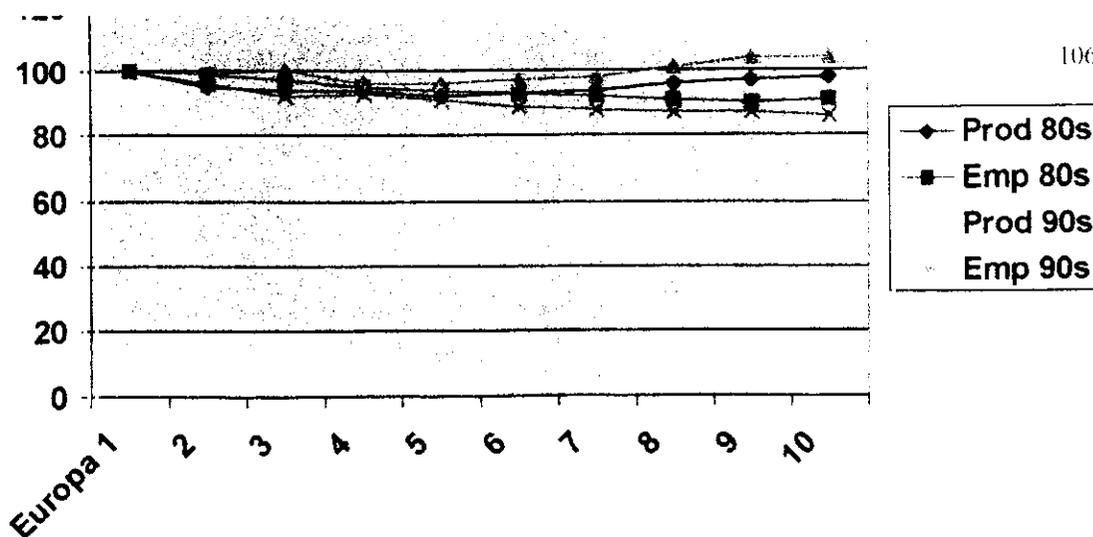
El declive a largo plazo del empleo de fabricación tanto en términos absolutos como relativos no ha sido uniforme en todos los sectores de la fabricación y se ha visto acompañado de importantes desplazamientos en su composición. Los distintos sectores que hay en la fabricación pueden dividirse en grupos basándose en criterios tales como la tecnología (intensidad en el gasto de R&D), salarios o habilidades.



El escenario general que podemos contemplar en estos gráficos* es uno en el que el empleo en los sectores de la fabricación basados en la ciencia y en la alta tecnología, con salarios altos, se ha expandido desde 1970, en fuerte contraste con el estancamiento en los sectores de tecnología media y con las pérdidas en los sectores de baja tecnología, con bajos salarios, intensivos en mano de obra. Con pocas excepciones, los países se han desplazado desde el empleo de fabricación intensivo en mano de obra, de bajos salarios y baja tecnología, a puestos de trabajo de tecnología media y alta, ocurriendo los desplazamientos más importantes en Finlandia, Alemania, Japón, Suecia y Dinamarca.

El estudio de la OCDE de 1994, (OECD Jobs Study), afirmaba que aunque a principios de los 90 el empleo general se recobraba más lentamente de lo que lo había hecho en el pasado, esto parecía reflejar un rebrote más débil de la producción más que un "crecimiento sin empleo". Para abordar este tema, vamos a analizar el comportamiento de la producción y del empleo en las dos principales zonas geográficas de la OCDE: América del Norte (Estados Unidos y Canadá) y Europa. Aunque para el conjunto de la OCDE no se puede confirmar esta afirmación de crecimiento sin empleo, se pueden contemplar fuertes diferencias entre las regiones.

* Gráficos: El empleo en la OCDE según el tipo de fabricación. OCDE, 19 países. índice de 1970=100. Fuente: OCDE, base de datos STAN.



Cómo se puede apreciar en los gráficos⁴, en Estados Unidos, aunque el rebrote de la producción fue similar en las recesiones, la recuperación del empleo fue más saludable en la última recesión, en comparación con la de los 80.

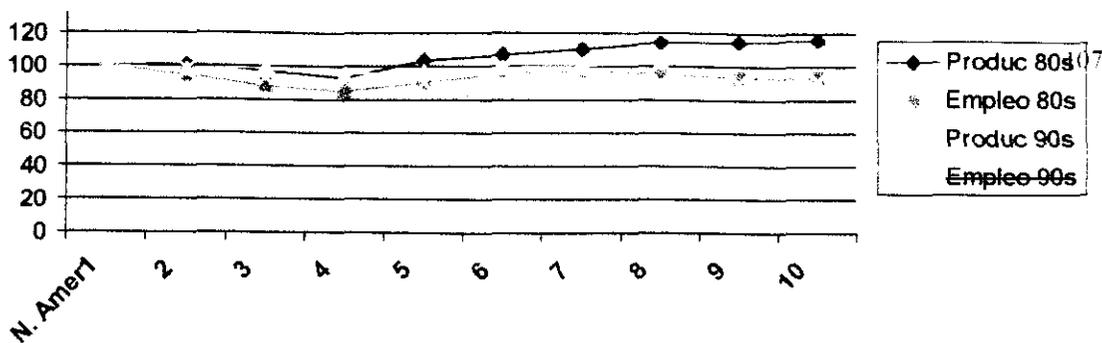
El caso de Europa es distinto. Aunque las diferencias entre los distintos países son significativas, la recesión de principios de los 90 parece distinta a la de los 80. En los 80 la producción empezó a bajar dos años después del inicio del declive; luego subió pero sin llegar a alcanzar los niveles previos a la recesión. El empleo en la fabricación bajó durante el periodo, pero tocó suelo en 1984. En cambio a principios de los 90 la producción cayó dos años para luego experimentar un fuerte rebrote, mientras que en cambio el empleo bajaba y en algunos países todavía no ha tocado suelo.

3.2) Tecnología y empleo: la evidencia a nivel de empresa.

El impacto de la tecnología en las empresas, sectores y en el conjunto de la fabricación, es el resultado de un complejo conjunto de relaciones e interacciones. A nivel de empresa, mientras que las innovaciones de procesos que implican cambio tecnológico ahorrador de trabajo tienden a bajar el nivel de empleo, las empresas innovadoras pueden aumentar la producción si las reducciones de costes conseguidas redundan en menores precios, lo que al final da lugar a mayor empleo. En el caso de innovaciones de productos, el impacto sobre el empleo a nivel de empresa es positivo, pues el desarrollo de nuevos productos estimula la demanda de productos de la empresa, lo que genera un nivel más alto de producción, y por tanto una demanda más alta de mano de obra.

Las relaciones entre tecnología y empleo en el nivel de la empresa están recibiendo cada vez mayor atención y algunos estudios han examinado los flujos de puestos de trabajo y las tasas de creación y destrucción de empleo dentro de cada sector. Los resultados de un buen número de países de la OCDE son bastante consistentes. Dentro de los sectores, las tasas de creación y destrucción de puestos de trabajo son muy altas en comparación a la tasa neta de cambio en el nivel de empleo. Estas estadísticas cuantifican y confirman la noción de que la mayor parte del cambio inducido por la tecnología está ocurriendo dentro de los sectores, en vez de dar lugar a cambios en la composición entre los sectores

⁴ Gráficos: *El Empleo y la Producción en la fabricación durante las dos recesiones*. Gráfico 1: OCDE Europa (1981 Q2=100; 1991 Q2=100). Gráfico 2: América del Norte (1981 Q1=100; 1989 =100). Fuente: Base de datos de la OCDE sobre indicadores de actividad industrial.



A priori no está clara la incidencia del cambio tecnológico sobre el empleo dentro de las empresas. Los estudios empíricos más recientes basados en datos a nivel de empresa nos muestran que las empresas de tecnología avanzada crean más empleo que las demás. Una parte importante del crecimiento de la productividad y del empleo ocurre en las plantas de alta productividad del sector, mientras que los centros de baja productividad de ese mismo sector se reducen de tamaño debido a reajustes de personal* (downsizing). La evidencia procedente de Estados Unidos nos muestra que para el periodo 1977-87, el 25% de los 130.000 centros de fabricación encuestados aumentaron tanto en productividad como en empleo, y que estas plantas aportaron la mayor contribución al total de crecimiento del empleo**.

En Canadá los datos no sólo muestran que el crecimiento de la productividad de los centros que usan tecnología es más alto que los que no la usan, sino que el crecimiento del empleo es además mayor. Un estudio realizado en Italia*** averiguó que la empresas innovadoras proporcionan un empleo más estable para los trabajadores individuales, lo que de alguna forma implica que las empresas innovadoras tienen más éxito y que por lo tanto mantienen sus niveles de empleo.

Los estudios realizados a nivel de empresa proporcionan reflexiones útiles, pero no dicen nada de la incidencia de la tecnología sobre el empleo total de un sector o del conjunto de la economía: los innovadores pueden estar creando empleo, pero si en el sector predominan los no innovadores, su nivel de empleo bajará. El impacto total de la tecnología sobre el empleo de un sector dado debe tener en cuenta no sólo su incidencia sobre una empresa en concreto en el momento de introducir la nueva tecnología, sino también la incidencia sobre los competidores de ese mismo sector, tanto a nivel nacional como internacional. Además, el impacto sobre la demanda de trabajo en un sector puede ser reforzado, o contrarrestado, por lo que pase en otros sectores y en otros países.

Incluso si la incidencia directa inicial de los avances tecnológicos ahorradores de empleo en un sector de la fabricación es negativo, simultáneamente se presentan factores compensatorio que estimulan la creación de empleo, por lo que al final es difícil predecir el resultado neto.

* Baily, M. E. Bartelsman y J. Haltiwanger. *Downsizing and Productivity Growth*, Center for Economic Studies. US Bureau of the Census, Washington, DC, 1994.

** US Department of Commerce, *Technology, Economic Growth and Employment: New Research from the Department of Commerce*, Office of the Chief Economist, Economics and Statistics Administration, Washington, DC.

*** Pacelli, L, F. Rapiti and R. Revelli, *Intensity of Innovation, Employment and Mobility of Workers in Italy: Evidence from a Panel of Workers and Firms*, ponencia presentada en el encuentro sobre la incidencia de la tecnología y de la innovación sobre el empleo y sobre el rendimiento de las empresas. Washington, DC. 1-2 mayo 1995.

Uno de estos factores compensatorios está relacionado con el hecho de que toda introducción de nueva tecnología ("incorporada" en nueva maquinaria y equipos o "desincorporada" en forma de una patente o de una idea no protegida), implica un aumento de la inversión, lo que genera demanda y empleo, tanto en las industrias auxiliares como en el sector de bienes de capital.

Otro factor compensatorio está relacionado con los efectos sobre los precios y sobre los ingresos. Tanto en el caso en el que bajen los costes o se creen nuevos productos, las innovaciones dan lugar a salarios y beneficios más altos, o a reducciones de precios. Todo esto tiende a aumentar los ingresos reales, la demanda de bienes fabricados o de servicios, y de esta forma también el empleo.

Un tercer factor se relaciona con los mecanismos equilibradores del mercado de trabajo. En los lugares en donde los trabajadores son desplazados por tecnología ahorradora de trabajo, lo normal es que esta situación suponga una presión a la baja sobre los salarios, que parcialmente compense la sustitución de mano de obra. *El resultado final va a depender de la naturaleza del cambio tecnológico, del grado de sustitución entre los factores de producción, del grado de flexibilidad del mercado, y del papel de las instituciones.*

Aunque estos efectos compensadores no pueden ser observados directamente, es posible en cambio observar las relaciones entre la tecnología y la creación de empleo desde un nivel más agregado, a nivel de sectores económicos individuales, en donde se registra la evolución de la productividad, del empleo y del esfuerzo innovador.

Una forma de analizar la contribución de los distintos factores al crecimiento del empleo es adoptar una metodología que desglose los cambios en el empleo en factores tales como la expansión de la demanda nacional o de las exportaciones, el impacto de la penetración de las importaciones, el crecimiento de la productividad o los cambios en las técnicas de producción.

Un reciente estudio de la OCDE⁷ que ha usado esta metodología para ocho países para el período entre principios de los 70 a mediados de los 80, nos mostraba que el crecimiento de la productividad y la tecnología han afectado de forma negativa al empleo, tanto en el conjunto de la fabricación, como en sectores particulares. Esto no es sorprendente: en esencia, la metodología no tiene en cuenta las relaciones dinámicas entre las variables.

El impacto negativo de una productividad más alta del trabajo sobre el empleo tan sólo refleja el efecto ahorrador de trabajo del avance técnico, sin tener en cuenta ningunos de los efectos compensatorios de menores precios y mayores ingresos que hemos mencionado antes. Sin embargo, la metodología es útil en el sentido de que nos muestra que en los sectores de alta tecnología y altos salarios, el efecto positivo sobre el empleo de una demanda nacional más alta normalmente contrarresta los efectos ahorradores de trabajo de la tecnología.

⁷ Sakurai, N: *Structural Change and Employment: Empirical Evidence for Eight OECD Countries*, STI Review, No.15, OECD, París, 1995.

Un enfoque alternativo es examinar la relación entre el cambio en el empleo y otros factores explicativos por medio de correlaciones o en un esquema de regresiones. La OCDE⁷⁷ ha realizado un estudio que intenta ver la relación entre el rendimiento en el empleo, el esfuerzo innovador y la productividad en el sector de fabricación. El estudio demuestra que, contrariamente a lo que se hubiese esperado desde una interpretación mecánica de la relación entre productividad y empleo, es el sector de la fabricación con mayor crecimiento de la productividad el que ha ganado más puestos de trabajo. *La principal lección que podemos extraer es que un alto crecimiento de la productividad no sólo no da lugar de forma automática a pérdida de puestos de trabajo, sino que con frecuencia se ve acompañado de otros factores tales como ingresos más altos, mayor demanda y nuevas innovaciones de productos, que aumentan el empleo.*

Para el periodo 1970-93 el estudio encuentra una relación positiva entre el crecimiento del empleo y la productividad para el conjunto de los países del G-7. Dentro de la industria, los *sectores de alta tecnología* mostraban unas ganancias de la productividad que estaban por encima del promedio (un crecimiento anual del 4%, frente al 3% para el conjunto de la fabricación). Sin embargo, también tenían una creación de empleo que estaba por encima del promedio, con una tasa anual de crecimiento del 0,5%, frente al 0,5% de declive del conjunto de la industria. En contraste, el crecimiento de la productividad de los sectores de la fabricación de baja tecnología estaba por debajo del promedio, (2%, frente al 3%), así como su creación de empleo, (un declive anual del 1% en vez del 0,5%).

Aunque esta correlación se da para este periodo de tiempo y para muchos países, varía considerablemente dependiendo del período exacto de tiempo que se coja. La relación positiva entre productividad y empleo se mantiene bien en los 70 y en los 80. Durante la recesión de principios de los 90, sin embargo, la situación se invierte. Los sectores de alta tecnología de los países avanzados continuaban teniendo unas ganancias de productividad que estaban por encima del promedio. Sin embargo, perdieron puestos de trabajo a una tasa más rápida que el promedio de la fabricación, a medida que se saturaban los mercados de estos productos.

Usando un enfoque más estructurado, Pianta⁷⁸ investigó la incidencia del cambio tecnológico y estructural sobre el empleo en el sector de la fabricación de los seis países más grandes de la OCDE. En un análisis por países, los autores distinguen entre: *sectores de crecimiento* en donde tanto el empleo como el valor añadido han aumentado (plásticos, ordenadores, impresión, aviones, maquinaria eléctrica, farmacia, alimentación, química, automoción); *sectores en declive* en donde tanto la producción como el empleo han caído (textil, cuero y vestido, hierro y acero, refinado de petróleo, tabaco); y *sectores que están sufriendo una reestructuración*, con crecimiento en la producción y caída en el empleo (comunicaciones, papel, muebles, caucho y plásticos, instrumentos, productos metálicos, minerales no ferreos, astilleros).

Para el conjunto de los países del G-7, los sectores de crecimiento parecen estar asociados con una intensidad de R&D más alta. De hecho, en los 80, los sectores que muestran las tasas más altas de inversión e innovación experimentaron una mayor

⁷⁷ OECD (1996 a), *Technology and Industrial Performance*, Paris, 1996.

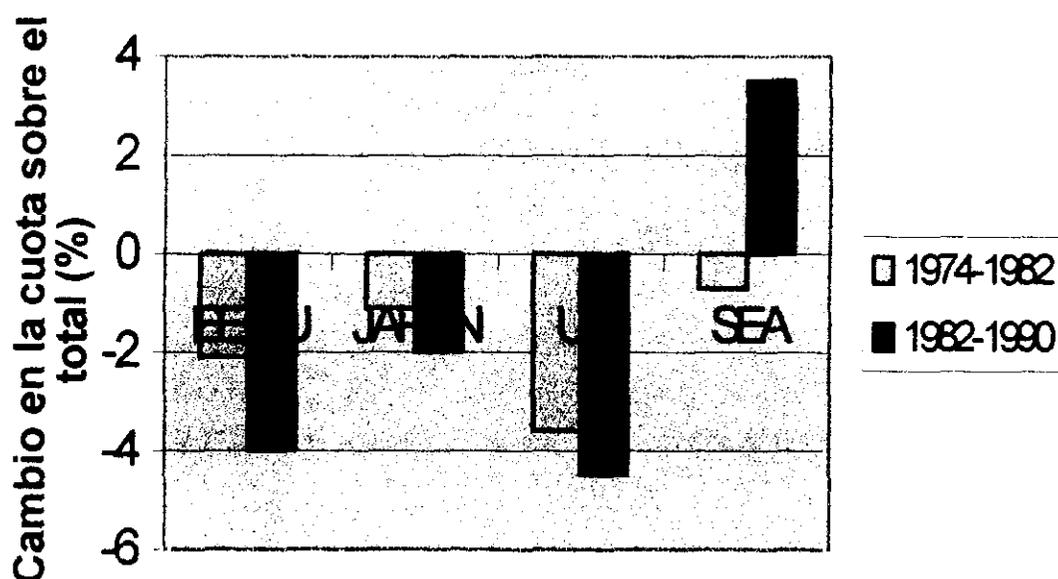
⁷⁸ Pianta, M., R. Evangelista y G. Perani; *The Dynamics of Innovation and Employment: An International Comparison*, ponencia presentada dentro de la reunión sobre *Technology, Productivity and Employment Macroeconomic and Sectoral Evidence*, Paris, 19-20 Junio, 1995.

producción y crecimiento del empleo. *En otras palabras, la tecnología ha acompañado al proceso de cambio estructural, favoreciendo la emergencia de nuevos campos de actividad que han proporcionado nuevas oportunidades de puestos de trabajo. En este sentido, los "mecanismos de compensación" del desempleo tecnológico parecen haber funcionado.*

Al mirar a los países individuales, los autores establecen que Japón tiene el número más alto de sectores de la fabricación clasificados como sectores de crecimiento y que Europa es la región con mayor número de sectores en la categoría de la reestructuración, mientras que Estados Unidos está entre los dos. Además, en Europa se da a menudo una relación negativa entre la productividad y el crecimiento del empleo: los sectores de la fabricación en donde la productividad ha aumentado tendían a ser en muchos casos los sectores en donde el empleo ha bajado.

De esta forma, parece ser que los países de Europa han encontrado más dificultades para beneficiarse del círculo virtuoso de la tecnología, el crecimiento y el empleo. Por último comentar que la tendencia a la reducción de la proporción de la fuerza de trabajo ocupada en el sector industrial se aplica a todos los países de la OCDE, con la excepción de Turquía. Sin embargo, y como se puede ver en el gráfico*, en los países del sur de Asia, la proporción de mano de obra ocupada en el sector ha aumentado.

Empleo en la Industria



* Gráfico: cambio en la cuota sobre el total (%) de la industria. 1974-1990. Fuente: ILO (1992).

4) La Tecnología y el empleo en los sectores de fabricación en declive

En los apartados previos hemos tratado la evolución del empleo en la fabricación en general, o en distintos segmentos, (de alta, media o baja tecnología), sin especificar nada de los sectores implicados. Sin embargo, es evidente que las mayores pérdidas de puestos de trabajo se da en sectores tales como el acero, astilleros o textiles, en donde el cambio tecnológico y las importaciones procedentes de países emergentes son vistos como las principales causas del declive en el empleo. Este apartado intenta describir brevemente a algunos de estos sectores que están en decadencia, en el sentido de que la cuota de su producción total ha caído a lo largo del tiempo en la mayor parte de los países de la OCDE, y en el sentido de que el número de trabajadores empleados ha bajado en términos absolutos.

4.1) Acero:

Las grandes fundiciones de Inglaterra, Alemania y los Estados Unidos han suministrado la infraestructura material de la moderna economía industrial. Las grandes instalaciones en ciudades industriales como, por ejemplo, Sheffield, Essen y Pittsburgh convertían grandes cantidades de hierro en acero de suave textura que, posteriormente, iba a ser empleado en la fabricación de raíles, en la construcción de las grandes estructuras de las locomotoras o para carrocerías de los automóviles, en la obtención de vigas para los grandes rascacielos en construcción o para las fábricas que debían albergar las ampliaciones en las capacidades de fabricación y, en el caso de los Estados Unidos, para la confección de alambre de espinos, que delimitara las grandes praderas en el Oeste americano.

Hacia 1890, los Estados Unidos eran los líderes en la producción de acero. Las fundiciones de Andrew Carnegie, las mayores del mundo, producían 2.000 toneladas por semana. A principios del presente siglo, una moderna fundición americana podía producir tanto acero por día como el que elaboraba por año un alto horno de mediados del siglo pasado.

El acero era el rey de las industrias con chimenea y actuaba como peaje de entrada para cualquier nación que quisiese entrar a formar parte del club de los países industrializados. América disfrutaba de un papel preeminente en la producción de acero gracias a sus tecnologías de orden superior, a sus mejores métodos de organización, a su más fácil acceso a materias primas más baratas y a su dominio de mercados de ámbito continental. En la actualidad, este margen de competitividad ha quedado seriamente erosionado, en gran medida como consecuencia del fracaso de las empresas estadounidenses en compensarlo a partir de las nuevas tecnologías de la revolución informática, que han reconstruido la industria siderometalúrgica.

En el proceso tradicional de obtención de acero en frío, los rollos de grueso producto terminado pasan a través de una serie de etapas hasta llegar a obtener delgadas hojas de acero que podrán ser empleadas para la fabricación de automóviles, frigoríficos, lavadoras y otro tipo de aplicaciones para el hogar. En primer lugar, se llevan a una máquina que elimina los restos de escoria y de óxido de su superficie. A continuación, el acero es transportado a otra que lo lava con una solución química especial hasta completar el proceso de limpiado. Desde allí, el acero viaja hasta una

máquina para su secado, y entonces pasa a otra que lo prensa hasta obtener el grosor deseado. Finalmente el acero es cortado y preparado.

Nippon y otros fabricantes japoneses han eliminado todas estas etapas diferenciadas y las han unificado bajo un único proceso, con lo que han revolucionado la producción de acero. Empiezan combinando los procesos de entrada y de raspado. A continuación proceden a combinar las fases de limpieza y de secado. Se añaden controles informatizados para automatizar la producción. La nueva laminadora en frío, con una inversión de 400 millones de dólares, de Nippon cerca de Gary, Indiana, se hace funcionar con un pequeño equipo de técnicos. Mediante la reducción del tiempo de producción, desde los doce días a una hora, en esta nueva instalación automatizada, la dirección de Inland ha sido capaz de reducir, de forma significativa, las necesidades de mano de obra, procediendo a cerrar dos viejas laminadoras y despidiendo a centenares de trabajadores.

El empleo en la industria del acero ha quedado seriamente afectado por la introducción de pequeñas laminadoras. Estas nuevas instalaciones informatizadas, emplean hornos de arco eléctrico para convertir la materia prima en hilos y barras de acero. Mucho más baratas de hacer funcionar que las fábricas de hacer integradas, estas pequeñas laminadoras producen cerca de un tercio del acero total que se consume en los Estados Unidos. Los trabajadores cualificados que se requieren en una instalación de este tipo son un pequeño grupo de especialistas en química, metalurgia y programación de ordenadores. Con sus procesos de producción informatizados, estas unidades de producción están en condiciones de elaborar hasta una tonelada de acero con menos de una doceava parte de la estructura de mano de obra que requiere una de las gigantescas fábricas integradas.

La creciente automatización en la producción de acero ha dejado a miles de trabajadores de "cuello azul" sin trabajo. En 1980, la United States Steel, la mayor empresa integrada del sector del acero en los Estados Unidos, empleaba cerca de las 120.000 personas. En 1990 producía prácticamente la misma cantidad que entonces, con tan sólo 20.000 empleados. Se prevé que este número se reduzca sensiblemente entre los próximos diez a veinte años, como consecuencia de la puesta en marcha de operaciones informatizadas más avanzadas en los procesos productivos.

Los nuevos métodos de fabricación altamente automatizados son combinados con radicales reestructuraciones en las jerarquías directivas para llevar al sector del acero hacia los postulados básicos de la producción racionalizada.

De acuerdo con los registros de la International Labor Organization, la producción de acero acabado desde 1974 hasta 1989, en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), descendió, tan sólo, en un 6% mientras que el empleo lo hizo en más de un 50%. En los Estados Unidos y en la Unión Europea, en donde el empleo ha caído en más de un 50% desde 1980, se estima que el cambio tecnológico es responsable de entre un 65 y un 70% del aumento de la productividad, reduciendo a la vez las necesidades de mano de obra en un 40%. En Japón, en donde el empleo ha caído en un 30% desde 1980, la productividad ha aumentado en un 45-50%, reduciendo las necesidades de mano de obra en más de un 30%.

La reducción de la fuerza de trabajo ha supuesto un difícil desafío para los gobiernos y las compañías del acero, así como para los trabajadores. Como los sectores relacionados con el acero son a menudo las principales actividades económicas de algunas regiones, sus regiones se han encontrado con dificultades para proporcionar empleo alternativo para los trabajadores desplazados. En el intento de encontrar soluciones eficaces se ha intensificado la cooperación entre los agentes sociales.

Los enfoques con mayor éxito parecen haber sido los que han combinado el apoyo económico a corto plazo para los trabajadores desplazados con estrategias más a largo plazo dirigidos a atraer nuevas inversiones a las áreas en declive. Estas iniciativas son costosas. Las políticas de jubilación anticipada han tenido éxito al principio a la hora de facilitar fuertes reducciones de empleo en compañías inmersas en ambiciosos programas de reestructuración. Sin embargo, a medida que el número de trabajadores de mayor edad bajaba, su utilidad para facilitar el ajuste ha disminuido. En otros países, especialmente Japón, el envío de los trabajadores del acero a compañías filiales permitió a los fabricantes mantener su compromiso de empleo a largo plazo, reduciendo a la vez los niveles de empleo.

La extinción de los contratos ha afectado a las distintas categorías de trabajadores en distintas formas. Quizás los problemas más difíciles de ajuste han sido experimentados por los trabajadores del acero más mayores, que todavía no habían llegado a la edad de jubilación y que tenía una movilidad profesional limitada, lo que ha complicado los esfuerzos para volverlos a emplear. Parece que para que la situación mejore se debería aumentar tanto la movilidad profesional como la geográfica.

En cuanto al apoyo a las regiones, parecen haberse conseguido éxitos significativos a largo plazo en algunas regiones del acero en las que tanto el gobierno como las empresas se han esforzado en atraer pequeñas y medianas empresas a las zonas en reconversión industrial. Desgraciadamente, el tiempo necesario para atraer la inversión ha sido a menudo demasiado largo como para proporcionar un beneficio inmediato a las comunidades afectadas, y han sido necesarias medidas de transición para apoyar a las economías locales.

4.2) Astilleros:

El sector de los astilleros en los países de la OCDE ha echado al 50% de su fuerza de trabajo desde 1970. A la hora de evaluar el impacto de la reestructuración y de la tecnología sobre el empleo representa un caso especial, dado que la reducción de la fuerza de trabajo es en gran parte debida a factores que afectan al propio sector, más que a los efectos ahorradores de trabajo de la tecnología. En los últimos 20 años ha habido una reducción masiva, la mayor parte ocurrida en los primeros diez años, que se realizó para eliminar el exceso de capacidad que el sector había creado.

Aunque al principio se consideraba que la crisis iba a durar poco, los gobiernos persiguieron políticas que iban dirigidas a mantener los astilleros y a evitar problemas sociales creando una demanda "artificial", mientras esperaban la llegada de la recuperación económica. Estas políticas eran de varios tipos: creación de agencias de compras de barcos, nacionalización de los astilleros, fusiones para reducir su número. Cuando la recuperación económica no llegó y las medidas a corto plazo se volvieron demasiado caras para los presupuestos, los gobiernos adoptaron políticas a largo plazo

de reducción de la capacidad y ayudaron financieramente a las empresas y a la mano de obra. Proporcionaron ayudas a los trabajadores despedidos y ayudaron al cierre de los astilleros, creando actividades industriales alternativas.

La reconversión de los trabajadores de los astilleros ha sido difícil por varios motivos. La falta de actividades alternativas en las proximidades de los astilleros y la falta de movilidad de los trabajadores agravó los problemas. En Japón las transferencias se realizaban en el seno de los grupos industriales a los que los astilleros pertenecían. Son raros los casos en los que se implantaron con éxito actividades industriales en los lugares en donde antes había astilleros. En Suecia se instalaron dos nuevas plantas de fabricación de automóviles en los lugares en donde había astilleros para así usar la mano de obra cualificada ahora desocupada, recibiendo fuertes ayudas e inversiones públicas. Una de las plantas ha cerrado mientras que la otra se encuentra en fuertes dificultades.

La tecnología empezó a jugar un papel importante a partir de 1987, cuando un tipo distinto de reestructuración tuvo lugar en el sector de astilleros de la OCDE. El crecimiento en la producción de barcos se volvió a iniciar, ha habido muy poca reducción de capacidad posterior, la productividad ha aumentado y la mano de obra sigue siendo despedida, aunque a menor ritmo. Se espera que este periodo de reestructuración continúe, impulsado por el progreso tecnológico y por los cambios en la competitividad internacional.

El progreso tecnológico se ha desarrollado a un ritmo acelerado desde 1987, dejando su huella no sólo en las cualificaciones de la fuerza de trabajo sino también en los números. En la fase de diseño se adoptaron sistemas de diseño asistido por ordenador, mientras que en la planta de fabricación se introducían máquinas controladas numéricamente, así como robots para pintar y cortar. Este tipo de tecnologías requerían un tipo distinto de cualificaciones de los trabajadores.

Al contemplar la industria de los astilleros desde 1987 podemos apreciar la velocidad con la que la productividad ha crecido. Aunque esta mayor productividad ha contrarrestado los efectos de la mayor producción de barcos sobre el empleo, dando lugar a otras reducciones en el empleo, éstas han sido pequeñas en comparación con las de la década previa a 1987, y son fundamentalmente debidas al progreso técnico, aunque el cierre de algunos astilleros también ha jugado un cierto papel.

Las políticas del gobierno han cambiado desde 1987. Las ayudas a la reconversión se han reducido, excepto en los pocos países de la OCDE en los que la reducción de la capacidad no se ha completado. Por otro lado, a la vista de las mejores perspectivas para los astilleros, muchos países de la OCDE han acordado eliminar todas las ayudas a los astilleros en el futuro. Mientras que se han eliminado las ayudas públicas a los astilleros como empresa, las ayudas a los trabajadores que pierden sus puestos de trabajo sigue siendo posible.

4.3) Textil:

No existe ningún sector industrial con mayor identificación con la revolución industrial que el textil. Hace más de 200 años se empezaron a emplear las primeras máquinas movidas por vapor para el cardado de la lana en Inglaterra, lanzando con ello

una revolución relativa a la forma de producir bienes. En la actualidad, mientras otros sectores industriales han aceptado la carrera hacia la era de la automatización, el textil se ha quedado estancado, debido, en parte, al intensivo trabajo del proceso de cosido.

Un estudio realizado en el sector de la confección determinaba que transcurrían seis semanas para que una determinada pieza pasase desde su etapa de diseño y producción hasta quedar expuesta en el punto de distribución. Los grandes plazos de tiempo empleados y la lenta entrega representan para la industria un coste de más de 25.000 millones de dólares por año, en pérdidas en ventas potenciales. La mayoría de éstas se producen en la fase de distribución detallista, cuando las tiendas se ven obligadas a marcar precios a la baja debido a los cambios de moda y a los de temporada. La pérdida de ventas potenciales también se produce como consecuencia de una situación de roturas de inventario.

Sin embargo, en años recientes, la fabricación textil ha empezado a actualizar sus procedimientos siguiendo las tendencias establecidas por otros sectores industriales, aplicando principios de producción racionalizada y sistemas avanzados de automatización informática. El objetivo consiste en introducir sistemas de producción flexible y de entrega just-in-time de forma que las órdenes de compra puedan corresponder a ventas hechas a la medida del cliente. Algunas empresas, como las inglesas Allied Textile Co., Parkland Textile Co. y Courtaulds, han empezado a introducir la robotización en sus procesos productivos.

Los sistemas de diseño asistido por ordenados (CAD) han logrado reducir los tiempos de diseño para una pieza de confección desde semanas a minutos. También se han introducido sistemas de tintado informatizado y de acabado automatizado. Otros sistemas basados en ordenadores han agilizado el almacenaje, la manipulación, el empaquetado y el envío de las piezas de confección terminadas.

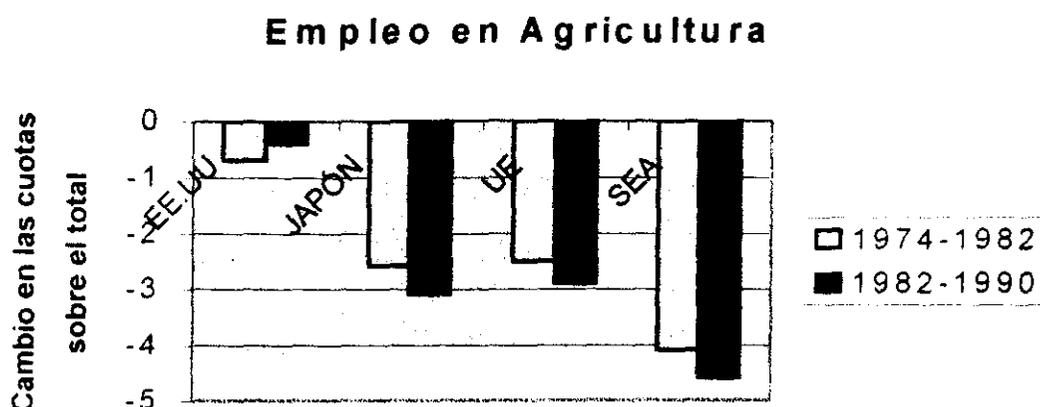
Aunque la fase de cosido sigue siendo intensa en mano de obra, las empresas han podido recortar los tiempos de producción en otras áreas del proceso. Algunas emplean ya máquinas automatizadas de marcaje y corte. Máquinas micro electrónicas de cosido también se han introducido en el proceso, ayudando con ello a preparar las fases previas de esta etapa.

Las nuevas tecnologías empiezan a convertir el proceso de fabricación de prendas de confección en una industria nacional competitiva en costes, llevando a las empresas a tener que operar en países con bajos niveles salariales. Comoquiera que los procesos de fabricación dependerán cada vez más de la reingeniería y de la automatización, incluso para países exportadores del tercer mundo, como China e India, se verán forzados a transformar sus procesos todavía intensivos en mano de obra a métodos mucho más rápidos y mucho más baratos de producción mecanizada.

La automatización de los productos de confección de calidad también produce una considerable pérdida en puestos de trabajo. En las empresas textiles encuestadas en un reciente estudio efectuado en Inglaterra, la productividad y los beneficios seguían creciendo mientras que las plantillas han sufrido drásticas reducciones. Por ejemplo, en Allied Textile Company, el beneficio bruto creció en un 114% entre 1981 y 1986, mientras que el empleo disminuyó de 2.048 a 1.409 empleados.

5) Agricultura:

Aunque la revolución de la tecnología punta no está normalmente asociada con la agricultura, algunos de los avances más impresionantes en el mundo de la automatización se han producido en ésta. Mientras que la atención del público en general se ha centrado en los efectos de los cambios tecnológicos en los sectores industrial y de servicios, un cambio igualmente profundo está afectando a la naturaleza de la agricultura moderna y, en el mismo proceso, plantea serias preguntas sobre el futuro de las labores agrícolas en los diferentes países.



Prácticamente la mitad de los seres humanos que habitan la tierra siguen trabajando en el campo. Sin embargo, las economías de los países de la OCDE y las de los países del sur y del este de Asia presentan fuertes diferencias en cuanto al tamaño de su agricultura. Aunque, como se puede apreciar en el gráfico*, todos los países han experimentado una reducción de la mano de obra ocupada en este sector, las diferencias de niveles absolutos entre los países del SEA y los de la OCDE siguen siendo considerables. La estructura sectorial de países como Turquía, Grecia o Portugal se asemeja más a la de países en vías de desarrollo que la estructura sectorial de países asiáticos como Hong Kong, Singapur, Taiwan o Corea del Sur.

La mecanización de la agricultura se inició hace más de cien años. En 1880 eran necesarias más de 20 horas/hombre para cosechar 0,4 hectáreas de un campo de trigo. En 1916 la cantidad se había reducido hasta 12,7. Tan sólo 20 años más tarde se requerían 6,1 horas/hombre*. Las ganancias en la productividad de la agricultura fueron tan rápidas y efectivas que, hacia finales de la década de los años 20, la inestabilidad económica en el campo ya no era una consecuencia de la escasez de cosechas sino de una excesiva superproducción. La mecanización del sector agrícola fue elevada a la categoría de triunfo para la sociedad industrial.

Los cambios tecnológicos en la agricultura americana transformaron el país convirtiéndolo, en poco menos de cien años, en una nación urbana e industrial a partir de una sociedad fundamentalmente agrícola. En 1850 el 60% de la población trabajadora estaba empleada en este sector. En la actualidad menos del 2,7% de los

* Gráfico: Empleo en la Agricultura, cambio en la cuota sobre el total. 1974-1990. Fuente: ILO (1992).
 * Country Tables: *Basic Data on the Agricultural Sector*, Roma, Food and Agriculture Organization, FAO. 1993.

trabajadores del país se dedican a la agricultura. Desde la segunda guerra mundial más de 15 millones de hombres y mujeres han abandonado las granjas en los Estados Unidos.

El declive de la población rural ha dejado, como secuela, un menor número de granjas, aunque de mayor tamaño. Entre 1935 y 1987 el tamaño medio de las granjas se situaba entre las 56 y las 187 hectáreas. El elevado coste de la maquinaria y los incrementos en productividad derivados de las economías de escala han favorecido, de forma sistemática, a los grandes productores frente a los pequeños. En la actualidad, 32.023 grandes explotaciones agrícolas representan más del 38% de las ventas totales de los Estados Unidos. Aunque la población rural total sea inferior a los 3 millones de personas, es el sustento de una industria alimentaria que emplea a más de 20 millones.

La mecanización de las granjas, que empezó en la época del arado de acero tirado por caballos, a mediados de la década de los años 50 del siglo pasado, se halla, en la actualidad, cerca de sus máximos logros con la introducción de software aplicado a la agricultura y de robótica para granjas. El primero ya está desarrollado para asistir a los granjeros en la supervisión del entorno, localización de áreas de problemas, diseño de estrategias de intervención y para la puesta en marcha de planes de acción. En un futuro inmediato los "sistemas expertos" informáticos podrán recoger datos sobre cambios climáticos, modificaciones en las condiciones del suelo y otra serie de variables a partir de sensores basados en ordenadores localizados en la tierra y poder usar esta información para realizar recomendaciones específicas al granjero. Los robots altamente especializados podrán ser, a su vez, programados para realizar la mayoría de los planes de acción sobre la base de la información almacenada en los ordenadores.

Existe un gran número de sistemas expertos con los que se está experimentando en la actualidad, en los Estados Unidos. El Virginia Tech ha desarrollado el Crop Rotation Planning System (CROPS) para asistir a los granjeros en el cálculo de riesgo de erosión de la tierra y de la lixiviación de los nutrientes y pesticidas. El granjero introduce los datos relativos al tipo de suelo, la topografía, uso de la tierra y tamaño del terreno en el ordenador. Éste procesa la información determinando el programa óptimo completo de producción, equilibrando los objetivos de cosecha y de productividad frente a la necesidad de reducir los riesgos ambientales, dejándola en unos niveles aceptables. Los sistemas expertos son desarrollados para asistir a los granjeros en una amplia gama de decisiones que van desde la irrigación, la nutrición y la siembra hasta el control de insectos y la aplicación de herbicidas.

El departamento de Agricultura tiene un sistema experto on-line para la producción del algodón. Denominado GOSSYM/COMAX, emplea un modelo de simulación que recoge datos de climatología y previsiones sobre cuándo regar o cuándo fertilizar para obtener resultados óptimos. El sistema ya es utilizado por más de 500 granjas algodonerías en cincuenta estados. El USDA Agriculture Research Service ha desarrollado su propio sistema experto para determinar hasta qué punto los insectos van a afectar al trigo almacenado, y para decidir cuáles son los remedios más adecuados. La Universidad del estado de Pennsylvania ha diseñado un sistema similar, denominado GRAPES, para ayudar a los granjeros a prevenir el riesgo de insectos y de enfermedades en los viñedos y hacer recomendaciones que acaben con los problemas. La universidad de Manitoba ha creado un sistema experto que actúa como consultor en la selección de fertilizantes, y que ayuda a los granjeros a seleccionar la composición

correcta de fertilizantes para diferentes bases de cultivo y para diferentes contenidos de humedad*.

También se desarrollan y emplean sistemas expertos en la gestión de granjas de crianzas y de explotación ganadera. La Universidad de Minnesota ha creado un sistema de "software" para diagnosticar la mastitis mamaria (una infección de la ubre). Mediante el análisis de datos correspondientes a células somáticas DHI, el ordenador puede efectuar evaluaciones expertas y sugerir las formas más apropiadas para su remedio. La universidad ha desarrollado otros sistemas expertos para la producción de lácteos, incluyendo uno de manejo del estiércol. Otros sistemas permiten que los criadores puedan decidir sobre la posibilidad de mantener o eliminar ganado vacuno para uso comercial o sobre la forma de criar el ganado ovino o el porcino. XLAYER, otro sistema inteligente empleado en la producción avícola, puede diagnosticar y hacer recomendaciones sobre 80 problemas diferentes de cría que afectan a la rentabilidad de la bandada.

Además de los sistemas expertos individuales, las empresas de software agrícola están empezando a desarrollar sistemas integrales de documentación que permiten que los granjeros individuales tengan acceso directo e instantáneo a todos los artículos aparecidos en prensa y a otros datos agrícolas relevantes procedentes de cualquier lugar del mundo. Los analistas industriales prevén que para finales de la actual década se puedan integrar varios de estos sistemas expertos, dando, con ello, la posibilidad de que el agricultor disponga de una información suficientemente completa como para poder tomar decisiones sobre una amplia gama de problemas de producción y temas financieros.

En la actualidad, tan sólo entre el 15 y el 27% de los directivos de explotaciones agrícolas emplean los ordenadores como herramientas cotidianas de trabajo; a pesar de todo, los científicos predicen que en un periodo inferior a los veinte años prácticamente la totalidad de aspectos relativos a la agricultura podrán quedar bajo el control informático, permitiendo la supervisión, el análisis y la preparación de recomendaciones en la práctica totalidad de las áreas de la gestión agrícola.

Una nueva generación de sofisticados robots controlados informáticamente puede sustituir, en breve plazo, muchas de las tareas manuales que todavía quedan en las explotaciones agrícolas, transformando la moderna granja en una fábrica automatizada. Los israelíes, hace ya mucho tiempo, han avanzado en la robotización de las granjas. Preocupados por el riesgo para la seguridad que implica el empleo de trabajadores palestinos emigrantes, los israelíes han creado el Institute of Agricultural Engineering con la finalidad de contribuir en el desarrollo de agricultores mecánicos. En un cada vez mayor número de kibbutzim, ya no es inusual ver máquinas autoguiadas que avanzan por sendas abiertas entre hileras de plantas, y lanzan pesticidas sobre las cosechas.

Los israelíes experimentan actualmente con un recolector automático de melones desarrollado por investigadores del Institute of Agricultural Engineering y de la Universidad de Purdue. El cosechador automático puede ser empleado para transplantar, cultivar y cosechar productos tanto alargados como redondos, incluyendo melones,

* Office of Technology Assessment, *A New Technological Era for American Agriculture*, US Government Printing Office, Washington, DC, 1992.

calabazas, repollos y lechugas. Denominado ROMPER (Robotic Melon Picker), el robot está montado sobre una estructura en trailer y equipado con cámaras que analizan las hileras de plantas mientras que un ventilador aparta las hojas para dejar al descubierto el fruto escondido. Un ordenador montado sobre esta estructura analiza las imágenes buscando puntos redondos brillantes e identificándolos como el producto que debe ser recogido. Incluso más impresionante, el ROMPER también es capaz de confirmar si el producto está maduro gracias a un "sensor olfativo". Unos sensores especiales detectan y miden los niveles de emanaciones de etileno, hormona natural que da a la fruta el nivel de maduración, juzgando de esta forma la maduración del día.

Durante la temporada de recolección las granjas israelíes suelen emplear a más de 30.000 palestinos. La introducción del ROMPER y de otras máquinas automáticas terminará afectando dramáticamente a sus perspectivas económicas. Tal como dice Ezra Sadan, responsable del Volcani Research Center y supervisor del Institute of Agricultural Engineering, al mecanizar, se pierden numerosos puestos de trabajo. En los Estados Unidos, los científicos de la Universidad de Purdue afirman que esperan ver el ROMPER en funcionamiento en pocos años. Existen esfuerzos similares de investigación y desarrollo en Europa Occidental, donde los científicos esperan introducir robots equipados con inteligencia artificial y sofisticados sensores, para sembrar y recolectar los campos de labranza.

También se están desarrollando robots para ser empleados en la gestión de animales de crianza*. La Australian Wool Corporation ha experimentado con máquinas robotizadas para el esquilado que pueden sustituir el alto coste de los esquiladores profesionales. La oveja se introduce en un sistema de fijación similar a una jaula metálica. El robot está equipado con un ordenador y con un programa de software preparado para esquilarse una oveja genérica. Una vez puesta en el sistema de fijación, el robot analiza la oveja y los datos sirven para alimentar el programa general, lo que permite crear uno específico, garantizando que el esquilador automático corte exactamente de la forma y con el espesor prefijado. El sistema automático analiza de tal suerte que permite que la esquila se efectúe a medio centímetro por encima de la piel de la oveja. El esquilador de ovejas robotizado debe ser perfeccionado y podrá utilizarse antes del final de la década de los 90.

Los sistemas informatizados con extensiones robotizadas ya se emplean para la alimentación de vacas lecheras. Cada una de ellas lleva un identificador metálico alrededor de su cuello. El criador introduce en un ordenador la cantidad de ración de grano que debe ser suministrado a la vaca por día. La vaca se dirige a un punto de alimentación. El identificador hace contacto con una placa de metal instalada en el aparato alimentador, permitiendo que el ordenador identifique la vaca concreta y compruebe que ésta no haya comido ya su ración. Si no es así, el ordenador activa un sistema automático de grano correspondiente en el comedero de la vaca.

Los científicos trabajan en más avanzados sistemas de supervisión y de manipulación controlados mediante ordenador. Los investigadores afirman que no está lejos el día en que sensores implantados sobre la piel de los animales permitan supervisar las condiciones ambientales externas. Por ejemplo, cualquier cambio en el entorno exterior recogido por los sensores accionará sistemas automáticos para encender o apagar luces, poner en marcha ventiladores, alimentar bebedores de agua y disparar

* Engelberger, Joseph: *Robotics in Service*, Cambridge, MA. MIT Press, 1989-

otros mecanismos similares. Los cambios en la sangre, en la leche o en la orina podrán ser automáticamente observados y analizados por un ordenador que, a su vez, dispensará el medicamento apropiado en la ración de la comida durante la siguiente visita del animal a su comedero.

En un artículo del periódico Science, Donald A. Holt, decano asociado del College of Agriculture de la Universidad de Illinois, pronosticaba una granja del futuro completamente automatizada, que funciona básicamente gracias a ordenadores y robots como las fábricas robotizadas en Japón. La escena por él dibujada corresponde a una granja del Medio Oeste en una mañana del mes de junio.

Durante la noche el ordenador de la granja ha contactado con diferentes bases de datos locales y nacionales para obtener información sobre los actuales fertilizantes, sobre semillas y sobre precios y disponibilidad de suministro de carburantes y de pesticidas, sobre el tiempo, sobre los mercados, sobre predicciones de infecciones e insectos y sobre ofertas de compradores... la información reunida y procesada por el ordenador durante la noche aparece en el monitor del dormitorio.

Los sensores en los aros nasales, en los identificadores en las orejas y en componentes electrónicos instalados en los cuerpos de los animales han analizado el estado de las condiciones fisiológicas de los animales en la granja. Los alimentadores automáticos de los comederos y los mezcladores han estado funcionando, de forma satisfactoria, durante la noche. Todos los animales han sido alimentados de forma automática y se les ha dado de beber, las cantidades de pienso y las consumidas por el animal han sido evaluadas y registradas... Las condiciones ambientales en todos los edificios e infraestructuras de la granja, han sido supervisadas continuamente durante la noche y cotejadas, de forma automática, con los estándares aceptados. Las acciones necesarias para iluminar, oscurecer, calentar, enfriar, secar, humedecer, ventilar y transportar los excrementos de los animales hacia los lugares de evacuación se han realizado gracias al ordenador. El sistema informático ha analizado, gracias a la telemetría, un determinado número de estaciones en miniatura de control meteorológico instaladas en los campos. En este día en particular, se ha detectado una mezcla ligeramente seca en las tierras cercanas al río, lo que ha activado el sistema de irrigación en aquella zona. Un simulador ha identificado este día como el momento óptimo en términos de condiciones meteorológicas y de crecimiento de las plantas para combatir un brote parasitario en los campos de semilla de soja, tratándolo con herbicidas fotoactivos. Dicho herbicida será aplicado con equipos de trabajo a ras de tierra, gracias a unos microprocesadores que garantizan una extrema precisión en la aplicación y que permiten controlar la dirección del aplicador, su velocidad y la presión de la bomba de aplicación, así como la proporción en la cantidad del ingrediente aplicado.

Holt se extiende en otros procesos de producción automatizada en la granja, incluyendo el uso de equipos de recolección informatizados diseñados para permitir que el granjero disponga al minuto de datos y recomendaciones financieras. Muchas de las tecnologías desarrolladas en este escenario ya existen, mientras que otras se hallan en fase de desarrollo. Los investigadores predicen que la granja-fábrica completamente automatizada será una realidad en menos de veinte años.

Mientras que las nuevas tecnologías de la información y la robótica transforman la naturaleza de la gestión de las explotaciones agrícolas, sustituyendo a los seres

humanos por máquinas en la práctica totalidad de las áreas de actividad, las nuevas tecnologías de reproducción genética cambian, de forma radical, el modo de reproducción de las plantas y los animales. La ingeniería genética es la aplicación de la ingeniería convencional en la manipulación de los genes. Estas normas incluyen los controles de calidad, los estándares cuantificables de medida, la exactitud, el concepto de eficacia y el de utilidad de un proceso. Los efectos a largo plazo de las nuevas prácticas de la biotecnología pueden llegar a ser tan significativos como los de las pirotecnologías para el devenir de los cinco primeros milenios de la historia del ser humano. Durante miles de años, el hombre ha utilizado el fuego para quemar, soldar, forjar y mezclar derivados metálicos, creando con ello una amplia gama de materiales de gran utilidad. Actualmente, por primera vez en la historia del hombre, los biólogos moleculares pueden añadir, eliminar, recombinar, insertar, cortar y reproducir materiales genéticos más allá de los límites biológicos tradicionales, creando nuevos microorganismos, nuevos tipos de plantas y nuevas razas de animales que hasta ahora no habían existido en la naturaleza. El cambio producido desde las pirotecnologías hasta las biotecnologías marcará época, posiblemente con consecuencias muy importantes para cómo las futuras generaciones redefinirán sus relaciones con la biosfera.

Aunque algunas personas en la comunidad científica continúan percibiendo la tecnología molecular como, tan sólo, una extensión de las técnicas clásicas de reproducción, otros reconocen su ruptura cualitativa respecto a cualquier procedimiento conocido en la manipulación de la naturaleza. Tan sólo necesitamos comentar tres ejemplos para ilustrar la amplias diferencias existentes entre las técnicas clásicas y las nuevas tecnologías moleculares.

En la Universidad de Pennsylvania, el Dr. Ralph Brinster y un equipo de investigadores insertaron genes de hormonas humanas del crecimiento en el código biológico de embriones in vitro de ratones. Los embriones fueron implantados en un ratón hembra y ésta los gestó. Los ratones que nacieron contenían genes humanos plenamente funcionales en su estructura biológica. los ratones con genes correspondientes a hormonas humanas del crecimiento crecieron hasta cerca del doble de lo que lo hicieron los que nacieron normalmente, transmitiendo estos genes humanos a las sucesivas generaciones. En un segundo experimento, los científicos implantaron los genes responsables de la emisión de radiaciones luminosas en las luciérnagas en el código genético de una planta de tabaco, forzando a ésta a resplandecer durante veinticuatro horas al día. En un tercer experimento, los científicos de la universidad de California en Davis, empleando tecnología de fusión de células, combinaron las células embrionarias de una oveja con las de una cabra, dos especies no relacionadas, transplantando el embrión a una oveja que dio a luz un animal mezcla de oveja y cabra: la cabeza correspondía a ésta, mientras que el cuerpo correspondía a la primera.

Ninguno de estos experimentos hubiese podido ser realizado a través de las técnicas clásicas de reproducción. Aunque es posible emplear técnicas tradicionales para traspasar algunos límites biológicos, por ejemplo cruzar un caballo y un asno para crear una mula, la naturaleza establece los límites de lo que es posible. Las nuevas técnicas de generación genética y de fusión de células permiten a los científicos traspasar prácticamente casi todos los límites biológicos, recombinando genes correspondientes a especies no relacionadas en absoluto. Las especies dejan de ser vistas, en términos orgánicos, como entidades indivisibles, para pasar a ser entendidas

* Fox, Michael. *Superpigs and Wondercorn*, Nueva York, Lyons and Burford Publishers, 1992.

como estructuras básicas que contienen bloques genéticos programados que pueden ser reproducidos, reeditados, resencuenciados y recombinados mediante una adecuada manipulación en el laboratorio.

Desde una perspectiva de producción, la importancia de la reproducción genética radica en la capacidad de manipular entes vivos, por vez primera en la historia, a nivel de sus partes componentes, para tratar la vida como un conjunto de trazos genéticos individuales. Mediante la eliminación de las restricciones impuestas por los límites biológicos y la reducción de microorganismos, plantas y animales hasta sus bloques básicos constituyentes, los científicos pueden empezar a organizar la vida como si de un proceso de producción se tratase.

El gran potencial económico de la biotecnología ha llevado a las empresas químicas, farmacéuticas, médicas y de negocios relacionados con la agricultura a tomar posiciones conjuntas en un nuevo complejo científico-vital cuyos efectos comerciales pueden igualar o sobrepasar los de los complejos petroquímicos del siglo pasado. En 1980 el Tribunal Supremo de los Estados Unidos autorizó la primera patente relativa a una criatura producto de la ingeniería genética: un microorganismo creado en los laboratorios de General Electric, que fue diseñado y creado para alimentarse del petróleo vertido en los mares. En 1987 la Patent and Trademark Office extendió una protección de patente a cualquier criatura hecha por el hombre, con lo que se reconocía que la vida, por primera vez, podía ser un producto manufacturado. En la actualidad, miles de microorganismos y plantas han sido ya patentadas, así como seis animales. Más de 200 animales producidos artificialmente empleando técnicas genéticas están pendientes de aprobación en la Patent and Trademark Office. Mediante la adjudicación de amplias protecciones de patentes sobre formas de vida consecuencia de la ingeniería genética, el gobierno da su visto bueno a la idea de que las criaturas vivas pueden ser reducidas al estado de invenciones manufacturadas, sujetas a las mismas normativas de ingeniería y de explotación comercial que los objetos inanimados.

El negocio que gira alrededor de la agricultura en el mundo espera hacer la transición desde la explotación agrícola y ganadera basada en la industria química a la basada en la manipulación genética en el siglo venidero. Con este fin, los ingenieros y las corporaciones trabajan sobre la obtención en los laboratorios de miles de nuevas variedades de plantas y de animales. Al igual que ocurre en otros procesos de fabricación, el objetivo primario es incrementar la productividad y reducir los requisitos de mano de obra.

Para eliminar los costes de los insecticidas y del necesario trabajo de supervisión y aplicación sobre las cosechas, los científicos están trabajando con genes resistentes a las plagas directamente sobre los códigos biológicos de las plantas. Los investigadores han logrado aislar y clonar un gen cuyo código corresponde a la toxina en una bacteria formadora de esporas, denominada *Bacillus thuringiensis* (Bt), implantándola en el desarrollo biológico de las plantas de tabaco, en las tomateras, en las plantas de algodón y en otro tipo de cosechas. Las plantas transgénicas producen un continuo y permanente suministro de toxinas Bt que eliminan los insectos parásitos.

Los científicos también han logrado implantar con éxito genes en plantas de forma que éstas se hacen resistentes frente a los herbicidas más comunes. Monsanto ha creado, a partir de manipulaciones genéticas, plantas que son resistentes al propio

herbicida de la empresa, el Roundup. La compañía ha patentado este producto genético para comercializar tanto las semillas artificialmente obtenidas como el herbicida, todo ello en un solo paquete*.

Otras empresas experimentan con las transferencias de genes en plantas que las hacen más resistentes a las sequías o a los calores o fríos extremos. Los científicos han logrado implantar un gen resistente a las heladas, procedente de un pescado, en el código genético de la planta de tomate con la esperanza de lograr la plena resistencia de ésta a las heladas. La capacidad para implantar genes específicos en plantas con la finalidad de mejorar su tolerancia a la sequía, al calor o al frío permitiría ahorrar miles de millones de dólares en equipos y en mano de obra, al reducir la necesidad de construir, instalar y gestionar caros sistemas de irrigación y de protección contra las heladas. Los investigadores han logrado, incluso, transferir genes fijadores de nitrógeno a plantas incapaces, hasta ahora, de hacerlo. Los biólogos moleculares esperan que llegue el día en el que este tipo de plantas manipuladas genéticamente reduzcan, de forma substancial, las necesidades de fertilizantes nitrogenados, así como la mano de obra necesaria para manufacturar, transportar y aplicar los productos químicos sobre las tierras de cultivo.

La ingeniería genética también es aplicada para incrementar la productividad animal y reducir, de esta forma, las necesidades de mano de obra en la crianza de ganado. La hormona de crecimiento bovina BGH (también conocida como Bovine Somatotropin) es una hormona de origen natural que estimula la producción de leche en las vacas. Los científicos han logrado aislar, de forma efectiva, el gen clave en la estimulación del crecimiento y clonarlo, en el laboratorio, en proporciones industriales. La hormona obtenida genéticamente se reinyecta en la vaca, haciendo que el animal llegue a producir entre un 10 y un 20% más de leche. Cuatro empresas Monsanto, American Cyanamid, Eli Lilly y Upjohn han gastado más de mil millones de dólares en la investigación y en el desarrollo de este controvertido producto para poderlo explotar comercialmente.

Mediante los fuertes incrementos en la productividad de las vacas lecheras, la BGH genéticamente manipulada amenaza el bienestar de miles de granjeros de productos lácteos en Norteamérica, Europa y otras partes del mundo. Muchas naciones industrializadas ya están, en la actualidad, en importantes niveles de superproducción. Los Estados Unidos, al igual que otros países enfrentados a una saturación de leche, precios deprimidos y demanda inefectiva, ha estado persiguiendo durante mucho tiempo fijar una política de mantenimiento de precios y de subsidios que garantice la continuidad de las explotaciones lecheras. En la actualidad, con el mayor lanzamiento comercial de la BGH en los Estados Unidos, se producirá mayor cantidad de leche, lo que traerá incluso un estancamiento de precios aún mayor. De acuerdo con lo establecido en un informe elaborado por la Office of Management and Budget (OMB) para la administración Clinton, el programa gubernamental de apoyo a los productos de la leche y sus derivados se verá incrementado en más de 116 millones de dólares por año, en 1995, como consecuencia de la introducción de la BGH en el mercado.

Los productores de ganado porcino experimenta, también, con una hormona para el crecimiento del cerdo (PST) diseñada para incrementar la eficacia de la alimentación y permitir que la ganancia de peso sea mayor. En la Universidad de Adelaida en

* Busch, Lawrence y otros: *Plants, Power and Profit*, Cambridge, MA, Basil Blackwell, 1991.

Australia, los científicos han logrado producir genéticamente cerdos con un 30% más de rendimiento y llevarlos al mercado siete semanas antes que los normales. Una producción más rápida implicará menos mano de obra para producir un kilo de carne.

La Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization ha producido, mediante manipulación genética, ovejas que crecen un 30% más rápido que las normales y trabajan en la actualidad en implantaciones de genes en los códigos genéticos del ganado lanar para hacer que la lana también crezca más rápidamente. Los científicos han llegado incluso a implantar genes humanos y bovinos en pescados para crear salmones, carpas y truchas transgénicas de más rápido crecimiento.

En 1993, investigadores de la Universidad de Wisconsin anunciaron el éxito de un intento para incrementar la productividad de las gallinas ponedoras mediante la modificación del gen que codifica la proteína prolactina. Los científicos que trabajaban en este proyecto estaban preocupados porque la gallina se pasaba demasiado tiempo empollando sus huevos. Las ponedoras empollan entre un cuarto y tercio menos de huevos de las que no lo son. Comoquiera que hasta un 20% de las nidadas tipo están formadas por gallinas ponedoras, este hecho desequilibra la producción y representa para el productor una considerable cantidad de dinero. Mediante la eliminación de la hormona prolactina, los investigadores han sido capaces de recortar un instinto natural en las gallinas. Las nuevas gallinas genéticamente creadas han perdido su instinto maternal. Sin embargo, producen una mayor cantidad de huevos.

Los animales transgénicos también son creados en los laboratorios para servir como fábricas químicas en la producción de drogas de utilidad humana producidas en su leche o en su sangre. Un nuevo campo, la producción farmacológica ha aparecido en la última década y promete revolucionar la manera en que se producen las drogas. Los investigadores han implantado con éxito, genes humanos en embriones de oveja, lo que permitirá que los animales maduros produzcan proteínas humanas antitripsina alfa-1. Este tipo de producto natural suele emplearse para combatir el enfisema y se extrae, normalmente, del suero humano, pero en cantidades tan ínfimas que difícilmente pueden llegar a satisfacer la demanda. En el Pharmaceutical Proteins Limited en Edimburgo, Escocia, los científicos han logrado producir ovejas transgénicas que pueden suministrar antitripsina en cantidades quince veces superiores a las que puede producir el plasma humano. Las ganancias en productividad son tan espectaculares que un rebaño de 1.000 cabezas podría llegar a satisfacer la demanda mundial de esta proteína.

Los científicos de la Universidad Politécnica del estado de Virginia han creado cerdos transgénicos que pueden producir proteína C en la leche; la proteína C es un anticoagulante que parece tener muchas probabilidades de convertirse en el elemento fundamental para la prevención de apoplejías y ataques de corazón. Otros animales transgénicos para uso farmacéutico son creados en diferentes laboratorios por todo el mundo. Las empresas farmacéuticas esperan incrementar su productividad, sus márgenes de beneficios, y reducir, de forma significativa, su mano de obra en los laboratorios poniendo en marcha, donde y cuando sea posible, la crianza de animales transgénicos con finalidades básicamente farmacéuticas.

Todas las innovaciones en la manipulación genética dependen de los esfuerzos realizados en el desarrollo de las sofisticadas tecnologías de la información y de los

ordenadores. Éstos y su software son empleados para descifrar, aislar y analizar información genética, resultando de todo punto indispensables para la creación de plantas y animales de granja de origen transgénico. En consecuencia, el ordenador se erige como herramienta más importante para la manipulación de los sistemas de vida, tanto a macro como a microniveles y en un futuro cada vez más condicionado por la posibilidad de gestión de las unidades de crecimiento, así como de los procesos de ingeniería genética que permitirán la obtención de nuevas formas agrícolas y animales.

La futura unión de la revolución informática y de la revolución de la biotecnología en un solo complejo tecnológico anuncia una nueva era de producción alimenticia, una era en la que se producirá una independencia de la tierra, de la climatología y de los cambios estacionales, desde siempre claros condicionantes en la producción agrícola. En los próximos cincuenta años, la agricultura tradicional tiene muchas posibilidades de decaer, como consecuencia de las fuerzas tecnológicas que permiten la rápida y evidente sustitución de la agricultura al aire libre por la manipulación de moléculas en el laboratorio. Mientras que la primera revolución tecnológica en la agricultura permitió la sustitución de la fuerza animal y del trabajo humano por maquinaria y productos químicos, una emergente revolución biotecnológica sustituirá, en breve, el cultivo de la tierra por la cultura del laboratorio, cambiando para siempre la forma en que el mundo considera la producción de alimentos.

Las empresas de productos químicos ya están investigando, en profundidad, las posibilidades de producción en espacios cerrados, con la esperanza de eliminar la agricultura de las tierras de cultivo en las primeras décadas del siglo que viene.

Recientemente dos empresas de biotecnología de origen estadounidense anunciaron que habían logrado producir con éxito vainilla a partir de cultivos celulares en el laboratorio. La vainilla es el sabor más popular en los Estados Unidos. Un tercio de la totalidad de los helados vendidos en el país son de este sabor. Alrededor del 98% de la producción mundial procede de las pequeñas islas del Océano Índico, de Madagascar, Reunión y Comores. Tan sólo en la primera, con una producción cercana al 70% de la totalidad mundial, 70.000 agricultores y labradores viven a expensas de este cultivo. Sin embargo, la vainilla resulta cara de producir, puesto que la planta debe ser polinizada a mano, requiriendo de cuidados especiales en la recolección y en la manipulación posterior. En la actualidad, las nuevas tecnologías de manipulación y reproducción genética permiten a los investigadores producirla en volúmenes comercialmente aceptables en las probetas de los laboratorios, mediante el aislamiento del gen que codifica la proteína de la vainilla y su clonación posterior en un baño bacterial, eliminando, con ello, el haba, la planta, la tierra de cultivo, el propio cultivo, la recolección y el agricultor.

Escagenetics, una empresa de biotecnología con sede en San Carlos, California, ha producido vainilla en cultivo celular a una fracción del coste de la producción del sabor natural. Mientras que la de origen natural se vende en el mercado a unos 1.200 dólares la libra, Escagenetics afirma que puede vender la de origen genético a menos de 25 dólares la libra. La empresa ha solicitado recientemente la protección por patente de su vainilla producida en laboratorio. Con un mercado mundial aproximándose a los 200

millones de dólares, empresas como Escagenetics están deseosas de lanzar su producto al mercado, convencidas de que ello sacará del mercado al producto de origen natural.

Para las pequeñas islas-estado del Océano Índico, la producción en laboratorio de la vainilla significa una catástrofe económica. La exportación de los granos de vainilla representa más del 10% de los ingresos anuales totales por exportaciones de Madagascar. En las Comores, la vainilla representa dos tercios de los ingresos del país en concepto de exportaciones. En total, más de 100.000 agricultores en los tres países productores de esta especia están condenados a perder su fuente de ingresos en las próximas décadas.

Pero la vainilla es tan sólo el principio. El mercado global de sabores para alimentación se sitúa en unos 3.000 millones de dólares y se espera que crezca a un ritmo mínimo del 30% por año. Otras empresas están intentando entrar en la producción por desarrollo de tejidos celulares apoyándose en las nuevas técnicas de la biotecnología, que prometen importantes reducciones en los costes operativos e importantes incrementos en la productividad y en los beneficios. Diversas empresas de biotecnología ya concentran, en la actualidad, la producción en laboratorio de la taumatina, un endulzante derivado del fruto de la planta del taumatococcus que crece en África Occidental. Ésta es la substancia más dulce descubierta en la Naturaleza, que en su estado puro tiene un poder endulzante 100.000 veces mayor que el azúcar. A mediados de la década de los años 80, el gen que codifica la proteína de la taumatina pudo ser clonado con éxito por científicos de Unilever, en los Países Bajos, y de Ingene, en Santa Mónica, California.

La producción en laboratorio de la taumatina y de otros endulzantes tendrá como consecuencia inmediata, la reducción del tamaño del mercado mundial del azúcar, que ya ha sido afectado por la introducción de los endulzantes derivados del maíz y de los sustitutos del azúcar, como por ejemplo el NutraSweet. Las importaciones de azúcar a los Estados Unidos descendieron desde 686 millones de dólares en 1981 a 250 millones en 1985. Según lo que establece un estudio efectuado en Holanda, hasta 10 millones de agricultores en el tercer mundo podrían perder sus fuentes de ingresos si los endulzantes producidos en laboratorio empezasen a inundar los mercados mundiales en los próximos años.

Los científicos empiezan a investigar el gran potencial que tiene la producción sobre tejidos celulares en el laboratorio. Los investigadores han hecho crecer con éxito vesículas de naranja y de limón a partir de cultivos en tejidos, mientras que algunos analistas consideran que no está lejano el día en que el zumo de naranja pueda producirse en tubos de ensayo, eliminando con ello la necesidad de que existan naranjales.

Recientemente, los investigadores del departamento de Agricultura lograron aislar y hacer crecer células de algodón sumergiéndolas en un recipiente con nutrientes. Dado que el algodón creció bajo condiciones estériles, libre de contaminación microbiológica, los científicos afirman que podrá ser empleado para la confección de apósitos estériles. Aunque la producción de algodón in vitro no emplea la tecnología de la manipulación genética, supone otro ejemplo del potencial de la reducción de los

* Rural Advancement Fund International Communique, *Vainilla and Biotechnology*, julio de 1991.

productos agrícolas a sus componentes y las posibilidades de su producción en masa, de forma más o menos artificial.

Los cultivos de tejidos celulares es algo visto por muchos como la siguiente etapa inevitable de un proceso que ha continuado reduciendo, de forma sistemática, la participación de mercado de las explotaciones agrícolas en los sistemas de producción de alimentos. Durante la mayor parte del siglo XX, la producción en granja ha reducido su importancia a medida que crecía el número de las actividades dependientes de, por un lado, el sector de producción y, por otro, el sector de marketing. Por ejemplo, los fertilizantes químicos han reemplazado el uso del estiércol en las granjas. Los pesticidas comerciales han eliminado la necesidad de la rotación y alternancia en el uso de las tierras de cultivo, de la labranza del terreno y de la siembra manual. Los tractores han sustituido a los caballos y la mano de obra. En la actualidad, tan sólo una pequeña masa de agricultores empaqueta sus propios productos o los llevan hasta los mercados detallistas. Estas funciones han sido asumidas, cada vez más, por empresas especializadas en negocios pertenecientes al sector primario.

En la actualidad, las empresas químicas y farmacéuticas esperan poder usar las tecnologías de manipulación genética para eliminar por completo el trabajo en las granjas. El objetivo es convertir la producción de alimentos en un proceso completamente industrial haciendo desaparecer las organizaciones implicadas y el trabajo en la tierra, y pasar a cultivar a nivel molecular en las fábricas. Martin H. Rogoff y Stephen L. Rawlins, biólogos y responsables de investigación en el departamento de Agricultura, prevén un sistema de producción de alimentos en el que los campos estarán plantados tan sólo con cosechas de biomasa perennes. Éstas serán recolectadas y convertidas en soluciones azucaradas mediante el empleo de enzimas. Éstas serán bombeadas a fábricas urbanas y usadas como fuentes de nutrientes para producir grandes cantidades de pulpa de los cultivos de tejidos celulares. La pulpa será, a continuación, reconstituida y fabricada en diferentes formas y texturas hasta reproducir formas tradicionales asociadas con productos crecidos en el campo. Rawlins afirma que las nuevas fábricas podrán ser altamente automatizadas y necesitarán muy pocos trabajadores.

Las ventajas de la producción mediante los cultivos de tejidos celulares incluyen la reducción en el uso de la tierra, una menor erosión, menores cantidades de productos químicos con fines agrícolas, y un menor consumo de energía y menores costes de transporte. La producción continua en el laboratorio también implica que ésta puede ser regulada en función de la demanda diaria de los mercados y no dependerá de las incertidumbres derivadas de la climatología, de los cambios estacionales y de las influencias políticas. Con los nuevos procesos en el laboratorio, las multinacionales estarán en condiciones de ejercer un mayor control económico sobre los mercados mundiales, con menores riesgos para ellas. El control de los genes en el laboratorio es mucho menos problemático, y mucho más factible, que el control del clima, de la tierra y de los trabajadores en un país del tercer mundo.

Dadas estas ventajas, las empresas químicas, farmacéuticas y de biotecnología empezarán a sustituir progresivamente a la producción de alimentos siguiendo procedimientos tradicionales en las próximas décadas, consiguiendo de esta forma significativas reducciones en los precios de los productos en los mercados mundiales. El impacto económico sobre los granjeros, en especial los del tercer mundo, puede ser muy

negativo. Muchas naciones del tercer mundo dependen de la venta de uno o dos productos clave para su subsistencia. La sustitución representará un agravamiento de sus problemas económicos, en especial el del desempleo y el de la deuda externa.

En definitiva, los recientes avances tecnológicos en el mundo de la agricultura prometen considerables incrementos en la productividad y sensibles reducciones en los requisitos de mano de obra. Aunque se crearán nuevos puestos de trabajo relacionados con la biotecnología, la química o la farmacia, la evidencia empírica de los últimos años sugiere que el resultado neto sea probablemente negativo. Para que no de lugar a un aumento de la tasa de desempleo del conjunto de la economía, los excedentes laborales de este sector deberían ser absorbidos por la industria y los servicios. Esto nos lleva a analizar la situación del sector de servicios.

6) Servicios:

6.1) Introducción:

A pesar de tener un mayor peso en la economía, el sector servicios no se ha estudiado tanto como la industria o la agricultura, en parte debido a los problemas estadísticos derivados de su medición y en parte debido a la limitada información disponible. Sin embargo, su importancia tanto en términos de valor añadido como en términos de empleo lo convierten en una parte indispensable de cualquier análisis de la relación entre tecnología y empleo.

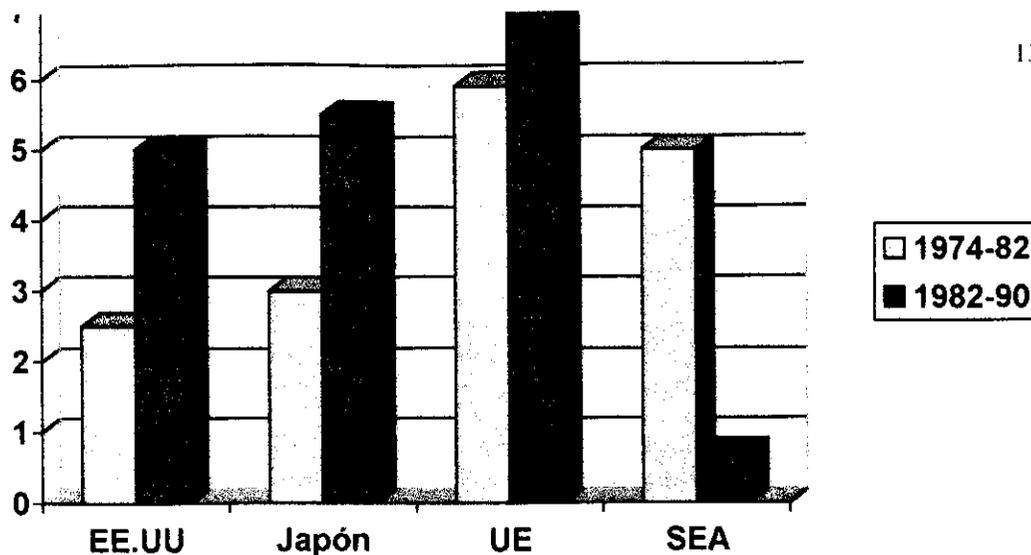
El análisis de los servicios se complica por dos factores: i) la heterogeneidad de un sector cuyas distintas partes emplean a trabajadores de muy distintas características; ii) la difuminación de la propia distinción entre fabricación y servicios. Esta distinción ha sido siempre poco clara: la radio y la televisión, por ejemplo, son incluidos dentro de los servicios, mientras que los periódicos se consideran fabricación. Ahora lo es más todavía a medida que la evolución de los métodos de producción ha llevado a las empresas a ofrecer cada vez más bienes y servicios que están a caballo entre los sectores secundarios y terciarios de las economías.

La cuota del empleo en servicios varía entre el 50 y el 75% en la mayoría de los países: es más alta en América del Norte y en Australia, y más baja en Japón, Alemania, Austria, Grecia y Turquía. Ha aumentado de forma constante desde 1970 en todos los países de la OCDE, siendo relativamente mayor en los recién llegados a la industrialización como España, Portugal, Grecia o Méjico. Su tasa de crecimiento fue más lenta en los años 80 y principios de los 90; a pesar de todo, el empleo en los servicios era en 1994 un 30% más alto que en 1980. Ha sido este constante aumento en los puestos de trabajo de servicios lo que ha dado como resultado un aumento del conjunto del empleo en la economía entre 1980 y 1994, y, como se puede ver en el gráfico, (Fuente: I.L.O. 1992), un aumento en la cuota sobre el total del empleo.

Hay cuatro sectores de servicios principales:

- i) comercio, restaurantes y hoteles;
- ii) transporte, almacenamiento y comunicaciones;
- iii) finanzas, seguros, propiedad y servicios a la empresa (FIRB); y
- iv) servicios sociales, personales y a la comunidad (CSPS).

Juntos constituyen más del 60% del total del empleo de la OCDE a principios de los 90, con un aumento anual promedio de más del 2% desde 1970, casi dos veces la tasa de crecimiento del total de la fuerza de trabajo. De estos, CSPS representa alrededor del 30% del total del empleo de la OCDE, seguido por comercio con un 20%, FIRB, con un 10% y servicios de comunicación y transporte con un 5%.



Casi todo el aumento en la cuota total de empleo en los servicios puede ser atribuido a los dos sectores que menos se parecen entre ellos: FIRB, un fuerte usuario de tecnología con una gran proporción de trabajadores cualificados; y CSPS, que tiende a tener una mayoría de trabajadores menos cualificados. La ganancia en la cuota por parte de los dos sectores ha sido casi igual y ha sido relativamente constante a lo largo de las dos últimas décadas. Como se puede ver en el gráfico*, esta tendencia no se limita a los pocos países de la OCDE con sectores de servicios especialmente dinámicos tales como los Estados Unidos o el Reino Unido, sino que se da en la mayoría.

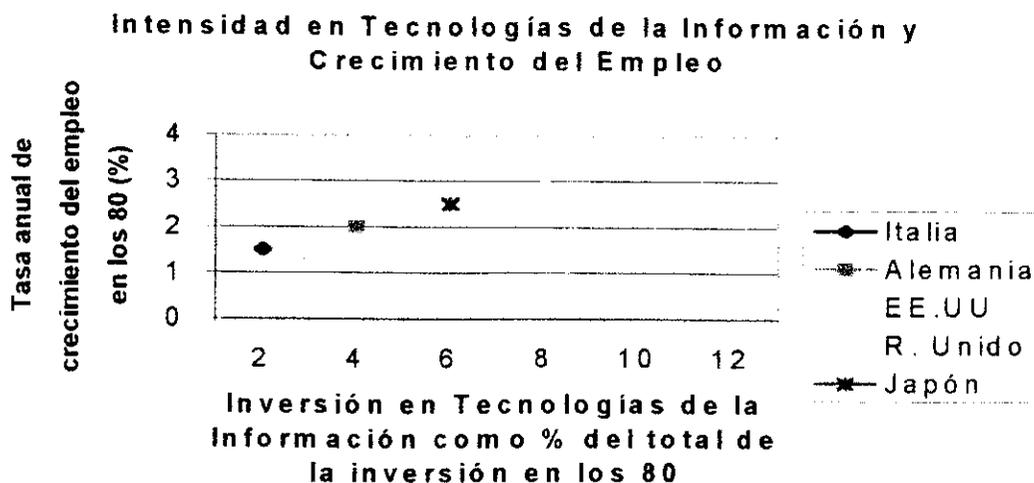
6.2) La tecnología y el empleo en los servicios:

Por supuesto que la tecnología no es el único, y probablemente tampoco sea el principal factor que afecte a los puestos de trabajo del sector de servicios. Los servicios son también denominados "bienes superiores", bienes cuya elasticidad a los ingresos tiende a superar la unidad, de forma que un aumento porcentual de los ingresos dado puede dar lugar a aumento más que proporcionado de la demanda de servicios. En términos más generales, la tecnología puede afectar a la cantidad y a la calidad de los puestos de trabajo de los servicios en dos formas.

Afecta a los puestos de trabajo directamente por medio del impacto derivado de la introducción de nuevos procesos y de la creación de nuevos productos. Los cajeros automáticos, los ordenadores usados en los servicios financieros, o los scanners de los supermercados son ejemplos de nuevas tecnologías que han transformado la forma en la que los servicios son ofrecidos a los consumidores. Todas ellas han implicado pérdidas de puestos de trabajo, a medida que las nuevas tecnologías desplazan a los empleados, así como creación de nuevos puestos, en tanto en cuanto han creado una demanda adicional, y por tanto empleo.

La tecnología también afecta de forma *indirecta* a los puestos de trabajo del sector servicios. En tanto en cuanto la tecnología aumenta la productividad, es la principal fuerza impulsora de los aumentos a medio plazo de los salarios y de los ingresos. A medida que las economías de la OCDE se vuelven más ricas, una parte cada vez mayor de los ingresos se gasta en servicios. Esto aumenta la demanda de empleo en servicios y, al mismo tiempo, incide en el tipo de trabajos demandados.

* Gráfico: Crecimiento del empleo en Servicios. Cambio en la cuota sobre el total (%). 1974-90. Fuente: ILO (1992).



Se podría afirmar, por ejemplo, que mientras que el impacto directo de la tecnología tiende a reducir la demanda de trabajadores menos cualificados y a aumentar la demanda de los más cualificados, el impacto indirecto de unos ingresos más altos será repartido de forma más equitativa, ya que una cuota importante de la mayor demanda de servicios se relaciona con el sector CSPS, en donde los trabajos son divididos por igual entre puestos de cuello blanco cualificados y no cualificados.

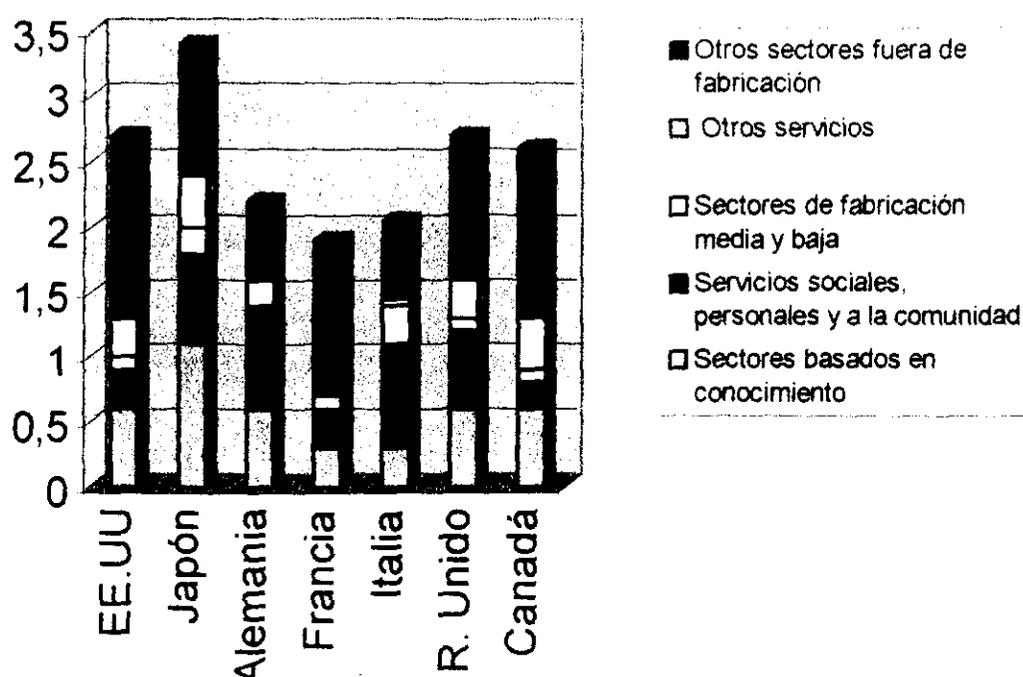
Como hemos comentado en el apartado dedicado a la fabricación, es muy difícil separar los efectos directos e indirectos de la tecnología, así como su impacto, de otros factores tales como el comercio o la competencia de otros productos. A nivel de empresa, el examen de las dinámicas de tecnología y empleo es complicado por la falta de estudios basados en información a nivel micro, como los que hemos comentado antes para la fabricación. A nivel de sector, la falta de información suficientemente detallada impide el trabajo empírico, y hace que el estudio de casos de sectores específicos sea más atractivo. El crecimiento del empleo en los sectores de servicio puede ser desglosado en el causado por cambios en la demanda final nacional, el causado por el comercio, la productividad y la tecnología. Los resultados para ocho países de la OCDE* en los 70 y 80 sugieren que el crecimiento del empleo en los servicios fue debido principalmente al aumento de la demanda nacional. El impacto del comercio fue mínimo.

Una de las preocupaciones relacionadas con la tecnología y el empleo en los servicios es que a medida que las tecnologías de la información se difunden, y a medida que se consiguen fuertes ganancias de productividad, el crecimiento del empleo de los servicios será mucho más débil que en el pasado. La evidencia disponible sugiere que esta visión es excesivamente pesimista. Mientras que es probable que la difusión de tecnología en el sector servicios aumente la productividad y cree el mismo tipo de reestructuración que el que ha sufrido y está sufriendo el sector de la fabricación, la evidencia procedente de países que se encuentran en una fase más avanzada de desarrollo sugiere que la nueva demanda y los nuevos puestos de trabajo creados sustituyen sobradamente los trabajos y actividades perdidos. Como se puede ver en el gráfico*, al relacionar el crecimiento del empleo con la intensidad en tecnologías de

* Sakurai, N. *Structural Change and Employment: Empirical Evidence for Eight OECD Countries*. STI Review, No. 15. OECD, Paris, 1995.

* Gráfico: Crecimiento del empleo e intensidad de las tecnologías de la información. Fuente: Secretariado de la OCDE basándose en las bases de datos ANBERD y ISDB.

Aportación al valor añadido, 1980-95



la información (definida como la cuota de la Inversión en Tecnologías de la Información en relación a la inversión total), se puede constatar que los países que han invertido más en nuevas tecnologías son los que han registrado mayores crecimientos de empleo.

Evidencia de una naturaleza distinta es proporcionada por un estudio reciente** que combina la evidencia detallada de estudios de caso de un cierto número de sectores de la fabricación y de los servicios (automóviles, ordenadores, muebles, construcción, banca, cine y televisión), con análisis más agregado.

El estudio afirma que el menor desempleo de Japón o de Estados Unidos en relación a Europa, es debido a una creación más rápida de puestos de trabajo en el sector privado de la economía, especialmente en los servicios. Las restricciones al mercado de productos en el sector de servicios en Europa se considera una parte de la explicación del menor crecimiento.

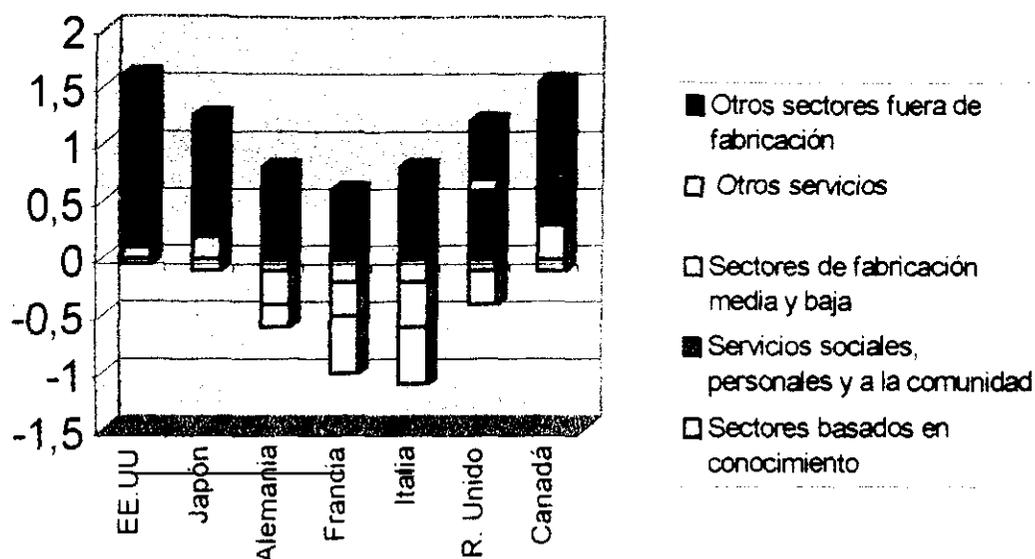
Al mismo tiempo, la creación de un gran número de puestos de trabajo en servicios en los Estados Unidos no ha dañado ni a la calidad de los puestos de trabajo ni a los salarios; los Estados Unidos han creado más trabajos cualificados que Alemania o Francia, países que han mejorado su distribución de cualificaciones mediante la destrucción de trabajos poco cualificados.

Hay que aclarar que aunque la importancia de las actividades basadas en la tecnología se ha estimado tradicionalmente según la cuota de los sectores de fabricación de alta tecnología (aeroespacial, ordenadores, electrónica, farmacia), esta medida cada vez es menos idónea, pues se centra sólo en los productores de tecnología e ignora a su uso. Por ejemplo, las empresas de muchos sectores de la fabricación que están fuera del

** Mc Kinsey Global Institute: *Employment Performance*, Washington, DC, Noviembre, 1994.

segmento de alta tecnología (coches, química, textiles, plásticos), están adoptando con cada vez mayor frecuencia técnicas de producción intensivas en tecnología. Aunque sus productos no sean de alta tecnología en el sentido tradicional de la palabra, la tecnología es fundamental para su producción. La contribución directa de la tecnología – sectores

Aportación al crecimiento del empleo, (% anual promedio, 1980-95)



basados en el conocimiento, al crecimiento del empleo se puede ver en el siguiente gráfico*.

La difusión de las tecnologías de la información y de la comunicación (ICTs), que hemos analizado en el primer capítulo de este trabajo, está jugando un papel decisivo en la transformación de las economías desarrolladas desde economías basadas en la industria, a economías basadas en el conocimiento. Las economías siempre se han basado en el conocimiento para desarrollar nuevos productos y para mejorar la productividad. Lo que distingue al periodo actual es la velocidad con la que se acumula y se difunde el conocimiento, y el ritmo de desarrollo de nuevas actividades económicas relacionadas con este conocimiento. Los países difieren en este proceso de transformación estructural debido a puntos de partida, especializaciones tecnológicas e industriales, actitudes al cambio y entornos institucionales distintos.

Esta transformación estructural tiene cubre varios aspectos. El primero, que hemos analizado en este capítulo, es el desplazamiento de actividades económicas, y de puestos de trabajo, entre sectores. A medida que las economías se desarrollan, una parte creciente de las actividades de consumo y de producción tienen lugar en el sector servicios. El cambio tecnológico es responsable de forma directa e indirecta de este desplazamiento. Facilita el desarrollo de nuevos servicios basados en el uso de tecnologías de la información (ITs) y, lo que es más importante, contribuye a generar

* Gráficos: Aportación promedio anual (%) de los distintos sectores de la economía al empleo y al valor añadido del sector privado. 1980-95. Fuente: OCDE, usando las bases de datos STAN y ISDB, 1997.

ganancias en la productividad para el conjunto de la economía que se traducen en ingresos más altos y en pautas de consumo más diferenciadas y más orientadas hacia los servicios.

El segundo es la contribución de la tecnología al crecimiento por medio de distintos canales: directamente mediante la producción de bienes y servicios intensivos en tecnología, e indirectamente, por medio de su impacto en los precios, la productividad, los sueldos y los ingresos. A medida que se difunden los bienes y servicios que incorporan nueva tecnología, cambian las pautas de producción y de consumo. Tal y como veremos en otros capítulos, innovaciones tales como los semiconductores, los ordenadores, Internet, los materiales avanzados, o los avances en química y biología, están cambiando la forma en la que se producen y distribuyen los bienes y servicios, y están alterando las pautas de la demanda de los servicios empresariales, el ocio, la sanidad y la educación.

De hecho, hay evidencia de que la línea tradicional entre la industria y los servicios se está desplazando. Muchas de las actividades de servicios empresariales, tradicionalmente realizadas dentro de empresas de fabricación, se han subcontratado, y están siendo ahora prestadas por empresas localizadas en el sector servicios.

Lo que es más importante, dado su tamaño en la economía, el sector servicios se está convirtiendo en un creador y en un usuario cada vez más importante de nuevas tecnologías (OCDE, 1996³). Las tecnologías de la comunicación y de la información penetran a la mayoría de los servicios, y especialmente a las comunicaciones, las finanzas, los seguros y los servicios empresariales. Por esta razón, en este capítulo se adopta una medida más amplia de lo que se considera que es la parte de la economía basada en el conocimiento o en la tecnología. Además de la fabricación de alta tecnología, esta categoría incluye a otros dos sectores: los servicios de comunicación y el sector de seguros y financiero. Esta definición de sectores "basados en el conocimiento" se centra en el "contenido tecnológico", esto es, el grado con el que se desarrolla o usan de forma intensiva las nuevas tecnologías. De esta forma, aunque la educación y la sanidad están claramente basadas en el conocimiento, en esta definición todavía no se incluyen.

Tal y como se puede ver en los gráficos, la contribución de los servicios en la creación de empleo es bastante mayor que su contribución al crecimiento del valor añadido, lo cual es normal dada la baja productividad.

7) Conclusiones:

Este capítulo se inició con una explicación macroeconómica de la forma en la que las ganancias de productividad se traducen en salarios y en empleo, centrándose en los principales mecanismos de ajuste a corto y medio plazo. Sugiere que una subida en la productividad del trabajo llevaría eventualmente a niveles más altos de producción e ingreso real, pero que los ajustes en el empleo van a depender de hasta qué punto el equilibrio a largo plazo de la economía va a ser afectado por el cambio tecnológico. Si el crecimiento de la productividad se mantiene a lo largo del tiempo, una caída del desempleo puede ser posible en el caso en el que los mercados de productos y de trabajo se ajusten de forma suficiente en una situación en la que la política monetaria no sea demasiado restrictiva.

A continuación se hizo un repaso de la evolución del empleo en la fabricación, la agricultura y en los servicios, y del impacto de la tecnología sobre los puestos de trabajo de algunos de los países de la OCDE. El punto de partida es que a medio plazo la transformación estructural de los países de la OCDE se ha caracterizado por un crecimiento cada vez más débil del empleo, y por un desplazamiento de la industria a los servicios.

El declive o estancamiento del empleo en la fabricación no ha sido uniforme. Dentro de la fabricación, los puestos de trabajo poco cualificados, con tecnología y salarios bajos han sido eliminados, mientras que los de altos salarios, habilidades y tecnología se han expandido. Las empresas y sectores de la fabricación que contaban con el crecimiento más alto de su productividad son los que han ganado más puestos de trabajo. Sin embargo, la evolución en el empleo no siempre sigue a la innovación: la evidencia a nivel de empresa sugiere que para conseguir una productividad y un empleo más altos, *la actividad innovadora debe ser complementada con un cambio organizativo.*

Aunque la estructura ocupacional de las manufacturas en el conjunto de los países de la UE ha seguido una pauta bastante similar, en el caso de España la pérdida de participación de los empleos de las ramas de demanda débil y tecnología baja es más leve. Además, el peso de los empleos de las ramas más dinámicas en el promedio de la UE registra un aumento, mientras que en España registra un leve retroceso, lo que implica, por tanto, una acentuación de la ya clara infraespecialización de las manufacturas españolas en dichas ramas.

En los sectores de fabricación en declive, tales como astilleros y acero, la reestructuración que ha tenido lugar en los países desarrollados sugiere que los enfoques que han tenido mayor éxito vinculan el apoyo económico a corto plazo para los trabajadores desplazados con estrategias a largo plazo dirigidas a atraer nuevas inversiones en las áreas en declive. Estas iniciativas son costosas y no siempre funcionan. Sin embargo, son más eficaces que el apoyo económico a corto plazo de las empresas, que retrasa la necesaria reestructuración.

Aunque la revolución de la tecnología punta no está normalmente asociada a la agricultura, algunos de los avances más impresionantes en el mundo de la automatización se han producido en ésta. Estos avances tecnológicos prometen considerables aumentos en la productividad y sensibles reducciones en los requisitos de

biotecnología, la química o la farmacia, la evidencia empírica de los últimos años sugiere que el resultado neto en puestos de trabajo en la agricultura será negativo, *acelerando una tendencia a la pérdida de peso de este sector en el conjunto del empleo*. Para que no de lugar a un aumento de la tasa de desempleo del conjunto de la economía, los excedentes laborales de este sector deberían ser absorbidos por la industria y los servicios,

Durante algún tiempo, el motor de la creación de empleo ha sido el sector servicios, con creación de puestos de trabajo tanto en sus aspectos más dinámicos como en los más tradicionales. Como el sector servicios es un creador y usuario cada vez más activo de nuevas tecnologías, la inversión en R&D y en tecnología incorporada ha tendido un impacto significativo sobre el crecimiento de la productividad. Hasta ahora, la creación de empleo asociada con nuevas tecnologías ha compensado con creces la sustitución de trabajo. De hecho, el crecimiento de empleo en los servicios ha sido más rápido en los países que han invertido más en la aplicación de nuevas tecnologías.

Hay evidencia de que los desplazamientos estructurales se han acelerado a principios de los 90 en casi todos los países. Europa está ahora iniciando el tipo de transformación estructural que Estados Unidos lleva realizando desde hace algún tiempo. En la fabricación ha salido de la recesión de principios de los 90 con un crecimiento del empleo más débil que en el pasado. Incluso en su parte más dinámica, la de alta tecnología, el crecimiento ha sido menor.

El crecimiento del empleo en el futuro se decidirá en el sector servicios, que ahora está siendo rápidamente transformado por la tecnología. La cantidad y la calidad de los puestos de trabajo va a depender de la capacidad de los países para iniciar las reformas estructurales necesarias para asegurar que el potencial de creación de empleo y de expansión de la demanda de las nuevas tecnologías se aprovecha al máximo. Estas reformas son amplias: cubren el funcionamiento de los mercados de productos y de trabajo, la naturaleza de las instituciones y el acierto de las políticas a la hora de adaptarse a economías que cada vez están más basadas en el conocimiento.

Capítulo 4. Tecnología, Sueldos y Habilidades

1) Introducción:

El cambio tecnológico ha alterado la demanda de habilidades de los trabajadores. Muchas de las tareas que en el pasado se realizaban de forma manual son ahora realizadas por máquinas, de forma que se puede hablar de un desplazamiento de unas habilidades a otras. A medida que las Tecnologías de la Información se difunden, algunas habilidades pueden ser menos demandadas, mientras que otras, como la capacidad para programar, mantener y desarrollar estas sofisticadas tecnologías, se cotizan más. De esta forma, cada vez hay mas gente preocupada con la posibilidad de que el cambio tecnológico pueda dar lugar a una mayor polarización de la sociedad, al aumentar la brecha en oportunidades de empleo y de ingreso entre los que crean y usan la tecnología, y aquellos cuyas capacidades han quedado obsoletas por ella.

Aunque por lo general se reconoce que la introducción de nuevas tecnologías exige nuevas habilidades, hay un fuerte debate sobre hasta qué punto el cambio tecnológico es responsable de la menor demanda de trabajadores poco cualificados. Desde un punto de vista empírico ha habido falta de información detallada sobre las relaciones entre las habilidades de los trabajadores y la tecnología. Aunque algunas economías han recogido información sobre las nuevas tecnologías, especialmente a nivel de empresa, falta información agregada que sirva para comparar la situación entre los países. Desde un punto de vista teórico la cuestión es compleja y exige un análisis dentro de un marco que tenga en cuenta a todos los factores que afecten la oferta y a la demanda de trabajadores con distintas habilidades.

La razón fundamental por la que hay una mayor preocupación sobre la forma en la que el cambio tecnológico está alterando la demanda de las *habilidades es el fuerte declive de la demanda de trabajadores de escasa cualificación, combinado con un aumento de la demanda de trabajadores altamente cualificados*. En economías con mercados de trabajo flexibles, tales como Estados Unidos o el Reino Unido, la caída de la demanda de los trabajadores poco cualificados ha dado lugar a un aumento del diferencial de sueldos entre trabajadores cualificados y no cualificados. En países con mercados de trabajo más rígidos, la caída de la demanda se ha manifestado en un mayor desempleo de los trabajadores poco cualificados.

El capítulo previo examinaba las tendencias en la industria y en los servicios, y analizaba la incidencia de la tecnología en ellas. En este capítulo no se hacían distinciones entre los distintos tipos de trabajadores, y los argumentos se centraban en el número de puestos de trabajo, sin referencia a los sueldos pagados. El objetivo de este capítulo en cambio es enunciar algunos hechos sobre las tendencias recientes de la distribución de habilidades y de salarios en el empleo, y analizar el papel que el cambio tecnológico puede haber jugado en estas nuevas dinámicas.

2) La relación entre tecnología, habilidades y sueldos:

Normalmente se piensa que cuando se introducen nuevas tecnologías en los procesos de producción, la demanda total de trabajadores poco cualificados baja, y sube la de los altamente cualificados. Esta *complementariedad* entre tecnología y alta cualificación de trabajadores a nivel de empresa puede ser comprendida haciendo

referencia a tres explicaciones intuitivas. La primera es que los trabajadores de mayor cualificación se adaptan con mayor facilidad al cambio tecnológico. La segunda se basa en la observación de que la mayoría de las nuevas tecnologías realizan tareas repetitivas, que normalmente son desempeñadas por trabajadores poco cualificados. La tercera es que las tecnologías de la información aumentan más la productividad de los trabajadores cualificados que las de los que lo son menos, de forma que las empresas asignan las nuevas tecnologías a los trabajadores más cualificados.

Al mismo tiempo, y además de este efecto de *elevación de las habilidades*, la tecnología puede dar como resultado el proceso contrario. A medida que las nuevas tecnologías realizan una mayor variedad de funciones, las capacidades necesarias para ejercer algunas ocupaciones pueden ser menores. Por ejemplo, el operador de una herramienta controlada numéricamente puede ser sobre todo un observador, mientras que su predecesor era más bien un artesano. También hay evidencia de que las tecnologías de la información están reduciendo los puestos de trabajo de gestión media, que tradicionalmente se han considerado como cualificados. Con el desarrollo de software inteligente, capaz de realizar una gran variedad de funciones, las tecnologías de la información pueden ahora ser usadas para realizar muchas tareas de análisis y de recogida de información, además de simples computaciones.

Esta *complementariedad* entre la tecnología y las habilidades, que es evidente a nivel microeconómico, se extrapola con frecuencia a nivel del conjunto de la economía, y normalmente se denomina cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades. Sin embargo, desde un punto de vista teórico, estas complementariedades, existentes a nivel de empresa, no se trasladan necesariamente a las relaciones de nivel más agregado.

La noción de sesgo en el cambio tecnológico se deriva de la teoría del crecimiento económico y se refiere a la relación capital/trabajo. Se afirma que el cambio tecnológico es sesgado si bajo ciertas condiciones implica cambios en la distribución de ingresos entre los factores. En la discusión actual, que nace fundamentalmente de estudios empíricos microeconómicos, el uso del concepto se desvía de sus orígenes, por lo que parece conveniente especificar el vínculo entre el nivel micro y el macro. En realidad no hay un vínculo directo entre una tecnología o una dirección de cambio tecnológico, (micro) y la distribución de ingresos, (macro).

Vamos a suponer que hay dos factores, trabajo cualificado y no cualificado, y que cada uno está asociado a un tipo de tecnología. El cambio tecnológico mejora una tecnología, por ejemplo la usada por trabajadores cualificados, más que la usada por el trabajador no cualificado, y por lo tanto potencia al trabajador cualificado. ¿Hay algún aumento en los salarios relativos de los trabajadores cualificados?. No necesariamente. El cambio tecnológico desigual tiene dos efectos. Aumenta la eficiencia relativa de un factor, potenciando de esta forma su demanda relativa. Al mismo tiempo, para una cantidad dada de servicios suministrados por el factor, hace falta una menor cantidad de éste (la tecnología desplaza al trabajo), de forma que la demanda relativa se reduce. El equilibrio entre estos dos efectos depende de las relaciones entre los factores y entre los bienes.

La primera relación que tiene un impacto es *el grado de sustitución entre los factores*. Si los factores son *sustitutivos*, la mayor eficacia del trabajo cualificado significa que puede alcanzar una mayor productividad en tareas previamente realizadas

por trabajo no cualificado, de forma que la demanda de trabajo cualificado aumenta. Alternativamente, si los factores son *complementarios*, la mayor cantidad de trabajo cualificado da lugar a un aumento en la cantidad de trabajo no cualificado, y por tanto a un salario más alto de este último.

En segundo lugar, en una economía en donde hay muchos productos suele ocurrir que los sectores tienen distintas distribuciones de habilidades. Los sectores con trabajo más cualificado se beneficiarán más del cambio tecnológico potenciador de este tipo de trabajo. El efecto total en los salarios dependerá del grado de sustitución entre los productos. Si los bienes son sustitutivos, los que son intensivos en trabajo cualificado desplazan a los otros, y la demanda de trabajo cualificado aumenta. Alternativamente, si son complementarios, la demanda de bienes intensivos en trabajo no cualificado aumenta, luego su precio y luego el salario del trabajo no cualificado.

Si el cambio tecnológico de verdad incide en la demanda relativa de sueldos y habilidades a nivel macro, se debería distinguir entre el largo y el corto plazo. Las rigideces en los mercados de trabajo o la falta de formación pueden hacer que el impacto se convierta en permanente. Empíricamente hay evidencia de una dispersión cada vez mayor a lo largo del tiempo en los salarios relativos de numerosos países. Aunque que el salario medio ha subido y se ha traducido en ganancias de bienestar, también hay estudios que señalan los efectos negativos que las mayores desigualdades en la distribución de los ingresos pueden tener en el crecimiento general de la renta.

También es *difícil separar los efectos del cambio tecnológico de un amplio espectro de fuerzas o factores tales como el comercio o las instituciones*. Durante los años 80, muchos países sufrieron un profundo cambio económico, incluyendo una mayor liberalización de los mercados de trabajo y de productos. Además, cada país ha tenido una experiencia distinta de cambio en el peso relativo de trabajadores cualificados frente a los no cualificados. Las diferencias en las instituciones del mercado de trabajo tienen un impacto en los mecanismos estabilizadores y en la elección de las tecnologías que se van a adoptar.

Además, las empresas eligen nuevas tecnologías de proceso teniendo en cuenta el nivel de habilidades de su fuerza de trabajo, y los costes relativos que implican la mejora de éstas. En países con mercados de trabajo externos fuertes, tales como el Reino Unido o los Estados Unidos, las empresas tienen más flexibilidad para adoptar la tecnología, y para buscar a los trabajadores con las habilidades necesarias. En países que dependen de mercados de trabajo internos, tales como Francia o Alemania, en donde los costes de contratación y despido son mayores, las empresas eligen la tecnología sobre la base de las capacidades y las habilidades de sus trabajadores actuales, y de la facilidad con la que se puedan adaptar con éxito a ellas.

3) El perfil cambiante de las habilidades del empleo

En este apartado se pretende hacer un repaso a los cambios que han experimentado los trabajadores cualificados y los no cualificados a lo largo de los años 70 y 80. En la mayoría de los países de la OCDE, las condiciones de empleo de los trabajadores no cualificados se ha deteriorado, especialmente durante los 80. Normalmente se afirma que la menor demanda de trabajadores no cualificados se traduce en un aumento del

diferencial de sueldos entre trabajadores cualificados y no cualificados, o en un aumento del desempleo de trabajadores no cualificados.

Algunos investigadores han llegado a la conclusión de que ha habido una significativa caída de la demanda de trabajadores no cualificados. Nickel y Bell* han documentado este fenómeno para el conjunto de la OCDE; hay otros estudios** que analizan varios países. Por lo general, estos trabajos intentan relacionar los cambios en los empleos y en los salarios, con los cambios en los niveles de habilidades.

El término "*habilidades*" se refiere a las cualificaciones necesarias para realizar ciertas tareas. En el sentido más general, refleja el nivel del capital humano, de forma que la elevación de las habilidades puede ser contemplada como sinónima de desarrollo del capital humano.

Es un concepto multidimensional, ya que la mayoría de los trabajos requieren muchas habilidades para su correcto desempeño. Incluyen *capacidades físicas*, tales como la coordinación mano ojo, fuerza y destreza; *capacidades cognitivas* (razonamiento analítico y sintético, habilidades numéricas y verbales); y *capacidades interpersonales* (de liderazgo o de supervisión).

En los trabajos empíricos, los investigadores a menudo usan aproximaciones basadas en la educación y en la ocupación. La educación normalmente se divide en términos de años de escuela o del grado final obtenido, y no se suele ajustar por la calidad. Aunque las ocupaciones a veces proporcionan más información sobre las habilidades exigidas a los trabajadores, las medidas varían considerablemente entre los países, y pueden ser ambiguas.

Por lo general, estas medidas no tienen en cuenta el aprendizaje en el puesto de trabajo, ni las habilidades asociadas con el uso de nueva tecnología. En la práctica, la mayor parte del trabajo empírico intenta comparar la evolución de las habilidades a nivel internacional, y usa aproximaciones un tanto burdas tales como la ratio entre los trabajadores de producción y los que no lo son, si los trabajadores son de cuello azul o blanco, o la cuota de la mano de obra que posee una cualificación de educación superior. Además, estas distinciones normalmente sólo están disponibles a un nivel agregado, y no a nivel de sectores económicos individualizados.

El secretariado de la OCDE ha introducido una nueva clasificación, que mejora las medidas previas sobre habilidades en dos formas: incorpora una distinción más fina entre los distintos niveles de habilidades; y puede distinguir entre los distintos niveles de habilidades presentes en los distintos sectores económicos.

La información sobre ocupaciones se basa en la nueva versión del estándar de clasificación internacional de ocupaciones de la Oficina Internacional de Trabajo (ILO), que se conoce normalmente como ISCO-88.

* Nickells, S and B. Bell. *The Collapse in the Demand for the Unskilled and Unemployment across the OECD*. Oxford Review of Economic Policy, Vol. 11, 1995.

** Freeman Richard. *How Labour Fares in Advanced Countries*, en *Working Under Different Rules*, Russell Foundation, New York, 1994.

Las distintas categorías de ocupación en esta clasificación suponen distintos niveles de logro educativo, lo que permite construir una aproximación de distintos niveles de habilidades, lo que no era posible con otras clasificaciones de ocupaciones.

En los casos en los que la información estaba disponible en el formato ISCO-88, las ocupaciones se agrupaban en los distintos niveles de la siguiente forma:

Cuello blanco, alta cualificación (White collar high skilled WCHS): congresistas, gerentes, altos funcionarios (Grupo 1), Profesionales (Grupo 2), Técnicos y profesiones similares (Grupo 3).

Cuello blanco, baja cualificación (White collar low skilled WCLS): oficinistas, trabajadores de servicios (Grupo 4), Dependientes de tienda (Grupo 5).

Cuello azul, alta cualificación (Blue collar, high skilled BCHS): Agricultores y pescadores cualificados (Grupo 6), Artesanos y trabajos relacionados (Grupo 7)

Cuello azul, baja cualificación (Blue collar, low skilled BCLS): Operadores de máquina y montadores (Grupo 8), Ocupaciones elementarias (Grupo 9).

A partir de ahora, cuando hablamos de trabajadores de alta cualificación, nos referimos normalmente al grupo de cuello blanco de alta cualificación, mientras que los otros tres grupos son de baja cualificación.

Durante los años 80 se ha producido una mejora de la formación de la fuerza de trabajo de la mayoría de los países de la OCDE.

Aunque es difícil comparar los resultados entre países debido a las distintas definiciones de lo que son niveles educativos altos o bajos, aparecen claras algunas tendencias. En primer lugar, el nivel educativo de la fuerza de trabajo de estos países ha sido significativamente mejorada, debido a una fuerte reducción de la proporción de la fuerza de trabajo que tiene un bajo nivel de logro académico, y a un fuerte aumento de la proporción de trabajadores con un alto nivel educativo.

Katz^{*} et al (1993) nos muestran que en los Estados Unidos, la proporción de trabajo cualificado, (licenciados), aumentó más lentamente en los 80 que en los 70. Además, en los 80 la oferta de trabajadores cualificados aumentó más rápidamente en Francia, Alemania, Suecia y Australia que en los Estados Unidos.

La mejora de la formación dentro de las economías también se puede ver en los cambios en los empleos por ocupación. Los trabajadores de cuello blanco dominan el empleo total, y su cuota ha aumentado desde los 70 en todos los países.

Se considera que los licenciados universitarios tienen normalmente un nivel alto de educación, mientras que los que tienen una educación básica o menos tienen un nivel bajo.

* Katz, L., G. Loveman, and D. Blanchflower. *A Comparison of Changes in the Structure of Wages in Four Countries*. NBER Working Paper No. 4297, Cambridge Ma, 1993.

La siguiente tabla* muestra la evolución de seis países en términos de niveles bajos y altos de educación

| | | <i>Cambio anual</i> | |
|-----------------------|------|---------------------|-------|
| Estados Unidos | 1970 | 1991 | |
| <i>Alto</i> | 15,7 | 28,2 | 0,57 |
| <i>Bajo</i> | 37,5 | 14,5 | -1,70 |
| Japón | 1971 | 1992 | |
| <i>Alto</i> | 16,8 | 36 | 0,87 |
| <i>Bajo</i> | 48,6 | 22 | -1,32 |
| Alemania | 1978 | 1987 | |
| <i>Alto</i> | 9,6 | 12,8 | 0,32 |
| <i>Bajo</i> | 20,5 | 15,6 | -1,17 |
| Francia | 1970 | 1993 | |
| <i>Alto</i> | 4,9 | 17,3 | 0,52 |
| <i>Bajo</i> | 23,4 | 68,9 | 3,4 |
| Reino Unido | 1973 | 1991 | |
| <i>Alto</i> | 16,4 | 36,8 | 1,07 |
| <i>Bajo</i> | 55,7 | 28,2 | -1,29 |
| España | 1976 | 1993 | |
| <i>Alto</i> | 2,6 | 5,5 | 0,16 |
| <i>Bajo</i> | 75,8 | 40,4 | -9,08 |

Definiciones de educación "alta" y "baja" en esta muestra:

Estados Unidos: Bajo: menos de cuatro años de educación secundaria; alto: cuatro o más años de universidad. Hombres entre 25-64.

Japón: Bajo: menos de escuela secundaria; alto: universidad. Hombres entre 16-64.

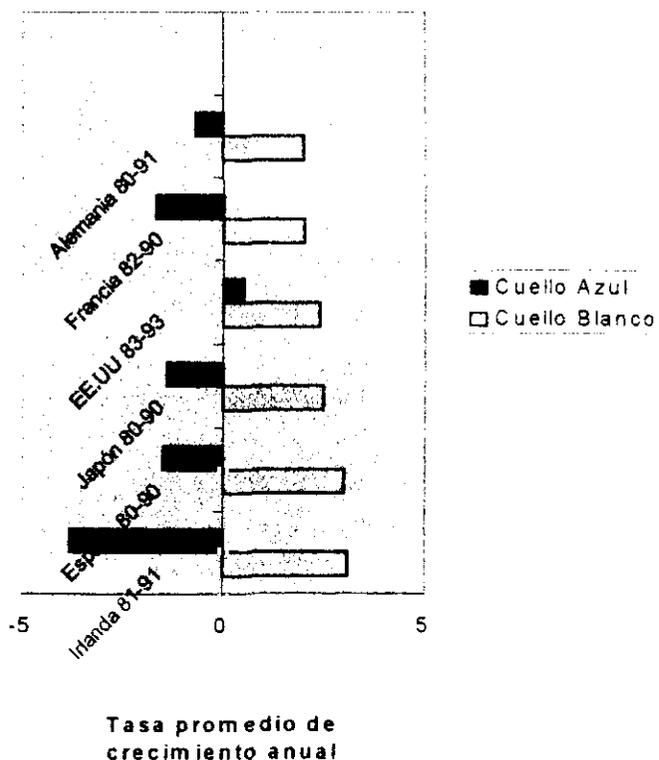
Alemania (del Oeste): Bajo: trabajadores de centros de producción, operadores de equipos de transporte y trabajadores en general; alta: profesionales, técnicos y administrativos, gestores. Hombres.

Francia: Bajo: certificado de enseñanza básica o menos; alta: al menos dos años de universidad. Hombres de más de 15.

Reino Unido: Bajo: sin cualificaciones; alto: "A levels", cualificación profesional o título universitario. Hombres entre 16 y 64.

España: Bajo: analfabetos o sin estudios primarios; alto: título universitario.

* Tabla: Porcentaje de la fuerza de trabajo con educación "alta" y "baja". Fuente: OCED (1994b).



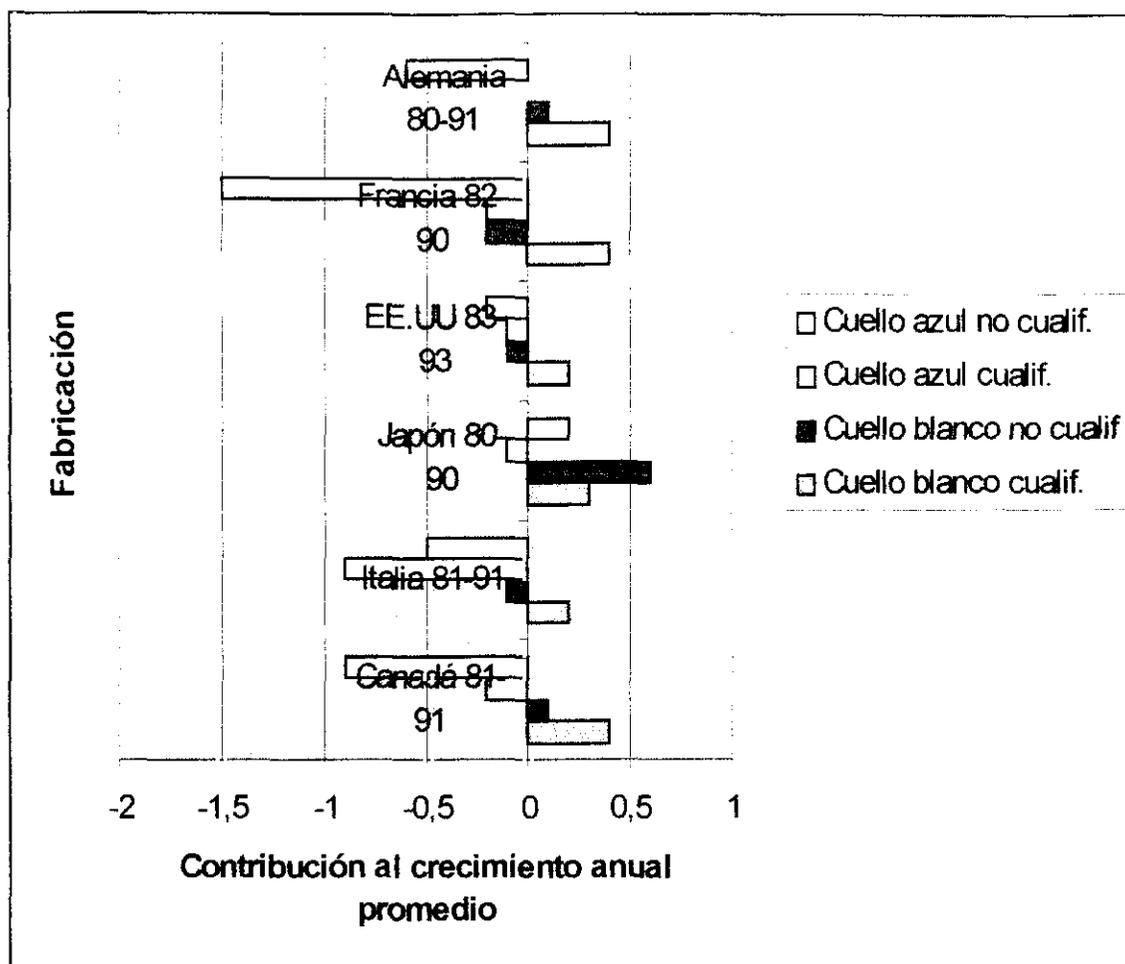
El siguiente gráfico nos muestra las tasas anuales del crecimiento en el empleo de los trabajadores de cuello blanco y azul durante los años 80 y principios de los 90. Muchos países experimentaron un descenso de los puestos de trabajo de cuello azul, mientras que todos los países tuvieron un aumento de los de cuello blanco, siendo los aumentos más altos en los países que iniciaron más tarde la industrialización, como son los casos de Irlanda o España.

Esto es consistente con la evidencia del capítulo anterior, sobre la pérdida de peso de la industria a favor del sector servicios, en el conjunto de la economía. También se relaciona con los cambios analizados en otro capítulo en la organización de la empresa. La producción masiva va desapareciendo en provecho de una producción más diferenciada. Las relaciones de producción y las condiciones de empleo cambian. La organización de las empresas evoluciona hacia una mayor flexibilidad y descentralización. La búsqueda de la flexibilidad, el desarrollo de cooperaciones en red, el aumento del uso de la subcontratación y el desarrollo del trabajo en equipo son algunas de las consecuencias de la penetración de las tecnologías de la información.

Las tecnologías de la información contribuyen a hacer desaparecer aquellos trabajos rutinarios y repetitivos que pueden codificarse y programarse mediante máquinas automáticas. El trabajo tendrá un contenido cada vez más cargado de tareas inteligentes que requieren iniciativa y adaptación.

Pero las tecnologías de la información, al tiempo que facilitan la descentralización de tareas, las coordinan en redes interactivas de comunicación en tiempo real, que funcionan tanto entre continentes como entre despachos de una misma planta. El resultado es, a la vez, una mayor autonomía individual del trabajador en la organización de su actividad y una percepción menos buena del marco general de esta actividad. El efecto de las nuevas tecnologías es doble: por un lado, aumentan sensiblemente el papel del factor humano en el proceso de producción y, por el otro,

* Gráfico: Crecimiento del empleo para los trabajadores de cuello blanco y azul durante los 80. Fuente: Cálculos del Secretariado de la OCDE basándose en datos de ILO.



hacen al trabajador más vulnerable a las transformaciones de la organización del trabajo, pues se convierte en un simple individuo confrontado a una red compleja.

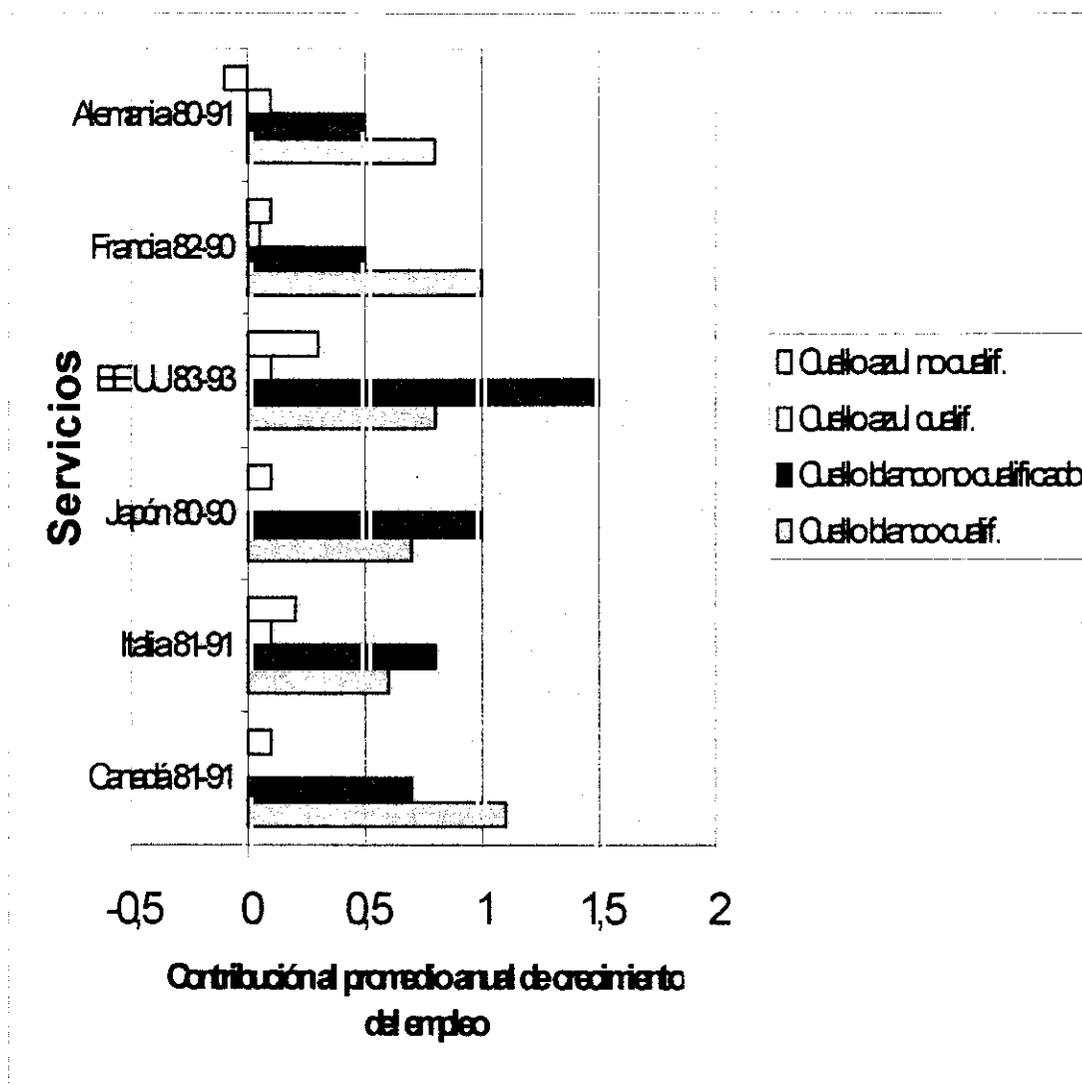
Para otro grupo de países, los siguientes gráficos* nos presentan una información más detallada por categorías de ocupación, distinguiendo entre trabajos de alta cualificación y los de baja cualificación, dentro de los grupos de ocupaciones de cuello blanco y alto.

Como se puede apreciar, el aumento del desempleo está asociado en muchos países con el declive de los puestos de trabajo de cuello azul y baja cualificación. Es el caso de todos los países menos Japón. En el caso de Italia, los puestos de trabajo de cuello azul y alta cualificación han jugado también un papel. En todos los países en donde la fabricación ha bajado en su conjunto, los puestos de trabajo de cuello blanco y alta cualificación han aumentado. Como se puede ver en el gráfico de la siguiente página, el proceso de elevación general de las habilidades también se está dando en los servicios.

Si bien es verdad que la tecnología crea y destruye puestos de trabajo, más allá de las ganancias o pérdidas netas de empleo, *es cada vez más evidente que los trabajadores con distintas cualificaciones son afectados de forma diferente.*

*Gráficos: Aportación al crecimiento medio anual en fabricación y en servicios en los años 80. Fuente: Cálculos de la OCDE basados en información de cada país, 1997.

Aunque el cambio tecnológico hace que las habilidades de algunos empleados altamente cualificados se vuelvan obsoletas, por lo general este cambio suele estar asociado con *el declive de los salarios y de las oportunidades de empleo de los trabajadores poco cualificados, favoreciendo además a las perspectivas de empleo y a las subidas salariales de los trabajadores más cualificados, también llamados trabajadores del conocimiento.*



Todo esto plantea importantes cuestiones de política económica que van desde la formación profesional a otras políticas activas del mercado de trabajo necesarias para elevar las capacidades de los que menos se benefician de la introducción de nuevas tecnologías en el lugar de trabajo.

En general se puede afirmar que tanto la generación y difusión de nueva tecnologías, como la evolución de la demanda final y de la oferta de trabajo, implican cambios en la composición de las habilidades del empleo y en la importancia de las distintas categorías de ocupación. Aunque es difícil identificar el impacto de cada uno de estos factores, por lo general se suele coincidir en que *cuando las nuevas tecnologías se introducen en los procesos de producción, la demanda de trabajadores de menor cualificación cae mientras que la de alta cualificación sube*.

Al mismo tiempo, y además de este proceso de elevación general de habilidades, la tecnología puede tener un efecto de reducción de éstas. Como ya hemos comentado, a medida que las nuevas tecnologías realizan una mayor variedad de tareas, las habilidades necesarias para desempeñar algunas ocupaciones pueden ser reducidas. De hecho, hay evidencia de que las tecnologías de la información están reduciendo las exigencias de los puestos de trabajo de gestión media, tradicionalmente contemplados como trabajos cualificados.

Parece conveniente añadir que ha habido un fuerte aumento de la oferta de trabajadores cualificados durante los años 80 en todos los países de la OCDE. Si a los trabajadores cualificados les ha ido tan bien o mejor que a los no cualificados durante los 80, esto implica que ha habido un aumento en la demanda relativa de trabajadores cualificados, un aumento en la demanda lo suficientemente fuerte como para absorber a la oferta adicional. Las estadísticas sobre salarios y desempleo confirman que a los trabajadores cualificados les ha ido por lo menos tan bien como a los no cualificados en la mayoría de los países.

La siguiente tabla* presenta tasas de desempleo según la educación y la ocupación. Confirma que el desempleo es mucho más alto para los trabajadores de cuello azul y para los trabajadores con bajos niveles educativos. También muestra que los aumentos absolutos de la tasa de desempleo son normalmente mayores en estos grupos.

| | 1979-82 | 1994 | | 1979-82 | 1994 |
|-----------------|---------|------|--------------------|---------|------|
| Francia | | | Japón | | |
| Alta | 2,1 | 5,9 | Alta | 1,6 | 1,2 |
| Baja | 6,5 | 13,6 | Baja | 2,9 | 2,6 |
| Total | 5,2 | 9,4 | Total | 2,4 | 2,2 |
| Alemania | | | Reino Unido | | |
| Alta | 1,6 | 2,4 | Alta | 3,9 | 6,6 |
| Baja | 4,5 | 6,2 | Baja | 12,2 | 16,9 |
| Total | 3,8 | 5,4 | Total | 7,7 | 11,5 |
| Italia | | | EE.UU | | |
| Alta | 12,2 | 12,8 | Alta | 2,1 | 2,8 |
| Baja | 4,8 | 7,7 | Baja | 8,6 | 11,0 |
| Total | 8,2 | 11,5 | Total | 5,5 | 5,8 |

Otras estadísticas que normalmente se citan para mostrar la situación de los trabajadores no cualificados son datos sobre las diferencias de sueldos según la

* Tabla 1: Tasas de desempleo según la educación. Fuente, Nickel y Bell, 1995.

educación. El cuadro** nos presenta las ratios de ingresos entre hombres de altos y bajos niveles educativos. Nos muestra que durante los 80 los ingresos permanecieron constantes o subieron en relación con la mejora en el nivel educativo, produciéndose las mayores subidas en el Reino Unido y en Estados Unidos.

Diferencias de ingresos entre grupos de alto y bajo nivel educativo.

| | Principios de los 80 | Finales de los 80 |
|-----------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Australia</i> | 1,54 | 1,58 |
| <i>Canadá</i> | 1,40 | 1,42 |
| <i>Francia</i> | 1,66 | 1,63 |
| <i>Alemania</i> | 1,36 | 1,42 |
| <i>Italia</i> | 1,60 | 1,61 |
| <i>Japón</i> | 1,26 | 1,26 |
| <i>Holanda</i> | 1,50 | 1,22 |
| <i>Suecia</i> | 1,16 | 1,19 |
| <i>Reino Unido</i> | 1,53 | 1,65 |
| <i>Estados Unidos</i> | 1,37 | 1,51 |

Parece haber un círculo virtuoso por el cual la participación en programas de educación y de formación profesional aumenta las habilidades y las competencias, lo que mejora las oportunidades de empleo y de sueldos, lo que a su vez aumenta la demanda de oportunidades de aprendizaje. Aunque el aprendizaje posterior a la educación o la formación profesional inicial no es una condición suficiente para que las empresas y los individuos mejoren, sí parece ser condición necesaria para que las economías modernas funcionen.

Sin embargo, algunos autores opinan que las oportunidades de aprendizaje no están distribuidas de forma uniforme. Hay una relación positiva entre el nivel educativo y la participación en algunos tipos de formación en el puesto de trabajo. Los individuos que tienen una formación de nivel universitario tienen una probabilidad que es dos o tres veces superior a los de los que no han completado la educación secundaria. Los trabajadores más mayores, por lo general no tienen tanta probabilidad de participación en educación y formación en el puesto de trabajo.

Los que parecen tener menor probabilidad de participación en programas de formación son los que están desempleados o los que están completamente fuera del mercado de trabajo y del sistema educativo.

Otra medida del aumento de la polarización que ha recibido bastante atención es la evolución de la distribución total de salarios.

** Cuadro: Diferencias de ingresos entre grupos de alto y bajo nivel educativo. Fuente: Nickell y Bell 1995.

~ OCDE: *Lifelong Learning to maintain Employability. Meeting of the Employment, Labour and Social Affairs Committee at Ministerial Level held at the Château de la Muette, Paris, on 14 and 15 October, 1997.* OCDE, 1997.

La siguiente tabla* nos presenta un resumen de la pauta general de los cambios en la dispersión de los salarios en los años 70 y 80 para un cierto número de países de la OCDE. La tabla se basa en trabajadores regulares a tiempo completo. Como excluye a los desempleados, puede infravalorar el grado de aumento en la dispersión de los ingresos para los países en donde el desempleo ha aumentado.

Aunque es siempre aconsejable cierta prudencia, parece haber pocas dudas sobre el cuadro general que estos datos proporcionan. Durante los 80 la dispersión de ingresos aumentó fuertemente en Estados Unidos y en el Reino Unido, y menos en Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Japón, Portugal y España. Bajó en cambio en Alemania y en Francia (sólo a principios de los 80), y no hubo un cambio claro en Italia.

| <i>Pauta general de cambios en la dispersión de los ingresos en los 70 y 80.</i> | | | |
|--|-------|-------|--|
| | 1970s | 1980s | Comentarios |
| <i>Australia</i> | - | + | Aumento en dispersión desde 1979 |
| <i>Austria</i> | - | + | Aumento desde 1980 a 1989 |
| <i>Bélgica</i> | | + | Pequeño aumento entre 83-88 |
| <i>Canadá</i> | 0 | + | Aumento debido a ganancias arriba |
| <i>Francia</i> | 0 | -/+ | Descenso de dispersión acabó en 83 |
| <i>Alemania</i> | 0 | - | Descenso en dispersión debido a ganancias abajo |
| <i>Italia</i> | - | 0 | Ganancias arriba y abajo |
| <i>España</i> | --/0 | + | Descenso en 70 y aumento en 80 |
| <i>Suecia</i> | 0 | 0/+ | Aumento después de 86 |
| <i>Reino Unido</i> | - | ++ | Aumento desde 1979 |
| <i>Estados Unidos</i> | + | ++ | Fuertes ganancias arriba en 80s |
| <i>Japón</i> | | + | Aumento debido a ganancias arriba |
| <i>Portugal</i> | | + | Aumento entre 1985 y 1990 |
| <i>Holanda</i> | 0 | -/+ | Pequeño descenso hasta 1984, luego pequeño aumento |
| <i>Finlandia</i> | - | 0 | Pequeñas ganancias arriba y abajo |

Claves: +: Aumento en la dispersión.

++: Fuerte aumento.

-: Descenso

--: Fuerte descenso

0: No hay un cambio claro

+/-: Aumento seguido de descenso

En blanco: no hay información disponible. Fuente: OCDE (1993^a).

En definitiva, los distintos países han tenido experiencias diferentes en la relación entre trabajadores cualificados y no cualificados en el mercado de trabajo. A lo largo de los 80, algunos países contemplaron aumentos en los ingresos relativos de los trabajadores más cualificados y aumentos en la dispersión de sueldos. Esto ha sido especialmente verdad en los Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá. Entre los países del G-7 la situación más estable ha sido la de Alemania y Japón.

* Pauta general de los cambios en la dispersión de los ingresos en los 70 y 80. Fuente: OCDE (1993^a). *Science, Technology and Innovation policies, Paris, 1993.*

Movimientos estructurales tales como la mayor importancia de los servicios en el conjunto del empleo, y el declive de los puestos de trabajo en la fabricación, son factores importantes en el cambio en la estructura ocupacional de la fuerza de trabajo.

Al mismo tiempo, los movimientos *dentro* de cada sector parecen haber jugado un papel importante y cada vez hay más autores que intentan cuantificar la importancia de estos desplazamientos *entre y dentro* de los sectores. En general, se puede afirmar que tanto la generación y difusión de nuevas tecnologías, como los movimientos en la composición de la demanda final, y los cambios en la oferta de trabajo, implican este tipo de cambios. Sin embargo, es difícil valorar el peso del impacto de cada factor en el resultado final.

En los gráficos sobre el desglose del crecimiento del empleo podíamos apreciar el crecimiento o el declive de los distintos tipos de ocupación en la fabricación y en los servicios. Podíamos apreciar que el descenso del empleo en la fabricación está fundamentalmente asociado con un declive de los puestos de trabajo no cualificados de cuello azul, (Francia, Alemania, Australia, Estados Unidos), y en el caso de Italia, también por puestos de trabajo cualificados de cuello azul.

En la práctica, en todos los países en donde el empleo de la fabricación bajó, los puestos de trabajo cualificados de cuello blanco aumentaron. En los servicios, el aumento de empleo en todos los países implica aumentos tanto en los puestos de trabajo de cuello blanco cualificados, como en los no cualificados.

¿Es esta elevación general de las habilidades reflejada en los gráficos un fenómeno generalizado en todos los sectores, o es fundamentalmente debido a desplazamientos de empleo hacia sectores que emplean una mayoría de trabajadores cualificados?

Berman^{*} *et al.* (1995) examinaron los cambios en las cuotas de los trabajadores de producción y los que no están en la producción, (es su forma de distinguir entre trabajadores cualificados y los no cualificados), en el sector de la fabricación de un amplio número de países.

Encontraron que la mayor parte de este proceso general de elevación de habilidades ocurría *dentro* de los sectores y no como resultados de desplazamientos de empleo *entre* sectores. Este resultado es válido no sólo para los países desarrollados sino también para los emergentes.

Usando la metodología de Berman *et al.* la OCDE^{**} ha realizado un desglose de los cambios en el empleo cualificado entre aquél que es debido a desplazamientos de empleo entre sectores, (el efecto *entre* sectores), y aquél que es debido a cambios en la composición de habilidades dentro de los sectores, (el efecto *dentro* del sector).

La información sobre ocupaciones cubre a siete países, y el análisis difiere del de Berman *et al.* en dos formas.

^{*} Berman, E., J. Bound y S. Machin: *Implications of Skill Biased Technical Change: International Evidence*, ponencia presentada en el encuentro: *Technology, Productivity and Employment: Macroeconomic and Sectoral Evidence*, Paris, Junio 1995.

^{**} OCDE (1996^a):

En primer lugar incluye no sólo a la fabricación sino también a los servicios.

En segundo lugar, usa una definición más precisa de trabajadores cualificados, mientras que Berman examina el cambio en la cuota de trabajadores que no están en la producción, una categoría que incluye a un amplio número de ocupaciones relativamente poco cualificadas.

La tabla* nos muestra que los cambios *dentro* de los sectores representan la mayor parte del cambio general en todos los países menos en Italia (en servicios), y que la tasa de elevación de habilidades en el sector servicios a menudo excede la de la fabricación.

| | | <i>Desglose de los cambios en el empleo cualificado</i> | | | | |
|-----------------------|---------|---|--|---------------------------|------------------------------|---|
| | Período | | Cambio anual en la cuota de empleo cualificado | Component. entre sectores | Component. dentro del sector | % contribución del componente dentro del sector |
| <i>Estados Unidos</i> | 1983-93 | TOTAL | 0,22 | 0,05 | 0,17 | 78,3 |
| | | Fabric. | 0,19 | -0,02 | 0,21 | 91,9 |
| | | Servicios | 0,25 | 0,03 | 0,22 | 86,3 |
| <i>Japón</i> | | TOTAL | 0,36 | 0,09 | 0,26 | 73,6 |
| | | Fabric. | 0,21 | 0,02 | 0,19 | 88,7 |
| | | Servicios | 0,27 | 0,04 | 0,23 | 84,9 |
| <i>Francia</i> | | TOTAL | 0,62 | 0,26 | 0,36 | 58,4 |
| | | Fabric. | 0,66 | 0,05 | 0,61 | 92,4 |
| | | Servicios | 0,45 | 0,08 | 0,37 | 82,0 |
| <i>Italia</i> | | TOTAL | 0,34 | 0,21 | 0,13 | 38,7 |
| | | Fabric. | 0,37 | 0,01 | 0,36 | 96,2 |
| | | Servicios | 0,06 | 0,11 | -0,05 | 31,2 |
| <i>Australia</i> | | TOTAL | 0,22 | -0,06 | 0,27 | 83,0 |
| | | Fabric. | 0,56 | 0,01 | 0,54 | 97,4 |
| | | Servicios | 0,47 | 0,09 | 0,38 | 81,3 |
| <i>Nueva Zelanda</i> | | TOTAL | 0,96 | 0,19 | 0,77 | 80,1 |
| | | Fabric. | 0,38 | -0,02 | 0,40 | 95,4 |
| | | Servicios | 1,06 | 0,16 | 0,90 | 85,2 |

Este análisis no muestra que la tecnología, o cualquier otro factor, sea responsable de la elevación de habilidades dentro de los sectores; tan sólo muestra que *la elevación de habilidades está ocurriendo en la mayoría de los sectores.*

* Tabla: Desglose de los cambios en el empleo cualificado. Fuente: OECD 1996b.

4) La relación entre tecnologías, sueldos y habilidades a nivel micro:

4.1) Tecnología y Habilidades:

El enfoque básico a la hora de estimar el efecto de la tecnología sobre la demanda de habilidades de los trabajadores a nivel micro es usar series de datos que incluyan información sobre la tecnología y las habilidades de los trabajadores. Algunos países han realizado recientemente encuestas especiales sobre la tecnología: es el caso de la Encuesta de la UE sobre innovación y las encuestas de EE.UU. y de Canadá sobre la tecnología de la fabricación. Estas encuestas pueden ser vinculadas a series de datos que contengan información sobre las habilidades de los trabajadores.

Los estudios que usan estos datos intentan examinar la relación entre las distintas mediciones de la tecnología y las habilidades de los trabajadores. Aunque aportan nueva luz sobre algunos aspectos, también tienen algunas limitaciones. Debido a la gran cantidad de información disponible, un número desproporcionado de estudios se han centrado en la relación entre tecnología y habilidades en la fabricación, más que en los servicios. Además, muchos de ellos no son comparables a nivel internacional y por lo tanto son incapaces de sacar conclusiones sobre las causas de los cambios en la demanda agregada de habilidades.

Los trabajos empíricos que usan información a nivel de empresa o de centro de trabajo investigan la relación entre la tecnología y las habilidades de los trabajadores y sugieren *que el desarrollo y el uso de tecnologías avanzadas se asocia con el empleo de trabajadores altamente cualificados*. A pesar de todo, es difícil establecer la dirección de la causalidad.

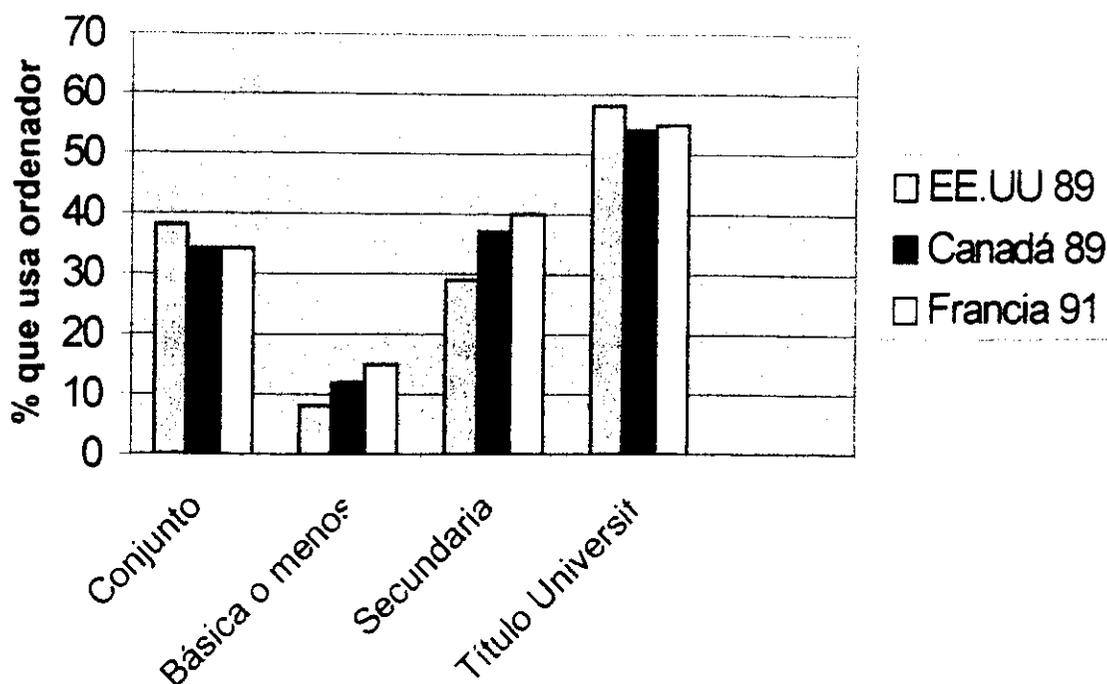
Al examinar la relación entre los gastos en ordenadores, la edad y el nivel educativo, Siegal^{*} encontró para el caso de Estados Unidos una correlación positiva entre los índices de calidad de la fuerza de trabajo y el nivel educativo. Usando información danesa, Nyholm^{**} encontró que los centros de trabajo en Dinamarca que usan tecnología de fabricación avanzada emplean más trabajadores educados y de alta cualificación que los que no. Pacelli^{***} *et al.* demuestra que el porcentaje de trabajadores no manuales (de cuello blanco) en Italia aumenta con la tecnología en las empresas de todos los tamaños.

* Siegal, D: *The Impact of Computers on Manufacturing Productivity Growth: A Multiple-indicators, Multiple-Causes Approach*, The Review of Economics and Statistics, October 1995.

** Nyholm, J: *Information Technology, Productivity and Employment in the Danish Manufacturing Sector*, ponencia presentada en el encuentro *The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment*, Washington, DC, 1-2 Mayo, 1995.

*** Pacelli, L., F. Rapiti y R. Revelli: *Intensity of Innovation, Employment and Mobility of Workers in Italy: Evidence from a Panel of Workers and Firms*, ponencia presentada en el encuentro *The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment*, Washington, Mayo, 1995.

USO DE ORDENADORES SEGUN EL NIVEL EDUCATIVO



Doms Dunne and Trokske* examinaron los niveles de habilidad de trabajadores de 358 centros de trabajo de Estados Unidos, usando información detallada sobre los trabajadores y sobre el uso de 17 tecnologías de la fabricación avanzadas, incluyendo a redes de ordenadores y robots industriales. Encontraron que los centros más sofisticados desde el punto de vista tecnológico empleaban a más científicos, ingenieros, y trabajadores de producción con algún tipo de formación universitaria. Un aspecto interesante de este trabajo es que muestra que las tecnologías de proceso están correlacionadas de forma positiva tanto con los trabajadores que no son de producción como con los que son de producción.

Otros análisis de la complementariedad entre tecnología y habilidades examinan la información sobre el nivel educativo de los trabajadores. Card** *et al.* muestra que la probabilidad de usar un ordenador aumenta con la educación en Estados Unidos, Canadá y Francia.

Los resultados, que se pueden ver en el gráfico, son interesantes desde varios puntos de vista. En primer lugar, en los tres países la probabilidad de usar un ordenador aumenta con la educación. En segundo lugar, el uso de los ordenadores está más extendido a través de las distintas categorías educativas en Canadá o Francia, que en Estados Unidos, a pesar de que las definiciones de los niveles educativos pueden variar entre los países.

* Doms, M., T. Dunne y K. Troske: *Workers, Wages and Technology*, ponencia presentada en el encuentro *The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment*, Washington, DC. 1-2 Mayo 1995.

** Card, D., F. Kramarz y T. Lemieux, *Changes in the Relative Structure of Wages and Employment: A Comparison of the United States, Canada and France*, ponencia presentada en el encuentro de la American Economic Association, Washington, January 1995.

~ Gráfico: Uso de los ordenadores según el nivel educativo. Estados Unidos, Francia y Canadá. Fuente: Card et. al. 1995.

Estos estudios no intentan enfrentarse *a la relación causal* entre la tecnología y las habilidades de los trabajadores. ¿Son las empresas con trabajadores cualificados las que adoptan tecnología avanzada? ¿Adoptan las empresas la tecnología avanzada y luego elevan el nivel de habilidades de los trabajadores? Desde una perspectiva de política económica el tema es importante pues aborda el problema de la importancia relativa de políticas realizadas para difundir la tecnología frente a políticas dirigidas a promover el desarrollo del capital humano. Por ejemplo, ¿se deberían incentivar políticas dirigidas a promover la adopción de tecnología sin adoptar además políticas que ayuden a mejorar las habilidades?

Algunos de los estudios mencionados antes han intentado arrojar luz sobre este asunto. Doms, Dunne y Troske (1995) encontraron que los centros de fabricación que habían adoptado una tecnología avanzada en 1993 ya tenían una mano de obra relativamente bien cualificada en 1977. Siegal (1995) encontró una relación positiva entre el uso de la tecnología y las habilidades de los trabajadores en los centros de fabricación de Estados Unidos, así como incentivos para seguir mejorando las capacidades una vez que la nueva tecnología había sido instalada.

Baldwin, Diverty y Johnson* (1995) encontraron que las exigencias de habilidades aumentaron en un número de empresas que oscila entre el 47 y un 59% del total de las que habían adoptado nuevas tecnologías. También encontraron evidencia de que la formación está estrechamente vinculada al cambio tecnológico: los usuarios de tecnología normalmente inician nuevos programas de formación, y suelen informar de mayores costes en este campo como resultado de la adopción de la tecnología.

En conclusión, hay evidencia tanto sobre la necesidad de mayores habilidades para aplicar con éxito la nueva tecnología, como sobre el hecho de que la instalación de nuevas tecnología da lugar a un aumento en el nivel de habilidades exigido en la fuerza de trabajo.

4.2) Relación entre Tecnología y sueldos:

Otros estudios se han centrado en la relación entre tecnología y sueldos, e intentan ver quién se beneficia de la introducción de nuevas tecnologías en las empresas. El salario promedio de una economía depende de su productividad: si la tecnología aumenta la productividad, entonces su salario promedio tenderá a subir. El alcance del aumento va a depender de una serie de factores, incluyendo las condiciones del mercado de trabajo y la intensidad de las presiones de la competencia nacional e internacional.

Sin embargo, no está clara la forma en la que la distribución de sueldos es afectada, ni cual es el mecanismo. Un estudio reciente llevado a cabo en Estados Unidos, Krueger** (1993) muestra que los trabajadores que usan ordenadores ganan un 15% más que los que no los usan, aunque tengan un nivel similar de educación. ¿Existe este tipo de prima en otros países y para otras tecnologías? ¿Si es así porqué?

* Baldwin, J.R., B. Diverty y J. Johnson, *Success, Innovation, Technology and Human Resource Strategies. An Interactive System.*, ponencia presentada en el encuentro sobre *The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment*, Washington D.C. 1-2 mayo, 1995.

** Krueger, A.B. *How Computers have Changed the Wage Structure: Evidence from Microdata, 1984-89*, *Quarterly Journal of Economics*, February, pp. 33-60. 1993.

Parece importante encontrar respuestas correctas para estas preguntas. Por ejemplo, uno se puede plantear si estos resultados suponen que todos los trabajadores que tengan un ordenador, van a recibir una subida del 15% en sus sueldos. Esto es de hecho lo que Microsoft afirma en una campaña de publicidad que cita a los resultados de Krueger y que sugieren que la gente debería comprar ordenadores y software de Microsoft para obtener un aumento en su sueldo.

En cuanto a la primera pregunta, algunos estudios han encontrado la existencia de una prima causada por la tecnología en otros países.

En Alemania, Bellman y Boeri^{*} han encontrado la existencia de una prima de hasta un 16% del sueldo. En Francia Entorf y Dramarz^{**} llegaron a la conclusión de que el uso de las nuevas tecnologías suponía un 4% adicional de sueldo al empezar y un 1% más de aumento por cada año de experiencia. En el Reino Unido Hildreth^{***}, al examinar las tecnologías de proceso, encontró evidencia de que las nuevas tecnologías de proceso, al aumentar los beneficios, daban lugar a sueldos más altos de los trabajadores.

Como los datos usados no son comparables, es imposible saber si estas diferencias se derivan de las diferencias entre los países o de los datos y de la metodología empleada.

En cuanto a la segunda pregunta, sobre la razón por la que existe una prima en los salarios derivado del uso de la tecnología, se puede hablar de tres posibles respuestas. En la primera, la prima a los sueldos es el resultado de mejoras no observadas del capital humano, (tales como la formación en el puesto de trabajo), que hace que los trabajadores sean más productivos.

La segunda sugiere que las empresas con tecnología más avanzada pueden ser más rentables, y por lo tanto pueden compartir parte de sus beneficios con sus trabajadores ("*reparto de rentas*").

La tercera plantea que los salarios más altos son usados como incentivos para aumentar el esfuerzo, y por lo tanto la productividad ("*sueldos de eficiencia*"). Los centros con tecnologías avanzadas pueden tener más incentivos para aumentar el esfuerzo de trabajo que los centros que no las tienen.

En relación a la primera respuesta, Doms, Dunne y Troske (1995), usando una muestra de centros de la fabricación en Estados Unidos, han encontrado que cuando se tienen en cuenta las características del centro de trabajo y de los trabajadores, la prima derivada de la tecnología se reduce aproximadamente a la mitad.

* Bellmann, L. y T. Boeri, *Internal and External Creative Destruction: Determinants of Changes of Employment and Productivity*, ponencia presentada en el encuentro sobre *The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment*, Washington, DC, 1-2 Mayo 1995.

** Entorf, H y F. Kramarz, *The Impact of New Technologies on Wages and Skills: Lessons from Matching Data on Employees and on Their Firms*, ponencia presentada en la conferencia sobre los efectos de la Tecnología y la Innovación en el Empleo. Washington, DC, 1-2 Mayo 1995.

*** Hildreth, A, *Rent Sharing and Wages: Product Demand or Technology Driven Premia?*, ponencia presentada en el encuentro sobre los efectos de la Tecnología y de la Innovación en el Empleo. Washington, DC, 1-2 Mayo, 1995.

Hay que señalar que muchos economistas opinan que las características no observadas de los trabajadores son muy importantes a la hora de determinar los sueldos. Aunque un grupo de individuos pueda parecer homogéneo en términos de la información sobre edad, educación, sexo, etc, estos datos no son representativos de las importantes variaciones en capacidad y esfuerzo en el trabajo entre ellos.

Entorf y Kramar (1995) fueron capaces de estimar esta capacidad normalmente no observada en los trabajadores, ya que los datos que tenían en Francia les permitían seguir a los trabajadores a lo largo del tiempo y en distintas empresas. Encontraron que los trabajadores con una capacidad superior a la media eran elegidos para usar las tecnologías avanzadas, y que una vez que las habían usado, sus salarios subían lentamente por encima del promedio.

Estos resultados son interesantes por varias razones. En primer lugar, muestran que las habilidades de los trabajadores *son complementarias* a la tecnología: los trabajadores con capacidades superiores a la media son seleccionados para usar la nueva tecnología.

En segundo lugar, aunque hay una prima derivada de la tecnología, es más pequeña que en Estados Unidos. Una explicación posible es que los sueldos son menos flexibles en Francia, ya que más del 90% de los trabajadores están incluidos en acuerdos de negociación salarial colectivos. Este descubrimiento sugiere que la prima a los sueldos derivada de la tecnología sería menos significativa para los que no hubiesen sido elegidos para usar la tecnología avanzada. De esta forma, los programas que se emprendieran para promover el uso de la tecnología podrían no tener una tasa de retorno tan importante como la observada para los que habían sido elegidos en el pasado en la empresa para usar las tecnologías avanzadas.

Es difícil, probar las otras dos respuestas (*reparto de rentas y sueldos de eficiencia*). Sin embargo, Hildreth (1995) estudió en una muestra de trabajadores del Reino Unido, si los mayores beneficios derivados de las innovaciones se transmitían a los trabajadores en términos de sueldos más altos mediante el reparto de rentas. Al examinar la demanda de productos y la tecnología de procesos, encontró evidencia de que la nueva tecnología de procesos, al aumentar los beneficios, daba lugar a sueldos más altos de los trabajadores ("*reparto de rentas*").

Según Paul Krugman^{*} la historia más sencilla acerca de cómo la tecnología moderna puede promover la desigualdad, es que la rápida difusión de los ordenadores favorece a aquellos que poseen el conocimiento necesario para su uso efectivo. Sin embargo, probablemente hay más. Las profesiones que han tenido mayores incrementos de ingresos desde los setenta han sido en campos en los que no se da una mayor demanda de ordenadores: abogados, doctores y, por encima de todo, ejecutivos de empresa. Y el crecimiento de la desigualdad en los Estados Unidos tiene una fuerte cualidad "fractal": la ampliación de desfases entre los niveles educativos y profesiones se refleja en una creciente desigualdad en ingresos entre las profesiones.

^{*} Paul Krugman: *El internacionalismo moderno. La economía internacional y las mentiras de la competitividad*. Editorial Crítica, 1997.

Los abogados ganan mucho más en comparación con los porteros de lo que ganaban hace quince años, pero los abogados mejor pagados también ganan mucho más comparados con el abogado medio. Nuevamente, esto es difícil de reconciliar con el sencillo argumento de que los nuevos ordenadores requieren personas que sepan usarlos.

Una hipótesis intrigante acerca de las relaciones entre tecnología y distribución de la renta, una hipótesis que puede explicar por qué la gente que no opera con ordenadores o máquinas de fax puede, sin embargo, enriquecerse con ellas a costa de los otros, es la hipótesis "superstar" de *Sherwin Rosen*, un economista de la Universidad de Chicago.

Hace dieciséis años, antes de que la explosión de la desigualdad se hubiese manifestado con claridad, Rosen^{**} argumentaba que las tecnologías de la comunicación y la información amplían el arco de influencia y control de un individuo. Una actuación de un actor en un escenario puede ser contemplada sólo por unos cientos de personas, mientras que otra de una estrella de televisión o puede ser por decenas de millones. De forma menos obvia, un ejecutivo, un abogado o incluso un académico con habilidad empresarial puede usar ordenadores, fax y correo electrónico para mantener un dedo metido en muchos más pasteles de lo que antes era posible.

Como resultado, Rosen predecía que la estructura salarial sería cada vez más como el resultado de un "concurso": pocas personas, aquellas que juzgadas bajo cualquier criterio fuesen las mejores, recibirían enormes recompensas económicas, mientras que aquellas que fuesen meramente competentes recibirían pocos. El punto central del análisis de Rosen era que la tecnología podía no ser tanto un sustituto de los trabajadores, sino una forma de multiplicar el poder de determinados individuos, permitiendo a estos afortunados ganadores del concurso sustituir a gran número de los menos afortunados.

^{**} Rosen, S. *The Economics of Superstars*, American Economic Review, Vol 71, pp. 845-858, 1983.

5) El cambio tecnológico y los efectos agregados sobre sueldos y habilidades

La mayor parte de la evidencia directa sobre la relación entre las habilidades de los trabajadores y la tecnología se basa en muestras de datos *que cubren sólo a una pequeña parte de la economía*. Los estudios a nivel micro ofrecen aportaciones relevantes para entender la forma en la que la tecnología afecta a los sueldos y a la demanda de trabajadores con distintas habilidades.

Sin embargo, por su propia naturaleza, no nos deben llevar a realizar generalizaciones sobre los efectos acumulados a nivel de otros sectores o del conjunto de la economía. La evidencia agregada, por otro lado, es difícil de conseguir, debido a la falta de información que contemple a la vez las habilidades de los trabajadores y la tecnología.

Los estudios que examinan el cambio tecnológico y las habilidades de los trabajadores a un nivel agregado dependen de simplificaciones o aproximaciones usadas para representar el cambio tecnológico, por lo que no pueden llegar a conclusiones definitivas sobre este.

Algunos autores cuestionan la validez de la hipótesis de un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades, debido a la falta de evidencia directa agregada, Cotis^{*}. Como no es muy probable que se consiga una evidencia agregada más concluyente en un futuro inmediato, algunos estudios aceptan la hipótesis del cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades ante la incapacidad para encontrar evidencia de una teoría mejor, Bound y Johnson^{*}.

Berman^{**} *et al.* examinaron la evolución de las habilidades de los sectores de la fabricación en Estados Unidos y la cuota de trabajadores de cuello blanco y de cuello azul. Encontraron que la elevación de habilidades estaba relacionada positivamente con dos mediciones de la tecnología: los gastos en ordenadores y la investigación y el desarrollo.

Usando información a nivel de sector, Berndt^{***} *et al.* examinaron la relación entre las habilidades de los trabajadores y la intensidad de capital de los sectores de la fabricación de Estados Unidos y encontraron una correlación positiva entre la intensidad de capital en alta tecnología y el número de los trabajadores de cuello blanco. También

^{*} Cotis, J.P. *Technological Innovations and Employment: Are Framework Conditions Really Important?*, ponencia presentada en el encuentro sobre *Creativity, Innovation and Job Creation*, Oslo, 11-12 Enero 1996.

^{*} Bound, J. and G. Johnson, *Changes in the Structure of Wages in the 1980s: An Evaluation of Alternative Explanations*, American Economic Review, Vol. 82, pp. 371-392, 1994.

^{**} Berman, E., J. Bound and S. Machin, *Implications of Skill Biased Technical Change: International Evidence*, ponencia presentada en el encuentro sobre *Tecnología, Productividad y Empleo*, Paris 19-20 Junio, 1995.

^{***} Berndt, E., C. Morrison y L. Rosenblum, *High-Tech Capital Formation and Labor Composition in US Manufacturing Industries: An Exploratory Analysis*, NBER Working Paper, No. 4010, Cambridge, MA, 1992.

encontraron un aumento significativo del nivel educativo de los trabajadores de cuello azul.

Un trabajo reciente de la OCDE**** sobre la tecnología y las habilidades, usando información de 22 sectores de la fabricación de cinco de los países del G-7, ha encontrado que los sectores que invertían más en investigación y que realizaban más actividad innovadora empleaban una cuota más alta de trabajadores cualificados de cuello blanco a principios de los 80, y que continuaban mejorando la formación de ese capital humano a lo largo de la década.

De esta forma, la mejora de las habilidades no es tan sólo una consecuencia de algún tipo de shock tecnológico que sesga hacia la formación de los trabajadores. La formación del capital humano y el esfuerzo innovador pueden ser vistos como *dos procesos que se refuerzan mutuamente de forma acumulativa en una dinámica que termina teniendo un efecto duradero en el rendimiento de los sectores económicos.*

Aunque hay cierto consenso sobre *la complementariedad* de la tecnología y la formación de los trabajadores a nivel micro, *para el conjunto de la economía parece difícil separar los efectos del cambio tecnológico de un amplio espectro de fuerzas y factores tales como el comercio y los efectos institucionales.* Durante los 80, muchos países se vieron sometidos a un profundo cambio económico, incluyendo una mayor liberalización de los mercados de productos y de trabajo. Además, los distintos países han tenido diferentes experiencias en términos de cambios en la oferta de trabajadores y no cualificados.

Uno de los temas más debatidos es el de hasta que punto la menor demanda de trabajadores no cualificados es debido al cambio tecnológico. Hay tres razones por las que este tema no se ha resuelto.

En primer lugar está la falta de información agregada directa que hemos mencionado antes. Aunque hay estudios que encuentran que la tecnología y las habilidades son complementarias, la mayoría son incapaces de cuantificar el impacto agregado del cambio tecnológico.

En segundo lugar, se han propuesto otras teorías para explicar la menor demanda de trabajadores poco cualificados, incluyendo la mayor competencia de países de salario bajo y los cambios nacionales en los mercados de trabajo y de producto. Como ya hemos comentado es difícil identificar por separado los impactos de estos distintos efectos y además hay controversias sobre la mejor forma de evaluarlos.

Por último, algunos afirman que hay falta de consistencia en la explicación del cambio tecnológico sesgado hacia la habilidad, y citan como ejemplo los niveles relativamente bajos de crecimiento de la productividad y la falta de aumento de las diferencias entre sueldos en algunos países.

Entre las teorías que intentan explicar la menor demanda de trabajadores poco cualificados, la más relevante es la que se basa en la mayor competencia de naciones con una abundante mano de obra poco cualificada de salario bajo.

**** OCDE (1996³): *Technology and Industrial Performance*, Paris, 1996.

Otras teorías están relacionadas con los cambios en los mercados de productos y de trabajo durante los 80.

En relación a los mercados de trabajo, la filiación a sindicatos descendió de forma notable en los Estados Unidos y en el Reino Unido en el mismo periodo en el que el salario medio de los trabajadores cualificados subió más que los de los no cualificados. Otra teoría explicativa afirma que la causa está en la mayor competencia de los mercados de productos en todos los países de la OCDE.

Sin embargo, el tema más debatido se relaciona con la incidencia del comercio. Aunque este aspecto se va a tratar en el siguiente capítulo, merece la pena aquí resumir algunos aspectos. El argumento es que el comercio con países que son relativamente ricos en trabajo no cualificado va a reducir la demanda de trabajadores no cualificados, y a aumentar la de los cualificados en el mercado de trabajo nacional. De esta forma, el efecto del comercio con países de sueldos bajos y escasas habilidades sería similar al del cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades.

Esta teoría tiene fuerza desde el punto de vista intuitivo, y se ha hecho popular sobre todo debido al hecho de que el comercio con países de sueldo bajo ha aumentado fuertemente en las últimas dos décadas. En 1990, el 12% de las importaciones a los países de la UE procedía de países que no pertenecen a la OCDE, mientras que en Estados Unidos la cifra llegaba hasta el 35%. En 1970 en cambio las cifras eran el 5 y el 12% respectivamente.

Como ya se desarrolla con cierta extensión más adelante, este debate sobre la incidencia del comercio sobre los trabajadores cualificados y los no cualificados se ha centrado sobre todo en los Estados Unidos, pues tiene una cuota de comercio con países de salario bajo más alta que Europa.

Aquí tan sólo me gustaría recordar en primer lugar que los que opinan que el comercio tiene un efecto relativamente pequeño sobre los sueldos o sobre el empleo incluyen a Lawrence y Slaughter (1993) y Krugman (1995) en los Estados Unidos, Goux y Maurin (1996) en Francia y la OCDE (1994b) para un conjunto más amplio de países industrializados, (aunque el trabajo de la OCDE sí encuentra un impacto relevante en algunos sectores intensivos en trabajo de baja tecnología).

Los que opinan que el comercio tiene un impacto más importante sobre los trabajadores poco cualificados son Sachs y Schatz, (1994) y Freeman (1995). Sin embargo, entienden que a pesar de tener una incidencia relevante, el comercio no puede explicar la mayor parte del descenso en la demanda de trabajadores no cualificados. En el otro extremo Wood, (1995), afirma que la mayor parte de los estudios infravaloran los efectos del comercio y que en la realidad el comercio sí es responsable de una cantidad significativa del descenso en la demanda de trabajadores no cualificados.

En segundo lugar, me gustaría aportar tres reflexiones sobre la relación entre el comercio y la tecnología y sobre el peso respectivo que cada uno de estos factores puede tener a la hora de explicar el descenso de la demanda de trabajadores no cualificados.

La primera es que aunque es difícil estimar el impacto del comercio en los trabajadores no cualificados, la mayoría de los investigadores no piensan que el comercio, especialmente el comercio con países de salario bajo, sea responsable de la mayor parte del descenso de la demanda de trabajadores poco cualificados. Por otro lado, tampoco piensan que su efecto sea cercano a cero.

Aunque los que argumentan que los efectos del comercio no son grandes citan a muchas razones, hay uno que parece bastante evidente: *el tamaño*. Aunque el comercio con los países menos desarrollados ha aumentado, sigue siendo una pequeña parte del PIB de los países desarrollados. Además, aún en el caso en el que aumentase el comercio de bienes fabricados procedentes de estos países, el impacto no puede ser demasiado grande en una economía cada vez más dominada por el sector de bienes no comercializables.

En este punto merece la pena comentar un reciente trabajo⁷ del FMI (Slaughter y Swagel 1997), que recoge los trabajos recientes sobre el impacto del comercio sobre los sueldos. También incluye a los trabajos sobre el impacto de la mayor movilidad del capital, la deslocalización de la producción a otros países o la mayor movilidad de la fuerza de trabajo. El estudio concluye que a pesar de las amplias diferencias metodológicas entre los trabajos recogidos, *los resultados empiricos coinciden en que el comercio representa de un 10 a un 20% de los cambios en los sueldos y en la distribución de los ingresos de los países avanzados*

En cuanto a otros factores como la mayor movilidad de capital, la deslocalización de la producción a países de sueldo bajo, o la inmigración, los efectos sobre los mercados de trabajo parecen haber sido modestos.

Los estudios recogidos en el trabajo del FMI no cuestionan el hecho de que el proceso de globalización no de lugar a una mayor sensibilidad de los sueldos y del empleo a shocks externos, contribuyendo de esta forma a la inseguridad laboral.

Sin embargo, la mayoría llega a la conclusión de que la influencia más importante de los mercados de trabajo en los 80 y 90 ha sido un desplazamiento de la demanda desde los trabajadores no cualificados a los cualificados. *Desplazamiento que ha sido impulsado por la tecnología y que ha dado lugar a una mayor desigualdad de sueldos o a un mayor desempleo entre los poco cualificados.*

Sin embargo, en la practica parece difícil separar de forma empirica el impacto de la tecnología de la globalización u otros factores. El cambio tecnológico y la globalización son en definitiva dos procesos que se refuerzan mutuamente.

La segunda reflexión se relaciona con la forma de abordar la relación entre la tecnología y comercio. Puede ser que parte del debate se origine como consecuencia de una aproximación a estos dos factores como si ellos fueran independientes. En realidad no lo son.

La influencia de la tecnología en sectores en los que un país tiene una ventaja comparativa es considerable, por lo que la tecnología afecta a los bienes que exporta y a

⁷ Slaughter, M. y P. Swagel, *The Effect of Globalisation on Wages in the Advanced Economies*, IMF, Working Paper, 97/43, Abril 1997.

los que importa. A medida que la tecnología cambia en un país, la ventaja comparativa de sus sectores económicos puede cambiar, así como la ventaja comparativa de los sectores de otros países. Además, el comercio puede acelerar el ritmo de innovación tecnológica, por lo que puede acelerar la reducción de trabajo no cualificado. Esto nos recuerda que el cambio tecnológico se acelera con la competencia, proceda esta de fuentes nacionales o internacionales.

La tercera reflexión sobre el debate comercio – tecnología es que ya que tanto el comercio como la tecnología pueden tener un efecto similar sobre los trabajadores poco cualificados, pueden ser apropiadas las mismas medidas de política económica, independientemente de cual de los dos factores es el que tenga mayor peso a la hora de reducir la demanda de trabajadores no cualificados.

Aunque el debate se ha centrado en el comercio y la tecnología, algunos autores han examinado otros factores, tales como los cambios en la negociación colectiva o en la afiliación a los sindicatos, o en la inmigración, o los cambios en los regímenes políticos (Cotis *et al.* 1996).

Alguno ha observado que tanto el Reino Unido como los Estados Unidos, dos países con fuertes aumentos en la dispersión de sueldos, han sufrido una fuerte reforma de imposición fiscal y de ingresos a lo largo de los 80. Como es difícil estimar los efectos de este tipo de factores, las opiniones varían en cuanto al peso que han tenido. Sin embargo, ninguno de ellos ha aportado investigación lo suficientemente concluyente que demuestre que el impacto de cualquiera de estos factores sea importante.

6) El Aprendizaje para toda la vida:

Una de las conclusiones más claras de este capítulo es que hay una evidencia abrumadora sobre la complementariedad entre habilidades de los trabajadores y nuevas tecnologías. Como ya hemos comentado, el término habilidades es un concepto multidimensional, ya que la mayoría de los trabajos requieren muchas habilidades para su correcto desempeño. Incluye capacidades físicas, cognitivas e interpersonales.

En los trabajos empíricos, los investigadores a menudo usan aproximaciones basadas en la educación y en la ocupación. La educación normalmente se divide en términos de años de escuela o del grado final obtenido, y no se suele ajustar por la calidad. Aunque las ocupaciones a veces proporcionan más información sobre las habilidades exigidas a los trabajadores, las medidas varían considerablemente entre los países, y pueden ser ambiguas.

Como ya hemos visto, los estudios de nivel micro demuestran que hay una fuerte relación entre el nivel educativo y el rendimiento económico. Los partidarios de la teoría del capital humano afirmarían que la mejor experiencia laboral de los trabajadores más educados es debida al hecho de que la educación proporciona habilidades, competencias y conocimiento que mejoran la productividad.

Sus críticos en cambio afirman que los empresarios prefieren contratar a más personas educadas, no tanto por el hecho de que la educación mejore la productividad, como por que el nivel educativo sirve como un instrumento de filtro, que permite seleccionar a individuos que son por su propia naturaleza más productivos, o que tienen mayores probabilidades de triunfar en puestos de trabajo de alta productividad.

Se han realizado estudios econométricos para probar si la educación es una inversión en capital humano o si tan sólo actúa como un mecanismo de filtro. Si las funciones de ingresos revelan que la correlación entre ingresos y habilidades cognitivas es más alta que la correlación entre ingresos y habilidades naturales, esto serviría para apoyar a los partidarios de la teoría del capital humano, ya que las habilidades cognitivas se adquieren sobre todo por medio de la educación y la formación.

El estudio más completo realizado hasta la fecha es el de Boissiere, Knight and Sabot*. Sus análisis revelaban que los retornos directos, (en términos de ingresos), a la capacidad de razonamiento eran bajos, los del número de años de escuela moderados, y los de la capacidad de leer y escribir y realizar operaciones aritméticas básicas eran altos. Estos resultados, junto a otros que recoge Psacharopoulos**, sugieren que la educación juega un papel significativo en la formación del capital humano, que es más importante que su función de selección, y que contribuye a aumentar la productividad de los individuos y la mejorar el rendimiento económico tanto a nivel de empresa como a nivel nacional.

* Boissiere, M., Knight, J and Sabot, R. *Earnings, schooling, ability and cognitive skills*, American Economic Review, Vol. 75, pp. 1016-1030, 1985.

** Psacharopoulos, G. *Returns to investment in education: a global update*, World Development, Vol. 22, pp. 1325-1343, 1994.

Por otro lado, y como se desarrolla en otros apartados, las tecnologías de la información están transformando la naturaleza del trabajo y la organización de la producción.

La producción masiva va desapareciendo en provecho de una producción más diferenciada. La tendencia a la larga de desarrollo del trabajo asalariado permanente, es decir, de jornada completa y duración indefinida, parece invertirse. Las relaciones de producción y las condiciones de empleo cambian. La organización de la empresa evoluciona hacia una mayor flexibilidad y descentralización. La búsqueda de la flexibilidad, el desarrollo de cooperaciones en red, el aumento del uso de la subcontratación y el desarrollo del trabajo en equipo son algunas de las consecuencias de la penetración de las tecnologías de la información.

Pero las tecnologías de la información, al tiempo que facilitan la descentralización de tareas, las coordinan en redes interactivas de comunicación en tiempo real, que funcionan tanto entre continentes como entre despachos de una misma planta. El resultado es, a la vez, una mayor autonomía individual del trabajador en la organización de su actividad y una percepción menos buena del marco general de esta actividad. El efecto de las nuevas tecnologías es doble: por un lado, aumentan sensiblemente el papel del factor humano en el proceso de producción y, por el otro, hacen al trabajador más vulnerable a las transformaciones de la organización del trabajo, pues se convierte en un simple individuo confrontado a una red compleja.

Las tecnologías de la información penetran de manera masiva tanto en las actividades vinculadas con la producción como en las relativas a la educación y formación. En este sentido, producen un acercamiento entre las "maneras de aprender" y las "maneras de producir". Las situaciones de trabajo y las situaciones de aprendizaje tienden a acercarse, si no a ser idénticas desde el punto de vista de las capacidades movilizadas.

Como veremos en otros apartados, esta mutación vinculada a las tecnologías de la información tiene repercusiones económicas y sociales más generales: desarrollo del trabajo individual autónomo, actividades terciarias y nuevas fórmulas de organización del trabajo, llamadas "cualificantes", prácticas de descentralización de la gestión, horarios variables.

En el futuro, el individuo deberá cada vez más comprender situaciones complejas que evolucionan de manera imprevista, pero cuyo control debería ser mayor, a pesar de todo, gracias a los progresos de la ciencia. Cada uno se verá confrontado a una variedad creciente de objetos físicos, de situaciones sociales, de contextos geográficos o culturales. Se someterá finalmente, a una profusión de informaciones fragmentarias y discontinuas que recibirán un gran número de interpretaciones y análisis parciales.

En ese mundo parece cada vez más esencial el desarrollo de una cultura general que permita captar el significado de las cosas, comprender y emitir un juicio. Afirmaba Henry Rosovsky⁷ profesor de Economía y Ex Decano de la Facultad de Artes y

⁷ Henry Rosovsky: *La Universidad del Siglo XXI: problemas actuales, misión cambiante y posibles soluciones*, Conferencia pronunciada en el Paraninfo de la Facultad de Filosofía y Letras -A- de la Universidad Complutense, 8 de mayo de 1996.

Ciencias de la Universidad de Harvard, que una persona educada ha de estar formada en el pensamiento crítico, debe ser capaz de escribir, comunicarse y pensar con eficacia. Implica además que dicha persona debe poseer una apreciación crítica de la forma en que obtenemos conocimientos sobre nuestra sociedad, sobre nosotros mismos y sobre nuestro universo. Asimismo supone que tal persona debe mantener al día un cierto nivel de conocimientos bien fundados acerca de los métodos matemáticos y experimentales usados por las ciencias físicas y biológicas, de los métodos históricos y cuantitativos utilizados para comprender la sociedad moderna, así como de algunas de las grandes disciplinas tradicionales del pasado: religión, filosofía, literatura y artes. En tercer lugar, una persona educada no debe mantenerse en la ignorancia de otras culturas y de otros tiempos. Tiene que existir un marco de referencia al mundo en toda su amplitud y a las fuerzas históricas que han modelado el presente de nuestras sociedades. En cuarto lugar, esta persona también precisa de cierto grado de formación sistemática relativa al discernimiento ético y moral, puesto que esta formación no es algo que se adquiera de forma natural. Y por último, debe contar con profundos conocimientos en un determinado campo. En otras palabras, debe contar con cierto grado de especialización además de un conocimiento general.

Esta formación general parte de una concepción de la educación cuya misión fundamental es ayudar a cada individuo a desarrollar todo su potencial y a convertirse en un ser humano completo, y no en una herramienta para la economía. De esta forma, la adquisición de los conocimientos y de las competencias debe acompañarse de una educación del carácter, de una apertura cultural y de un despertar a la responsabilidad social.

Entre los objetivos más importantes de esta formación general están la de desarrollar la comprensión y la creatividad, el juicio y la decisión, y la capacidad para captar el significado de las cosas.

Por otro lado, el desarrollo de esta formación general sería tan sólo una parte del esfuerzo de mejora educativa. La otra parte se centraría en el desarrollo de las aptitudes para el empleo y la actividad. El desarrollo de estos temas será planteado con mayor profundidad en el capítulo dedicado a la Sociedad Cognitiva. Aquí tan sólo interesaba dejar clara la idea de que las tecnologías de la información están dando lugar a transformaciones tan rápidas en la naturaleza del trabajo y de los procesos productivos, que están haciendo que el aprendizaje para toda la vida sea cada vez más importante para el desempeño y para la capacidad de adaptación de los trabajadores del futuro. Qué conocimientos y aptitudes serán necesarias, y cómo hacerlo serán aspectos tratados más tarde.

7) Conclusiones:

La primera conclusión es que la evidencia de que las habilidades de los trabajadores y las nuevas tecnologías *son complementarias* es abrumadora, ya que procede de una gran variedad de fuentes, usa distintas metodologías, y describe a muchos países.

Una razón que explica esta complementariedad es que los trabajadores cualificados tienen mayor capacidad para incorporar a nuevas tecnologías. Otra es que las empresas elevan las habilidades de sus trabajadores para ser capaces de incorporar nuevas tecnologías. Otra es que es más probable que los trabajadores cualificados sean los elegidos para usar la nueva tecnología.

La forma en la que las nuevas tecnologías afecta a los trabajadores varía dependiendo de los mercados de trabajo. Por ejemplo, en países con salarios flexibles tales como Canadá, Reino Unido o Estados Unidos, los trabajadores que usan nuevas tecnologías disfrutan de una prima en su sueldo. En otros países como Francia, la prima al sueldo puede ser menos significativa. Sin embargo, los trabajadores más cualificados son elegidos para usar la tecnología avanzada, y por lo general disfrutan de mayor estabilidad en el empleo.

En segundo lugar, hay buenas razones para creer que *el cambio tecnológico ha sido un factor importante a la hora de reducir la demanda de trabajadores poco cualificados*.

Sin embargo, la intensidad de este efecto sigue siendo tema de debate. Aunque la evidencia directa no es demasiado fuerte, (lo cual no es sorprendente dadas las considerables barreras empíricas), hay una considerable cantidad de evidencia indirecta.

Lo que parece claro es que hay varios factores que están funcionando de forma simultánea. De ellos, probablemente el segundo en importancia sea la mayor competencia procedente de países de sueldo bajo. Su importancia puede haber sido infravalorada en el pasado y puede crecer en el futuro. Sin embargo, en este punto es importante tener presente que el comercio y la tecnología están fuertemente interrelacionados.

Aunque es muy difícil predecir las exigencias de habilidades que se van a necesitar en el futuro, *hay razones para pensar que las perspectivas de empleo de los trabajadores poco cualificados de los países desarrollados no son especialmente brillantes*.

En primer lugar, los cambios tecnológicos todavía tienen que desplegar todo su impacto. Las empresas tan sólo están empezando a cambiar sus estructuras como resultado de las tecnologías de la información. Los países están gastando más en tecnologías de la información que en cualquier otro momento de su historia, y la mayoría de los estudios demuestran que las tecnologías de la información favorecen a los trabajadores que están más cualificados. A medida que estas tecnologías alcanzan todo su potencial, los trabajadores menos cualificados pueden ser afectados negativamente de forma desproporcionada.

En términos de la competencia procedente de países menos desarrollados, hay que tener en cuenta varios aspectos. En primer lugar, a medida que el comercio con países menos desarrollados continúa creciendo, los sectores en los que los países avanzados tienen una ventaja comparativa, los sectores de alta cualificación, se beneficiarán más que los de menor cualificación. Como el capital tiene cada vez mayor movilidad, los países de sueldos y habilidades bajos continuarán ejerciendo presión sobre los trabajadores menos cualificados de los países avanzados. Las empresas localizarán su producción en el extranjero con cada vez mayor frecuencia, lo que reprimirá los aumentos de sueldos de los trabajadores menos cualificados. Sin embargo, a largo plazo, a medida que la tecnología aumenta la productividad en los países menos desarrollados, los sueldos en estos países también subirán.

Es también posible que a largo plazo la polarización de los trabajadores cualificados y los que no lo son se reducirá. En primer lugar hay fuertes incentivos económicos para desarrollar tecnologías que reducen la demanda de trabajo de altos salarios: una aplicación de software relevante en este caso son los sistemas expertos. En segundo lugar, las ocupaciones de altos salarios proporcionan incentivos para que los trabajadores adquieran las habilidades que necesitan. Si los sueldos de los gestores de redes informáticas suben, cada vez habrá más gente que adquiera este tipo de habilidades necesarias para esta profesión, con lo que los sueldos relativos de este grupo ocupacional bajarán. A medida que sube la oferta de trabajadores cualificados, la oferta de trabajadores poco cualificados se reducirá, aumentando de esta forma sus sueldos.

Este cambio en la oferta en respuesta al cambio en la demanda puede ser lento, y la fuerza de trabajo puede necesitar años para adaptarse a este entorno cambiante. Por otro lado, no hay garantías de que la parte de la fuerza de trabajo que no es capaz de adaptarse a las nuevas habilidades no quede excluida. En este sentido, *parece importante que los gobiernos faciliten este proceso, y en particular que se adopten formas eficaces para conseguir que los trabajadores de ocupaciones de escasa cualificación adquieran las habilidades necesarias.*

En un entorno competitivo global en el que la tecnología puede cambiar rápidamente las habilidades que son demandadas, *son necesarios sistemas que proporcionen con velocidad las nuevas habilidades a los trabajadores que las necesitan.* Si estos sistemas se establecen con eficacia, además de proporcionar acceso a la adquisición de habilidades, el cambio tecnológico ocurrirá más rápidamente y los estándares de vida aumentarán.

Aunque la necesidad de estas políticas es clara, hasta ahora ha sido difícil aplicarlas, en parte por la razón de que tanto la tecnología como las habilidades son endógenos: *la selección de las tecnologías a aplicar o desarrollar depende de las habilidades, y las habilidades demandadas dependen de la tecnología.*

En este sentido, parece claro que las políticas dirigidas a promover la adopción de tecnologías que no hayan hecho previamente un esfuerzo para elevar el nivel educativo de la fuerza de trabajo pueden no llegar a tener el efecto deseado. En este sentido, *las políticas que persigan la promoción de la difusión de la tecnología*

deberían estar coordinadas con políticas que promuevan el desarrollo del capital humano adecuado.

Las políticas más apropiadas van a depender de una serie de factores. En los países con mercados de trabajo externos relativamente fuertes, se ha visto como aumentaba la dispersión de sueldos entre trabajadores cualificados y no cualificados, y en general existe la preocupación que los trabajadores que no son elegidos para beneficiarse de la nueva tecnología van a ser colocados en puestos de trabajo mal pagado, de baja tecnología. Este tipo de trabajadores pueden no tener los medios para adquirir las habilidades necesarias para mejores puestos de trabajo (es lo que se conoce como la trampa de los salarios).

En países con mercados internos de trabajo internos fuertes, las empresas van a perder incentivos para contratar a trabajadores con escasa cualificación, ya que son menos capaces de adaptarse a las nuevas tecnologías. Las consecuencias a largo plazo podrían ser negativas. Las empresas con alta tecnología son las empresas que pagan buenos sueldos, gastan más en formación, y son más propensas a innovar en el futuro. Las políticas que impidan que este tipo de empresas entren en mercados o que expandan su empleo serán políticas que impidan el progreso y el crecimiento de los salarios.

Es difícil saber cuáles son los programas más eficaces a la hora de proporcionar a los trabajadores las habilidades necesarias. El equilibrio entre trabajadores cualificados y no cualificados ha cambiado significativamente. Por otro lado, los cambios en los sueldos relativos y en el empleo entre trabajadores cualificados y no cualificados ha variado entre los países.

Es importante entender la forma en la que los distintos países han gestionado la educación y la formación profesional de sus trabajadores, y la forma en la que los sistemas educativos y formativos pueden ser reformados para responder mejor a las futuras demandas de habilidades. En estos momentos, la mayoría de los países no tiene una estrategia clara y bien definida para realizar cambios en educación y formación. En realidad, en estos momentos parecen estar en un periodo de experimentación, adoptando distintas formas de vincular la educación y el aprendizaje de una forma más adaptada a las necesidades del trabajo, mientras que a la vez están intentando proporcionar la formación necesaria para el aprendizaje continuo.

En las empresas, un amplio espectro de nuevas técnicas está apareciendo, muchas de las cuales se podrían calificar como aprendizaje "just in time"; aprendizaje que a la vez que proporciona entrenamiento, amplía la base de conocimiento del trabajador en una forma que se vincula directamente a las nuevas características de las operaciones de producción.

La educación, la formación y el aprendizaje en general están desplazándose gradualmente *hacia el aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida*. Esto incluye el aprendizaje "just in time", opciones de formación profesional más amplias, educación que promueve la profundidad y la perspectiva en los empleados, y actitudes que favorecen la iniciativa empresarial.

Capítulo 5 La globalización

La incidencia del comercio internacional sobre los mercados de trabajo

1) Introducción:

En los 50 años transcurridos desde la Conferencia de Bretton Woods se han producido importantes cambios en la economía mundial. El comercio de bienes y servicios y las transacciones financieras han crecido extraordinariamente, produciendo una mayor integración de los mercados. La incorporación progresiva de las antiguas economías de planificación centralizada al sistema internacional y la apertura de las economías latinoamericanas en los años ochenta, no han hecho más que reforzar esta tendencia a la globalización económica.

Esta tendencia a la integración económica, ha llevado a afirmar a algunos expertos que los Estados nacionales han perdido la autonomía en la fijación de la política monetaria, y nada tienen que hacer más que integrarse voluntariamente en el sistema mundial y seguir con el menor costo social y humano posible sus dictados.

Por otro lado, se ha argumentado que el aumento de las importaciones procedentes de los países en desarrollo está provocando un aumento del desempleo en América y Europa. Algunos consideran que la competencia de esos países es injusta, pues los trabajadores allí son explotados con salarios bajos y pésimas condiciones laborales. Los pesimistas llegan a afirmar que, a menos que las industrias del primer mundo se protejan contra el "dumping social", los trabajadores de los países desarrollados tendrán que elegir entre condiciones de trabajo del tercer mundo o desempleo.

Este apartado voy a iniciarlo con un breve comentario sobre las posibles formas en que la mayor integración de los mercados de capitales han afectado al margen de maniobra de los gobiernos nacionales para influir sobre la actividad económica en su territorio. No quisiera extenderme en esta cuestión, pues la desarrollo con mayor extensión en el capítulo en el que trato sobre las formas en las que la difusión de las tecnologías de la información en general, y la banca por Internet en particular, están incidiendo en los mercados internacionales de capital.

A continuación plantearé algunas reflexiones sobre la naturaleza y la magnitud de la influencia del fenómeno que se conoce actualmente como "globalización" sobre el mercado de trabajo nacional.

Mientras que por globalización me refiero en el primer apartado a la fuerte integración que se ha producido en los mercados de capital como consecuencia de la innovación y la desregulación financiera, en el segundo utilizo el término, en un sentido más restringido, para describir la fuerte expansión del comercio y de la inversión directa internacional, (en países con un nivel de vida inferior al nuestro), que se ha dado en los últimos veinte años.

2) El impacto de la integración de los mercados financieros sobre la autonomía de los gobiernos nacionales.

Un primer indicador de la capacidad de control del estado sobre la economía es la fracción de los ingresos de un país que un gobierno gasta. Este porcentaje varía mucho según el país: En Estados Unidos llega al 33% del P.N.B. en Alemania el 49%, Singapur el 20% mientras que Suecia llega al 68%. Estos promedios revelan enormes diferencias en la filosofía económica de cada país: en el tamaño del Estado de Bienestar, en el grado de redistribución por medio de impuestos, en las relaciones laborales, y en la propiedad y/o regulación de los monopolios naturales

Si la mayor integración económica hubiese producido una erosión del control del Estado en la economía, esta se hubiese reflejado en una gradual disminución de este indicador. Sin embargo, desde 1980 la ratio de gasto público ha aumentado, en promedio, desde un 36% a un 40% en todos los países de la OCDE.

La globalización parece haber influido decisivamente en cambio en la toma de decisiones en política económica.

2.1) El control de la política monetaria.

Aunque los bancos centrales todavía pueden fijar los tipos de interés, afectando de esta forma a crecimiento y a la inflación, parece claro que la desregulación financiera y la innovación han hecho su labor más difícil. A medida que los ciudadanos diversifican sus formas de ahorro, las diferentes mediciones de dinero envían señales distintas. Por ejemplo, el crecimiento en un 11.6% de M1 en Estados Unidos parecía indicar que la inflación estaba a punto de despegar, mientras que el pequeño aumento en la M2 parecía indicar una ralentización.

Ante esta confusión, los bancos centrales de las grandes economías (con la excepción de Alemania), han decidido abandonar los objetivos monetarios formales. A la hora de fijar su política monetaria los bancos centrales se ven obligados a considerar una gama de indicadores económicos y financieros más amplia, lo que requiere un análisis más sofisticado.

Por otro lado, la eliminación de techos a la fijación de los tipos de interés sobre los depósitos de la banca privada ha restado precisión a la política monetaria de los bancos centrales. Para influir ahora en la demanda de la economía, el banco central necesita de un aumento más importante en los tipos para alcanzar un determinado resultado en el gasto. Por otro lado, la creciente apertura de la economía ha ocasionado que el tipo de cambio cobre importancia en la política monetaria. Si una subida en los tipos de interés presiona al alza al tipo de cambio, esta subida puede reforzar el efecto de la política monetaria, aunque los resultados pueden ser imprevisibles.

El uso de opciones, futuros, "swaps" y otros instrumentos financieros también pueden haber influido en la política monetaria al reducir la sensibilidad de las firmas que los utilicen ante cambios en los tipos de interés.

Un reciente estudio⁴ concluía que estos nuevos instrumentos podían retrasar el impacto de los cambios en los tipos de interés durante la duración de los contratos, pero que no podían eliminarlo. En definitiva, el efecto de la desregulación y la innovación financiera ha sido provocar que el impacto de los cambios en los tipos de interés sea menos preciso que en el pasado, y que el margen de error sea mayor.

2.2) El control de la política fiscal.

En una economía cerrada, si un gobierno aumenta su déficit público debe pagar tipos de interés más altos para conseguir que los inversores nacionales compren más bonos. Sin embargo, una vez que los gobiernos tienen acceso a los mercados internacionales, pueden conseguir dinero más barato, pues una pequeña subida en los tipos de interés atraerá inmediatamente a fondos extranjeros. A nivel mundial, unos déficits públicos más altos tenderán a subir los tipos de interés reales, pero el castigo nacional en cambio es menor. No es ninguna coincidencia que la deuda del sector público haya aumentado, y que los tipos de interés reales hayan subido, a medida que los mercados internacionales de capital se integraban en las dos últimas décadas. Hasta 1974, la deuda total del sector público medida en relación a su producto nacional bruto bajó gradualmente en los países de la OECD. Desde entonces ha aumentado de un 15 a un 40% del P.N.B.

Bajo el sistema de Bretton Woods, los tipos de cambio fijos y las restricciones a los flujos financieros implicaban que los déficits en la cuenta corriente tenían que ser financiados por las reservas oficiales. Esto hacía que los gobiernos no pudiesen permitirse déficits importantes. Antes de que las reservas se agotaran, los gobiernos tenían que ajustar la política fiscal para equilibrar la cuenta corriente. El aumento en la movilidad de capital ha eliminado esta restricción, permitiendo que los déficits fiscales y de cuenta corriente se mantengan durante más tiempo.

En este sentido, se puede afirmar que los mercados han posibilitado que algunos gobiernos gasten mucho. Si, por ejemplo, el gobierno americano hubiese tenido que financiar el fuerte déficit público de principios de los ochenta recurriendo exclusivamente al mercado nacional, se hubiese visto obligado a subir mucho más los tipos de interés o haber aumentado la oferta monetaria, de tal modo que hubiese dado lugar a un aumento en la inflación. En cambio, se permitió utilizar los mercados financieros internacionales para financiar su enorme déficit fiscal y comercial.

Todo esto parece debilitar la proposición que afirma que los gobiernos han perdido poder económico frente a los mercados. Sin embargo, la evidencia reciente sugiere que los mercados al final retoman el control. Después de permitir que los gobiernos amontonen deudas durante años, los mercados deciden de repente que ya se ha sobrepasado el límite, y se convierten en supervisores que exigen una compensación más alta frente al mayor riesgo de inflación o de quiebra.

En el pasado, los gobiernos que estuviesen muy endeudados intentaban escapar a sus obligaciones subiendo la inflación, con el objetivo de erosionar el valor real de su

⁴ BIS. Macroeconomic and Monetary Policy Issues Raised by the Growth of Derivative Markets. . November 1994.

deuda. Sin embargo, este truco ya no es posible ya que los inversores suben los rendimientos de los bonos (aumentando de esta forma el servicio de la deuda), en cuanto sospechan que la inflación va a subir.

Por supuesto que la globalización ha reducido la capacidad de los gobiernos para subir los impuestos, especialmente sobre las grandes empresas. Las multinacionales con inversiones globales pueden deslocalizar a aquellos países con regímenes fiscales más atractivos.

Pero la verdadera cuestión es si, a pesar de todo, los gobiernos todavía pueden utilizar la política fiscal con eficacia. ¿Puede un gobierno estimular la demanda mediante la expansión del gasto, en el caso en el que entre en recesión, sin que la supervisión de los mercados se lo impida? El impacto sobre la producción de este tipo de estímulo dependerá de cómo afecte a los rendimientos de los bonos, lo que dependerá a su vez de lo que los agentes opinen que es una política fiscal sostenible.

Si la deuda del sector público de un país es ya importante y está aumentando, entonces, un modesto aumento en la deuda pública puede dar lugar a un fuerte aumento en los tipos de los bonos, neutralizando el impacto sobre la demanda del estímulo inicial. A medida que la deuda pública continúa subiendo, se puede ir creando un círculo vicioso: un aumento en los tipos de interés aumenta el servicio de la deuda, lo que a su vez aumenta el tamaño del déficit público, lo que a su vez empuja a los tipos de interés a subir aun más.

En este tipo de situaciones, lo mejor que los gobiernos pueden hacer es permitir que actúen los "estabilizadores automáticos". Esto significaría, en el caso de una recesión, permitir que suba el gasto en subsidios de desempleo y que bajen los ingresos por impuestos en la misma medida en que lo hacen la renta y el consumo; el proceso se invertiría en la siguiente fase del ciclo. Algunas simulaciones realizadas por la OCDE sugieren que los estabilizadores automáticos pueden reducir las fluctuaciones cíclicas en un promedio de un 40%.

En esa situación, una reducción en el déficit público podría tener en realidad un efecto expansivo, y no contractivo. Si los mercados financieros creen realmente que se harán recortes en el presupuesto, los propietarios de los bonos pueden exigir una menor compensación por el riesgo.

Una bajada en los tipos de interés a largo plazo estimularía a la actividad económica. El Fondo Monetario registró evidencia de este tipo cuando tanto Irlanda como Dinamarca realizaron fuertes recortes del presupuesto en los años ochenta. La deuda pública en estos dos países se encontraba en una dirección insostenible, presionando al alza la prima por riesgo de los tipos de interés. *Su recuperación sugiere que los recortes creíbles en el presupuesto pueden ayudar en determinadas circunstancias a convertir un círculo vicioso en uno virtuoso.*

3) El impacto del comercio internacional sobre los mercados de trabajo.

La preocupación por la competencia procedente de países de salario bajo es tan antigua como el comercio. Lo que es nuevo es el tamaño de la competencia; la nueva movilidad del capital y la tecnología; y el hecho de que cada vez más trabajadores del tercer mundo están bien educados y son capaces de utilizar las nuevas tecnologías. Se argumenta que la aparición de una masa de fuerza de trabajo educada, con salarios bajos y capaz de utilizar tecnología de primera clase, va a obligar a los países del norte a conformarse con salarios y condiciones de trabajo similares a los del tercer mundo.

Uno de los más críticos es *Maurice Allais*, premio nobel de economía en 1988, que ha publicado una serie de artículos en *Le Figaro*, en los que plantea que el libre comercio con los países en vías de desarrollo va a dar lugar a un desempleo masivo y a fuertes diferencias salariales, a medida que la producción y los empleos se van hacia países de salario bajo, debido al aumento en las importaciones o a una deslocalización masiva de empresas. Esto daría lugar a una explosión social en Europa. Para evitarla sugiere elevar los aranceles para frenar la competencia del tercer mundo.

3.1) Tipos de comercio internacional

Las distintas características del comercio entre países han sido analizadas teóricamente con modelos diversos que se adaptan a las circunstancias de cada caso. Si queremos establecer la relación teórica entre comercio y salarios, tenemos que diferenciar los modelos, es decir, los marcos teóricos en que se da esta relación, para poder estimar la fuerza de la asociación y la magnitud del influjo.

Tenemos en primer lugar el comercio *interindustrial*, en el que las exportaciones y las importaciones pertenecen a industrias diferentes: por ejemplo, el intercambio de cereales y ganado, (Argentina), por motores y equipos industriales, (Inglaterra). Este es el comercio colonial que dominó el siglo XIX y es también el comercio clásico que mejor estudió la teoría económica clásica y neoclásica. Para este comercio se estableció el principio de la *ventaja comparativa*, según el cual cada país debe especializarse y exportar el producto en que tenga ventaja comparativa. De esta manera conseguirá mayor productividad en el producto de exportación y podrá adquirir mayor cantidad del producto importado. Los países que comercian siguiendo esta regla se benefician mutuamente en cuanto cada cual va a consumir más- y a mejor precio - de las mercancías en que comercie. El principio establecido por David Ricardo en el siglo XIX (Ricardo, 1821) fue desarrollado por los economistas norteamericanos e ingleses después de la Segunda Guerra Mundial para fomentar la liberalización del comercio entre los países en otro tiempo beligerantes, no sólo en los campos de batalla sino también en las relaciones económicas, por la supresión de las prácticas proteccionistas y hostiles que habían dominado durante la década de los treinta y durante la guerra.

Para establecer la superioridad normativa del comercio libre, se trató de fundamentar el principio de las ventajas comparativas sobre una base más sólida que la de Ricardo. Así nació la teoría de Heckscher-Ohlin, como un conjunto de teoremas y un cuerpo de doctrina que sirvió como base intelectual para los esfuerzos de la diplomacia comercial de los años sesenta. Los esfuerzos se dirigieron a la liberalización y ampliación del comercio y se canalizaron por medio del Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) con sesiones o "rondas" de negociación, las más

famosas de las cuales fueron la Ronda Kennedy (1964-68) y la Ronda de Uruguay (iniciada en 1986) que aprobó la disolución del GATT y su transformación en la Organización Mundial del Comercio (1993). El desarrollo de la teoría de las ventajas comparativas está, pues, estrechamente ligado al crecimiento y liberalización de los intercambios en aquella época.

La teoría de Heckscher-Ohlin, desarrollada posteriormente por Samuelson, Abba Lerner, Harry Johnson y otros maestros de gran talla intelectual, hace depender la ventaja comparativa de un país de la abundancia relativa de factores de producción, (en comparación con los países clientes y proveedores). Combinando el concepto de "abundancia relativa de factores" con el de "intensidad en el uso de factores" en el contexto de dos países que intercambian dos productos, que ambos producen con la misma técnica y con dos factores de producción, llegan a la conclusión de que los países tienden a especializarse y exportar los productos que emplean intensamente el factor relativamente abundante. La raíz de la ventaja comparativa, en definitiva, reside en la dotación de los factores básicos de producción de que dispone un país. Esto vale, sobre todo, en el caso de un comercio en bienes que emplean muchos recursos naturales u originarios: tierra, trabajo cualificado y no cualificado, pero por eso mismo tiene sus limitaciones de aplicación.

Pronto se vio que la naturaleza del comercio que más crecía, el comercio en manufacturas entre países desarrollados, no respondía al tipo de comercio, básicamente interindustrial, de que trata el modelo de Heckscher-Ohlin. Estudios empíricos descubrieron que los países exportaban e importaban en gran medida productos de las mismas industrias, aunque fueran productos diferenciados. España, por ejemplo, exporta coches pero también los importa, y lo mismo se puede decir del acero, cemento, productos químicos, medicinas, aparatos eléctricos, electrodomésticos, armas, textiles y otras manufacturas. El *comercio intraindustrial*, como se llama este tipo de intercambios, no se puede modelar tan fácilmente con los modelos neoclásicos, porque en ellos no se dan los supuestos de la teoría: a) productos homogéneos, producidos con costos crecientes, b) competencia perfecta, c) inmovilidad de factores de producción y d) igual tecnología. Las manufacturas modernas se producen en industrias oligopólicas, es decir, con unas pocas empresas que dominan el mercado y producen bienes diferenciados (por lo menos con marcas diferentes), con tecnologías diversas (lo que supone frecuentemente una ventaja), y en cualquier lugar del mundo, lo que muestra la movilidad de los factores. Más aún, el comercio y la inversión directa son difíciles de distinguir, porque se dan íntimamente vinculados y reforzados.

Para modelar este tipo de comercio se han adoptado los modelos de la competencia imperfecta de Chamberlain y Robinson (Krugman, 1990 y 1994), que incluyen economías de escala internas de la empresa, hecho que constituye la base de la especialización y del patrón de comercio, en lugar de la ventaja comparativa. Los modelos implican también grandes simplificaciones, como suponer que: a) todas las empresas actúan como si fueran monopolistas puros, b) toman el precio de las demás como un dato inmutable, y c) son perfectamente simétricas, tienen la misma estructura de costos y, en equilibrio (cuando ya no entran más empresas en la industria), todas tienen el mismo precio. En realidad, la industria moderna funciona en régimen de oligopolio, con unas pocas grandes empresas que dominan una industria a nivel internacional, y que no pueden ignorar las repercusiones en los competidores de sus

propias decisiones, lo que les obliga a tener un comportamiento estratégico difícil de modelar.

Dentro de la categoría del comercio intraindustrial existe otra clase de transacciones que hacen entre sí las diversas plantas que una empresa multinacional tiene en distintos países. Una partida de motores de coche producidos en la Volkswagen de Hannover y enviados a la Seat de Martorell, son registrados en la aduana alemana de Hamburgo y en la española de Barcelona como exportaciones de Alemania e importaciones de España, respectivamente. Pero en realidad son transacciones internas de una empresa, la Volkswagen, que se rigen por las estrategias de la empresa con respecto a sus diversas plantas, pero no por las leyes del mercado.

Este tipo de comercio, *comercio intraempresarial*, no se explica ni por la ventaja comparativa ni por las economías de escala, sino por la estrategia específica y concreta de la empresa, que no se puede modelar de ninguna manera aceptable. Algunos estiman que este tipo de comercio puede representar hasta el 50% del comercio intraindustrial.

Estas distinciones son necesarias para diferenciar los marcos teóricos dentro de los cuales se intenta analizar el impacto del comercio sobre los mercados de trabajo. El análisis de este impacto es diferente según sea el modelo de comercio que se tome. Así, por ejemplo, en el caso del comercio interindustrial, el impacto sobre los salarios se puede analizar por medio del teorema de Stolper-Samuelson, que analiza el impacto del comercio sobre la distribución del ingreso en el interior de un país, y del teorema de la "igualación de los precios de los factores", que quita importancia a la situación geográfica de los factores. Para el comercio intraindustrial, la relación habría que buscarla más bien en el papel de los conocimientos, de la formación profesional, de la capacidad innovativa y del capital humano en la generación y mantenimiento de las ventajas comerciales basadas en economías de escala y de alcance, curvas de aprendizaje, innovación, etc. Este comercio tiende a elevar los salarios de los trabajadores más cualificados, cuya productividad ayuda a elevar, en detrimento del trabajo con menos cualificaciones, cuya productividad crece relativamente menos. En el comercio intraempresarial, que es un resultado de la inversión directa y el comercio juntos, el impacto sobre el mercado de trabajo puede ser discriminatorio contra la mano de obra menos cualificada localmente, en la medida en que se trasladan operaciones de la empresa intensivas en mano de obra menos cualificada a otros países donde la estructura salarial es inferior.

3.2) La evolución del mundo en vías de desarrollo:

A lo largo de los años se puede observar una tendencia hacia la aceleración del ritmo de desarrollo. La revolución industrial de los siglos XVIII y XIX fue un proceso lento si lo comparamos con las tasas de crecimiento actuales. Como hemos visto en otro apartado, gracias al progreso de las comunicaciones, la tecnología se difunde con mayor velocidad. Desde que la revolución industrial se inició, aproximadamente en 1780, Gran Bretaña necesitó cincuenta y ocho años para doblar sus ingresos reales per capita; Estados Unidos precisó cuarenta y siete años para conseguirlo, (empezando en 1839); Japón, treinta y cuatro, (iniciando su proceso en 1885); Corea del Sur lo ha conseguido en sólo once años (desde 1966); y recientemente China lo ha logrado en menos de diez.

Andrea Boltho^{*}, profesor de economía en Magdalen College, Oxford, señala en un artículo, que China ha sido la economía más grande del mundo durante la mayor parte de la historia. Tuvo la renta per capita más alta hasta alrededor de 1.500, y continuó siendo la de mayor tamaño hasta 1850, cuando fue sobrepasada por Gran Bretaña. Incluso en 1830 todavía representaba un 30% de la producción industrial total. Después de una ausencia de dos siglos, China está reapareciendo como uno de los gigantes económicos. Si su renta per capita crece de un 6 a un 7% durante los próximos quince años, aumentará su cuota en la producción mundial de un 4% en 1980, a un 15% en el año 2010. Tan importante como su tamaño global será su posición en el comercio internacional. En el momento actual es el onceavo exportador, lo que representa un 2.5% del comercio mundial, lo que todavía está lejos del 12.6% alcanzado por Estados Unidos.

La mejora en un ranking de países ordenados según el tamaño de su economía suele proporcionar ventajas. Ayuda a garantizar la seguridad militar y refuerza la posición negociadora en las relaciones comerciales multilaterales. Sin embargo, no implica necesariamente una mejora del nivel de vida, que depende más de las tasas absolutas de crecimiento que de las relativas. Estas dependen a su vez del crecimiento de la productividad, que es más fácil de conseguir en aquellos países que están expuestos a la competencia internacional. Por eso sería un error obsesionarse con el lugar que un país ocupa en el ranking internacional, pues podría llevar a sacrificar una mejora absoluta en el nivel de vida en aras de conseguir mantener una posición comparativamente superior en la escena internacional. Robert Reich solía preguntar a sus estudiantes si preferían que Estados Unidos creciese un 2% en los próximos diez años, a la vez que Japón lo hacía en un 3%, o que los dos países tuviesen una tasa del 1%.

Sorprendentemente los estudiantes preferían la segunda opción: querían que Estados Unidos mantuviese su liderazgo aun a costa de un menor crecimiento en sus propios niveles de vida.

De forma general, se podría afirmar que un mayor crecimiento en los países en vías de desarrollo no implica necesariamente que las tasas de crecimiento de los países desarrollados deban bajar. Lo contrario sería más probable. Entre 1870 y 1913, un periodo en el que la economía americana crecía dos veces más rápida que la británica, la cuota británica en la producción mundial cayó de un 32% a un 14%; la americana subió de un 23% a un 36%. Sin embargo, incluso en el momento en el que Gran Bretaña era sobrepasada, la tasa de crecimiento promedio del último cuarto de siglo no había sido menor que las del cuarto de siglo precedente, en la que todavía era líder. Si Estados Unidos no hubiese crecido tan rápido, es probable que la tasa de crecimiento de Gran Bretaña hubiese sido menor.

La expansión del comercio y de los flujos financieros entre el primer y el tercer mundo presenta muchas similitudes con el final del siglo XIX, cuando la inversión y el comercio se intensificaron entre Europa y los países del nuevo mundo tales como Estados Unidos, Argentina y Australia. A medida que la producción en esos países crecía, se creaban mercados para los productos europeos, y se conseguían altos rendimientos en las inversiones. Gran Bretaña solía tener unos superávits de la cuenta corriente que oscilaban entre el 8 y el 9% del P.N.B., cantidades que luego solía

^{*} Andrea Boltho: *China's Emergence: Prospects, Opportunities and Challenges*. Banco Mundial, 1995

reinvertir en bonos para financiar la construcción de ferrocarriles y otros proyectos en el extranjero. Ese conato de globalización fue abortado por dos guerras mundiales, la recesión, y el resurgimiento del proteccionismo en los años treinta.

También hay paralelismos con el período inmediatamente posterior a la segunda guerra mundial, cuando la renta per capita en Europa y Japón rápidamente alcanzó la de los americanos. En 1950 Estados Unidos representaba aproximadamente la mitad de la producción mundial, proporción que es más o menos similar a la que consiguen todos los países desarrollados en la actualidad. En 1996 no llegaba al 25%. Sin embargo, los americanos se han beneficiado enormemente a medida que sus socios comerciales se han enriquecido: la expansión de Europa y Japón en los años sesenta contribuyó al crecimiento más rápido de la renta per capita que hayan conocido en la historia. Los países desarrollados deberían disfrutar de un estímulo similar en los próximos años, a menos que no interrumpan sus vínculos comerciales con el mundo en vías de desarrollo.

Los modelos tradicionales de análisis de la economía mundial consideran a los países en vías de desarrollo como una parte periférica de la escena internacional, muy influida por las economías desarrolladas, pero demasiado poco importantes como para afectarlas. En el pasado la diferencia entre una disminución en un 2% en el crecimiento de la economía de Estados Unidos era crucial para las perspectivas del tercer mundo; sin embargo, para los países desarrollados era relativamente indiferente que la economía china variara su crecimiento en seis o siete puntos. A medida que el peso de las economías emergentes crece, y a medida que aumenta la integración de sus flujos financieros y comerciales, su impacto en el rendimiento de las economías desarrolladas va siendo más intenso.

Aunque se han realizado pocas investigaciones para cuantificar la escala de estas influencias mutuas, los modelos del Banco Mundial suelen estimar, de forma aproximada, que un aumento adicional en un 1 punto de la tasa de crecimiento anual de los países desarrollados va a impulsar en 0.7 puntos el crecimiento de los países emergentes. Las exportaciones de los países en vías de desarrollo suelen alcanzar un promedio de un 12% de su P.N.B. Los países ricos están en cambio menos afectados frente a evoluciones fuera de su área, ya que sus exportaciones a países emergentes no llegan al 4% de su P.N.B. De estos datos se podría estimar que un punto adicional en el crecimiento del tercer mundo estimularía al crecimiento de los países ricos en un modesto 0.2 %.

El cálculo es sin embargo bastante más complicado, pues la influencia económica que va de los países en vías de desarrollo a los desarrollados es de una naturaleza distinta a la que va en sentido contrario. Hay dos formas en las que el crecimiento en los países pobres puede afectar a los ricos: mayores mercados para sus exportaciones; y los efectos sobre la oferta derivados de una mayor competencia.

En el lado de la demanda, los países emergentes están cobrando cada vez más importancia como mercados para los bienes occidentales. El 42% de las exportaciones americanas, el 20% de las de Europa Occidental (que llegaría al 47% si el comercio dentro de la Unión Europea es excluido) y el 48% de las de Japón van ahora al tercer mundo o a países del este de Europa. Europa Occidental exporta dos veces más a los países en vías de desarrollo que a Estados Unidos y Japón juntos; y Estados Unidos exporta más a estos países que a Japón y a Europa Occidental. Como Asia e Hispano

América son los mercados de mayor crecimiento, es probable que aumenten estas cuotas.

De 1990 a 1993 las exportaciones americanas a los países emergentes crecieron en promedio un 12%, mientras que las dirigidas a otros países ricos sólo lo hicieron en un 2% anual. En el mismo periodo, los países del tercer mundo aumentaron sus importaciones en un 37%, mientras que sus importaciones sólo lo hicieron en un 22%. En otras palabras, por primera vez los países en vías de desarrollo estaban actuando como locomotora, ayudando a los países ricos a salir de su recesión de principios de los noventa.

En los ciclos económicos previos, el crecimiento de los países pobres había sido paralelo al de los ricos. Sin embargo, en la última recesión en el mundo desarrollado, los países en vía de desarrollo continuaron su expansión. Esto es debido en parte a que su demanda nacional aguantó bien; pero también es explicado porque una cuota creciente de sus exportaciones va a otros países en vías de desarrollo, por lo que no se ven tan afectados por la situación de la demanda en el mundo desarrollado. La proporción de las exportaciones asiáticas, (excluyendo las japonesas), que van a otros países asiáticos, creció de un 26% en 1986, a un 37% en 1992.

Hay también una diferencia importante entre el modelo de desarrollo seguido por algunos de los tigres asiáticos, como Taiwan, y el de las nuevas economías emergentes que parecen mucho más propensas a importar y menos inclinadas a acumular superávits comerciales. Estos países están más abiertos a las importaciones de lo que lo estaban Japón y los tigres asiáticos en una fase similar de su desarrollo. Por otro lado, dadas las altas tasas de retorno en las inversiones en países emergentes, tiene sentido que el capital fluya desde países ricos hacia estas economías.

Muchos de los pesimistas que temen la amenaza del tercer mundo parecen estar protestando por dos tendencias contradictorias. En primer lugar opinan que un aumento en importaciones baratas procedentes del tercer mundo va llevar a un déficit de la cuenta corriente en Occidente, lo que llevaría a pérdidas de empleo. En segundo lugar piensan que un flujo masivo de capital de países ricos a pobres va a exportar empleos. Esta posición refleja una mala comprensión de la forma en que funciona el comercio internacional. Si un país disfruta de un superávit en la cuenta corriente entonces debería, por definición, soportar un déficit en la cuenta de capital (soportaría una salida neta de capital). Es imposible que el tercer mundo disfrute a la vez de superávit en su cuenta corriente con Occidente y que drene capital de estas economías. Tiene que ser o uno u otro. En la práctica lo más probable es que el tercer mundo soporte un déficit en su cuenta corriente.

De cualquier forma, parece probable que las economías emergentes proporcionen mercados de rápido crecimiento para las exportaciones occidentales. Algunos economistas sugieren que las exportaciones de Estados Unidos a China y a India podrían crecer un 15% al año durante la próxima década.

A medida que los productores vayan siendo cada vez más dependientes de los mercados del tercer mundo, la evolución de estas economías ira teniendo cada vez más impacto sobre los países ricos. Pero a largo plazo, los efectos sobre la oferta serán más

importantes, aunque más difíciles de cuantificar. Las cuatro formas en que pueden afectar son las siguientes:

Mejora en los términos del comercio. Una productividad al alza en el tercer mundo reducirá el coste que los países ricos pagarán por sus importaciones, dando a los consumidores un empujón a su renta. Las importaciones de bienes de países no pertenecientes a la OCDE representan sólo el 4% del consumo nacional de Estados Unidos, y menos del 3.5% en la Unión Europea. En algunas industrias, sin embargo, este tipo de importaciones ya jugaba un papel significativo. Alrededor del 30% de la ropa comprada en Estados Unidos viene del tercer mundo, y un 22% de la de Europa. Para mostrar los beneficios para los consumidores que se derivan de importaciones más baratas, el precio medio de ropa y zapatos en Estados Unidos ha caído más de un 20% en términos reales en los últimos diez años.

Competencia. Más competencia procedente de productores del tercer mundo debería promover una asignación más eficaz de los recursos en los países ricos, aumentando así el crecimiento de la productividad.

Economías de escala. Mercados internacionales más grandes permitirán a las empresas explotar al máximo las economías de escala, al distribuir los costes fijos de forma más amplia, no solo en producción sino también en Investigación y Desarrollo. A cambio, los mayores rendimientos que se derivarían de la innovación deberían acelerar el progreso tecnológico.

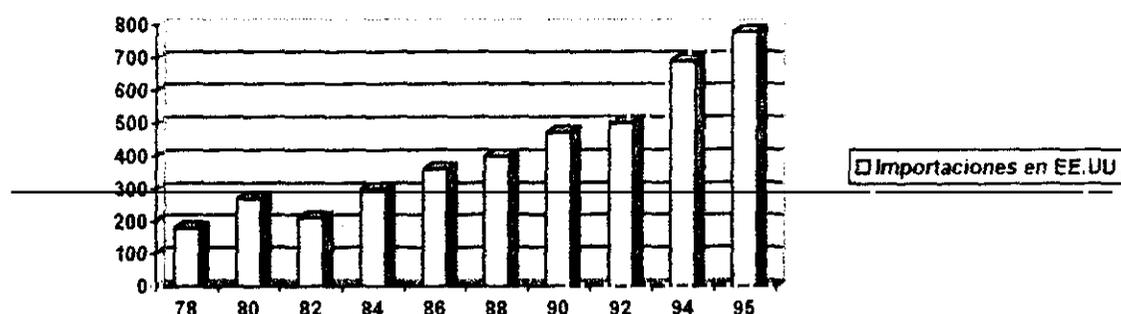
Diversificación financiera. La reducción de la pobreza en el tercer mundo promoverá la estabilidad social y política, aumentando el atractivo de estos países como destino de las inversiones de los ahorradores de países ricos. Las rápidas economías emergentes ofrecerán a menudo tasas más altas de retorno a la inversión, (aunque también mayor riesgo), que las maduras economías desarrolladas.

El Banco Mundial está intentando investigar el tamaño potencial de estos beneficios. Según algunas estimaciones, el impacto combinado de todos estos factores podría impulsar la tasa anual de crecimiento en 0.5% durante las próximas dos décadas. En términos del ingreso total, el efecto del desarrollo del tercer mundo en los países ricos es por lo tanto claro: es decididamente beneficioso. Sin embargo, el impacto sobre algunos trabajos y sobre los salarios es menos obvio. La fuerte competencia procedente de países emergente obligará a algunas empresas a cerrar, echando a trabajadores a la calle. Aunque algunos trabajos se crearan en las industrias exportadoras para compensar estas pérdidas, el desempleo podría aumentar, por lo menos a corto plazo. Y la carga caerá sobre todo en los trabajadores poco cualificados de los sectores tradicionales de la industria.

4) El impacto del comercio con países "emergentes" sobre los mercados de trabajo de los países desarrollados:

La fuerte expansión del comercio ha vinculado a los mercados de trabajo de los países desarrollados con los emergentes de forma mucho más intensa que en el pasado. Algunos economistas argumentan que la competencia procedente de mano de obra barata en el tercer mundo obligará a bajar los sueldos de los países ricos, o contribuirá a un aumento del desempleo. En la última década, a medida que las importaciones procedentes de países emergentes crecían, los puestos de trabajo en el sector industrial disminuían. En Estados Unidos el promedio de los salarios reales se ha estancado y la desigualdad salarial ha aumentado. En Europa el desempleo ha subido. ¿Es esta tendencia algo más que una coincidencia?

Las importaciones de bienes industriales procedente de los países en vías de desarrollo han aumentado en Estados Unidos desde el 5% del valor de la producción industrial en 1978 a un 11% en 1990. Como se puede ver en el gráfico, el total de las importaciones también ha subido mucho en el periodo 1978-1995



Del total de las importaciones, una parte creciente procede de los países "emergentes", donde la mano de obra es más barata, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

| <i>Principales países con anualizado a los que los EE.UU. noviembre de 1996 tienen déficit comercial</i> | | | |
|--|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| <i>País</i> | <i>Miles de millones de dólares</i> | <i>País</i> | <i>Miles de millones de dólares</i> |
| <i>Japón</i> | 43.348 | China | 36.861 |
| <i>Canadá</i> | 21.592 | Méjico | 15.437 |
| <i>Alemania</i> | 13.948 | Taiwan | 10.762 |
| <i>Italia</i> | 8.588 | Malasia | 8.548 |
| <i>Venezuela</i> | 7.170 | Tailandia | 4.068 |

* Gráfico: Importaciones en EE.UU.: aumento 1978-1995. Fuente: Economic Report of the President 1996. U.S. Government Printing Office, Washinton, tabla B-99, pág. 392.

† Tabla: Países con los que EE.UU. tiene déficit comercial. Anualizado a noviembre de 1996. Fuente: Oficina del Censo de los EE.UU. Datos obtenidos por Internet (www.census.gov).

Las importaciones procedentes de estos países también han aumentado en Japón y en Europa, aunque de forma más gradual. Aparentemente los fabricantes del tercer mundo parecen tener una gran ventaja. Una hora de trabajo industrial cuesta 30\$ en Alemania (excluyendo los costes no salariales tales como las cotizaciones sociales) y 22\$ en Estados Unidos. En Corea del Sur sólo 5\$, 2.4\$ en Méjico, 1.4\$ en Polonia y menos de 50 centavos en China, India o Indonesia. El gráfico muestra las diferencias en costos salariales (salarios y prestaciones) de algunos países.

Esta diferencia no es tan importante como parece a primera vista. Los salarios más altos han sido justificados por la superior productividad. Pero a medida que las barreras arancelarias bajaban y las comunicaciones y transportes mejoraban en calidad y precio, la tecnología que permite estas diferencias de productividad está siendo transferida con mayor velocidad a través de las fronteras. Una preocupación generalizada es que a medida que el tercer mundo obtenga acceso a la tecnologías del primer mundo, su competitividad mejoraría los que destruiría millones de puestos de trabajo en los países desarrollados. ¿Hay razones para creer en esta opinión?

En un periodo de tiempo lo suficientemente largo, millones de puestos de trabajo desaparecerán, independientemente de lo que ocurra en el tercer mundo, ya que las economías evolucionan. La cuestión es si un crecimiento más rápido en los países emergentes va a acelerar el proceso más allá de los límites de lo que puede ser tolerado. Durante muchos años, incluso con tecnología punta, la productividad en los países en vías de desarrollo continuará siendo menor que en la de los países desarrollados en muchas industrias, debido a niveles educativos inferiores y a peor infraestructura. Se puede argumentar que en tanto en cuanto los países ricos disfruten de una superior educación, infraestructura y gestión que les proporcione una mayor productividad, los trabajadores pueden continuar ganando salarios más altos.

Cuando la productividad en un país en vías de desarrollo sube, la evidencia

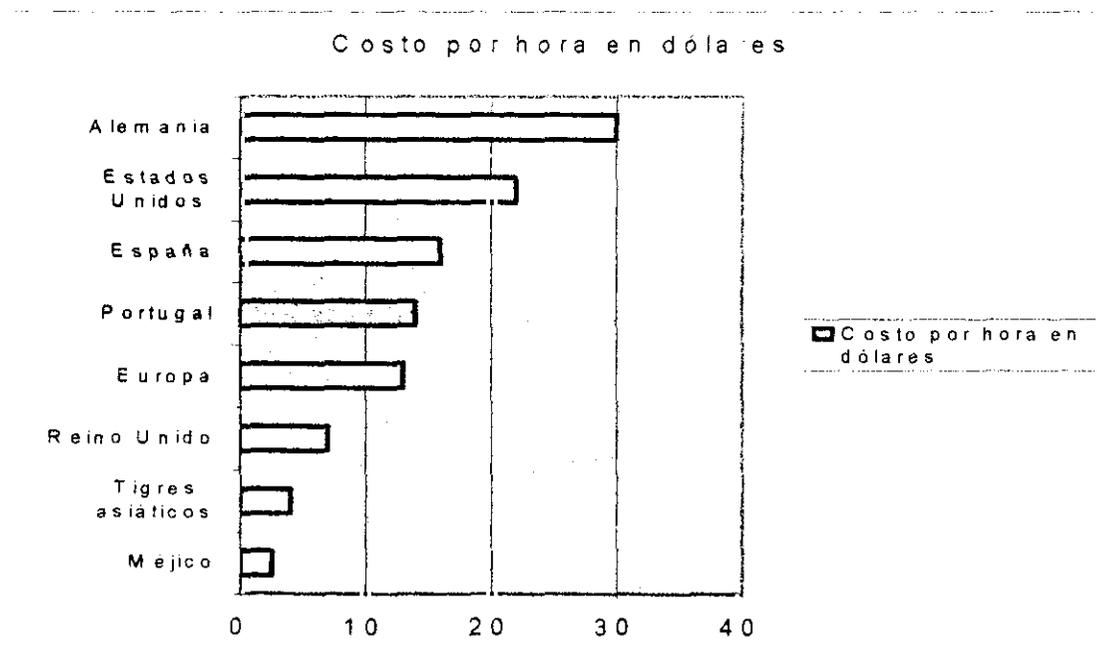


Gráfico: Costo por hora en la industria manufacturera, 1995. (en dólares). Fuente: Oficina de Estadística del Trabajo de los EE.UU.

empírica sugiere que los salarios también subirán. Claro que habrá casos en los que empresas individuales aumenten mucho su productividad mientras que mantienen sus salarios (que están influidos por la productividad promedio en la economía) a una fracción de la de sus competidores del norte. Un estudio realizado por el Instituto McKinsey descubrió que los países sudamericanos habían logrado fuertes mejoras en su productividad: de 1989 a 1993 la producción de acero por trabajador aumentó en México de un 21% de la conseguida por su equivalente norteamericano a un 37% en 1993. Sin embargo, los costes laborales continúan siendo la sexta parte de los de Estados Unidos. El informe llegaba a la conclusión que las empresas del acero sudamericanas podían alcanzar en poco tiempo el 80% de la productividad americana. Los salarios en cambio no iban a crecer tan rápido por lo que la superior competitividad de las empresas de este sector podían dejar en la calle a muchos trabajadores del acero en Estados Unidos.

Sin embargo, para el conjunto de la economía, las mejoras en la productividad de los países del tercer mundo probablemente sean compensadas por sueldos más altos. Los salarios reales en Corea del Sur, por ejemplo, han subido en promedio un 8% al año en las últimas dos décadas, mientras que los de los países ricos sólo lo han hecho en menos de un 2%. Si los sueldos son contenidos a la baja a pesar de las mejoras en la productividad, un superávit en la cuenta corriente debería ocasionar una apreciación del tipo cambio, dando lugar al mismo resultado desde el punto de vista de los países desarrollados. Por otro lado, hay que tener en cuenta que algunos de los tigres asiáticos (sobre todo Corea del Sur y Taiwán), mantuvieron sus monedas artificialmente infravaloradas para así ganar una ventaja competitiva. Sin embargo, esta política es más difícil de llevar a cabo en la actualidad, especialmente en un mundo en el que la integración de los mercados de capital es mucho mayor.

Otro argumento que se plantea en el debate público es que el comercio con los países en vías de desarrollo ha causado una pérdida de puestos de trabajo bien remunerados que han sido sustituidos por trabajos "basura" en el sector servicios. Desde 1973, el promedio de los salarios reales ha subido tan sólo un 0.3% al año en Estados Unidos, mientras que en las dos décadas previas lo habían hecho a un 2% anual. Parece evidente que se ha producido un estancamiento en los salarios reales americanos en los últimos veinte años. También parece irrefutable que las importaciones procedentes del tercer mundo han crecido más en Estados Unidos que en Japón. Sin embargo, el deterioro de la balanza comercial americana ha sido demasiado pequeño como para explicar la mala evolución de los salarios en el conjunto de la economía. Paul Krugman ha calculado que la competencia extranjera ha reducido los sueldos promedio en Estados Unidos en menos de un 0.07% de la renta nacional.

La verdadera causa del estancamiento de los salarios reales en este país parece ser la ralentización del crecimiento de la productividad, especialmente en el sector servicios. En los últimos años se ha podido observar una mejora de este indicador tanto en la industria como en los servicios, que se debería traducir en una subida de los salarios.

Incluso si el comercio con los países en vías de desarrollo no ha reducido los salarios reales, ¿podría ser el causante del aumento de las diferencias en los ingresos?. Como hemos visto en el capítulo anterior, la OCDE ha descubierto que la desigualdad salarial ha aumentado durante los años ochenta en doce de las diecisiete economías que ha examinado. Los mayores aumentos han sido sin embargo en Estados Unidos y en

Gran Bretaña. En la mayoría de los países de la Unión Europea en cambio, el aumento en las diferencias salariales ha sido modesto.

Un aumento de las diferencias salariales entre los trabajadores cualificados y los no cualificados es lo que la teoría económica hubiera predicho en esta situación. El teorema Stolper-Samuelson (propuesto en 1941 por Paul Samuelson y Wolfgang Stolper y conocido a veces como el teorema de la igualación del precio de los factores) predice que la sustitución de las barreras arancelarias reducirá el ingreso de un factor de producción, en este caso el trabajo no cualificado, que es usado de forma relativamente intensiva en productos importados; y aumentará el ingreso de un factor de producción, en este caso el trabajo muy cualificado, que es usado intensivamente en las exportaciones.

De esta forma, si un país rico comercia con un país en vías de desarrollo, tenderá a exportar bienes de alto valor añadido y a importar los de bajo valor. En el país rico, gracias a la competencia extranjera, el precio de los bienes producidos con trabajadores no cualificados caerá en relación al precio de los bienes intensivos en tecnología, provocando una subida de la producción de la industria de este tipo de bienes, y la caída de los intensivos en trabajo. A cambio, la demanda de trabajadores no cualificados caerá, y sus salarios también en comparación con los de los cualificados. Podrían caer incluso en términos reales. En los países en desarrollo debería ocurrir lo contrario: los salarios de los trabajadores no cualificados aumentarían en relación a los de los cualificados.

La teoría del comercio internacional plantea que la competencia de los países emergentes va a reducir la demanda de trabajadores no cualificados, y por tanto sus salarios. Esta teoría parece que se ajusta a la realidad en algunos países. Sin embargo, lo que está siendo objeto de fuerte controversia en Estados Unidos es el tema de la intensidad del impacto que el comercio con estos países está teniendo sobre la creciente divergencia salarial que se está produciendo en este país.

Algunas investigaciones han intentado desmentir el argumento que afirma que el comercio con el tercer mundo es culpable del declive de los salarios reales en los trabajadores americanos no cualificados.

Un estudio de Robert Lawrence and Matthew Slaughter* plantea que ya que el comercio internacional debería influir a los salarios relativos a través de su impacto sobre los precios relativos, entonces, para que el teorema de Stolper-Samuelson estuviese funcionando en la realidad de forma que el comercio fuese el responsable de lo que ocurre, deberíamos verificar una caída de precios de los bienes intensivos en trabajo no cualificado en relación al precio de los intensivos en trabajo cualificado. Su investigación parece sin embargo demostrar lo contrario: descubrieron que el precio relativo de los bienes intensivos en trabajo no cualificado ha aumentado en Estados Unidos durante los años ochenta.

Lawrence y Slaughter intentaron un segundo test: si el comercio es el culpable del aumento de las desigualdades salariales, entonces uno debería esperar una caída del

* R. Lawrence and M. Slaughter: *International Trade and American Wages in the 80s: Giant Sucking Sound or Small Hiccup*. Brookings Papers on Economic Activity, 1993.

ratio de empleo cualificado con el no cualificado. La razón sería que con una oferta fija de trabajadores cualificados, la única forma en la que la economía puede mover la producción hacia los sectores que usan el trabajo cualificado de forma intensiva es si las empresas economizan en el trabajo cualificado, más caro. Sin embargo, la historia económica reciente de los Estados Unidos no confirma estas predicciones. Entre 1979 y 1989 aumentó el salario real de los trabajadores de cuello blanco, mientras que bajó el de los trabajadores manuales. Sin embargo, casi todas las industrias emplearon una proporción creciente de trabajadores de cuello blanco. Además, las actividades que emplean trabajo intensivo de forma intensiva mostraron como mucho una tendencia suave a crecer con mayor rapidez que aquellas en las que el empleo de obreros manuales era mayor.

Estos economistas, a los que se une Paul Krugman, concluyen que la igualación en los precios de los factores no ha sido la fuerza principal que subyace en la creciente diferencia salarial. El aumento de la demanda de trabajadores cualificados fue claramente causado por cambios en la demanda dentro de cada sector industrial, no por un cambio en la composición de la producción industrial de los Estados Unidos debido al comercio internacional. Aunque ellos entienden que nadie puede estimar con certeza lo que ha reducido la demanda relativa de trabajadores menos cualificados en toda la economía, ellos sugieren como candidato posible al cambio tecnológico, especialmente el uso creciente de los ordenadores

En el otro extremo del debate está Adrian Wood, un economista británico en la Universidad de Sussex, quien cree que el aumento en el comercio con el tercer mundo es la razón primordial que explica el declive de la posición económica de los trabajadores no cualificados. En un provocativo libro⁷ llega a la conclusión que el comercio con los países en vías de desarrollo ha reducido la demanda de los trabajadores no cualificados en los países no desarrollados en no menos del 20% en los últimos treinta años, habiendo ocurrido la mayor parte de ese declive en los años ochenta. En Estados Unidos y hasta cierto punto en Gran Bretaña, esta caída de la demanda ha dado como resultado una mayor desigualdad salarial; en Europa continental, en donde los salarios son más rígido debido a los sindicatos y a los salarios mínimos, el desempleo habría subido.

Adrian Wood encuentra una fuerte relación entre el aumento de las importaciones procedentes de los países emergentes y la caída del empleo industrial en las dos últimas décadas: contra mayor es el aumento de las importaciones, mayor es la caída de los puestos de trabajo en la industria. Esta relación está un tanto rota por dos países. Gran Bretaña y Noruega en los que el empleo industrial cayó más de lo que hubiese sido esperable debido al aumento en las importaciones. Para A. Wood esta excepción es explicada por la fuerte apreciación que las monedas de estos países sufrieron a principios de los años ochenta, a medida que los ingresos procedentes del petróleo subían.

A. Wood rechaza el argumento que afirma que las importaciones de bienes del tercer mundo son demasiado pequeñas (un 3% del P.N.B de la mayoría de las economías industriales) como para haber tenido un impacto significativo sobre la demanda de trabajo. El argumenta que las exportaciones del tercer mundo están

⁷ Adrian Wood, *North-South Trade, Employment and Inequality: Changing Fortunes in a Skill-driven World*, The Clarendon Press, Oxford, 1994.

concentradas en sectores intensivos en trabajo, de forma que su impacto en el mercado de trabajo será mayor; y que la competencia de las importaciones puede reemplazar al trabajo incluso aun cuando la ratio de importaciones sea baja, pues las empresas responden ante una mayor competencia con recortes de costes a través de métodos que ahorren trabajo, para así mantener sus cuotas de mercado. Solamente la cuarta parte del 20% total de la disminución de la demanda de trabajadores no cualificados es debido al impacto directo del comercio sobre los trabajos no cualificados en el sector industrial. El resto es causado por innovación ahorradora de trabajo promovida por el comercio, y a efectos indirectos sobre los trabajos del sector servicios.

Aunque las conclusiones de este libro podrían ser usadas por proteccionistas, Adrian Wood no lo es. El propone en cambio que las políticas del gobierno sean usadas para mejorar la educación y la formación profesional, y para dar subsidios a los trabajadores poco cualificados.

Aunque Wood ha ofrecido una convincente explicación de la relación entre comercio con países en vías de desarrollo y empleo, muchos economistas entienden que ha sobrevalorado este efecto. Una investigación realizada por Jeffrey Sachs y Howard Shatz de la Universidad de Harvard hacía una división de la industria americana en 131 sectores y luego lo clasificaba según la proporción de trabajadores cualificados. Como sugiere la teoría del comercio internacional, Estados Unidos ha aumentado sus exportaciones de bienes de alto valor añadido mientras que ha reducido su producción de los de bajo. El empleo ha caído con mayor velocidad en las industrias con una mayor proporción de trabajo no cualificado.

Sachs y Shatz estiman que las importaciones procedentes de los países en vías de desarrollo pueden haber causado una caída de un 6% del trabajo no cualificado en el sector industrial. El impacto del comercio sobre la desigualdad salarial es más difícil de estimar ya que el sector industrial sólo representa el 16% de la fuerza de trabajo en Estados Unidos. Concluyen que el comercio con el tercer mundo ha sido en parte responsable del aumento de la brecha salarial, pero en un grado menor al sugerido por Wood.

Los dos economistas de Harvard también discuten los resultados de Lawrence y Slaughter que afirman que los precios de los bienes intensivos en trabajo no cualificado han aumentado en relación a los intensivos en trabajo cualificado (el argumento que les hacía rechazar que el comercio con el tercer mundo era responsable). Ellos descubren que la fuerte caída en los precios de los ordenadores en los años ochenta enmascara otras tendencias de precios. Si los ordenadores son excluidos, el precio relativo de los bienes intensivos en trabajo no cualificado realmente cayó durante los años ochenta, tal y como lo predice el teorema de Stolper-Samuelson. Esto encaja mejor con el hecho de que los precios de bienes como zapatos y ropa han caído en términos reales. Los dos economistas llegan a la conclusión de que *tanto el comercio como la tecnología han jugado un papel importante en el debilitamiento de la posición económica de los trabajadores no cualificados.*

⁷ J. Sachs and H. Shatz: *Trade and Jobs in US Manufacturing*, Brookings Papers on Economic Activity, No 1, 1994.

En definitiva, parece difícil mantener que el comercio no haya tenido nada que ver con el declive de los ingresos de los trabajadores americanos no cualificados. La ventaja comparativa de los países ricos reside en el trabajo cualificado, de forma que no debería sorprendernos si son ellos los que más se benefician. En realidad es un tanto sorprendente que tantos economistas que aceptan la teoría del comercio internacional, rechacen a la vez la noción de un vínculo entre el comercio y los cambios en los salarios relativos que se deriva de esta misma teoría. Es como si los partidarios del libre comercio estuviesen desesperados por infravalorar los efectos negativos del comercio por miedo a dar argumentos a los proteccionistas. Sin embargo, al hacerlo pueden estar sentando las bases para que los problemas se agraven en el futuro.

El comercio puede haber tenido un modesto impacto sobre los salarios de los trabajadores no cualificados, pero esto ha sido debido a que las importaciones de productos procedentes de los países en vías de desarrollo han sido relativamente pequeñas en el pasado. A medida que aumenten, su impacto crecerá. Y si el empleo y los salarios relativos de los trabajadores no cualificados va a caer de forma más acentuada en los próximos años, los gobiernos se deberían preparar para enfrentarse a sus consecuencias ahora. La desagradable alternativa sería un incremento de la presión por la adopción de medidas proteccionistas.

Por supuesto que un país puede usar los aranceles para proteger a los puestos de trabajo en las industrias intensivas en trabajo no cualificado. Pero lo hará a costa de puestos de trabajo en el sector exportador intensivo en trabajo cualificado, más eficaz. Los aranceles actúan como un impuesto sobre las industrias exportadoras, aumentando el coste de los inputs y absorbiendo recursos que podrían ser asignados a usos más productivos. A largo plazo, el comercio con los países en vías de desarrollo debería tener un impacto limitado sobre el nivel general de empleo; debería simplemente reasignar el trabajo desde las industrias que compiten con las importaciones a las que exportan. Y como esto significa un desplazamiento desde las industrias poco cualificadas a las de alta cualificación, debería ser beneficioso, ya que subiría la calidad promedio de los trabajos, y por tanto los sueldos promedio. En Estados Unidos, por ejemplo, los trabajadores en sectores relacionados con el sector exportador ganan en promedio un 17% más que el trabajador medio.

El problema es la transición: los trabajadores cualificados verán como aumentan rápidamente sus ingresos mientras que los no cualificados encontrarán dificultades para reconvertirse a los nuevos trabajos. En Estados Unidos esto puede significar un mayor aumento de la desigualdad salarial; en Europa, con mayores resistencias institucionales a la bajada de los salarios, más desempleo.

5) Los efectos de la inversión directa internacional:

La inversión internacional directa también ha crecido mucho: un 40% en 1995, según estimaciones de la UNCTAD (*The Economist*, November 1997, pág. 23), llegando a 315.000 millones de dólares, y aunque la parte que va a los países en vías de desarrollo es relativamente pequeña, muestra sin embargo un aumento enorme con respecto a años anteriores, como se puede ver en el siguiente cuadro⁷.

⁷ Cuadro: Flujos netos de capital privado a los países en vías de desarrollo (en millones de dólares. Promedio anual). Fuente: Banco Mundial, 1995. *Global economic prospects and the developing countries*, Washington, pág. 1.

| Flujos netos de capital | privado a los países en vías de desarrollo | |
|----------------------------------|---|---------|
| <i>En millones de dólares</i> | <i>Promedio anual</i> | |
| | 1977-82 | 1994 |
| Inversión directa | 8.500 | 80.000 |
| Préstamos | 40.300 | 1.000 |
| Total | 51.400 | 172.900 |
| Porcentaje de exportación | 8,6% | 14,9% |

Esta inversión se concentra además en unos pocos países: en 1994, de los 80.000 millones que fueron a los países en desarrollo, 50.000 millones (el 63%) fueron destinados a Asia, 20.000 millones a América Latina y el resto se repartió entre África, donde apenas llegaron 5.000 millones, y los países del Este de Europa.

A primera vista, las empresas de los países desarrollados obtendrían considerables ventajas si deslocalizaran hacia el tercer mundo, en donde la combinación de tecnología punta con una fuerza de trabajo barata podría hacerles ganar mucho dinero. Algunos economistas están empezando a preocuparse por la posibilidad de una reorientación masiva de la inversión del primer mundo a países de salarios bajos. Si esto ocurriese, las perspectivas para el empleo y los salarios de nuestros países serían sombrías. Al debilitarse la inversión nacional, se podría erosionar el stock de capital, bajando la productividad y conteniendo los salarios a la baja.

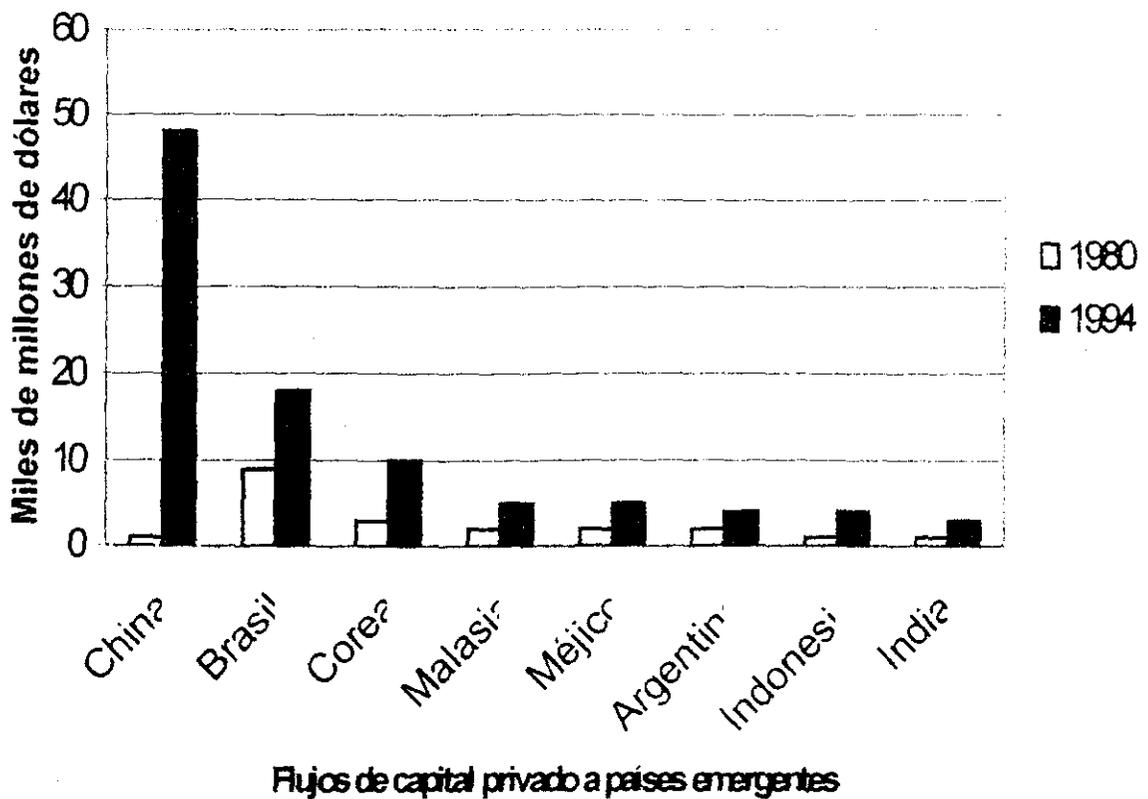
El ingreso nacional seguiría subiendo, pues las importaciones procedentes de las filiales de multinacionales occidentales serían compensadas en la balanza de pagos por una entrada de beneficios procedentes de operaciones en el extranjero; la tasa de retorno de estas inversiones sería además más alta que la que hubiésemos obtenido si ese dinero lo hubiésemos invertido en nuestro propio país. Los rentistas se verían de esta forma claramente beneficiados. Sin embargo, el desempleo en algunos sectores subiría.

De hecho, y tal y como se puede ver en el gráfico¹, el aumento ha sido espectacular en algunos países.

El presidente del World Economic Forum, Klaus Schwab², plantea en un artículo que la creciente facilidad con la que el capital y la tecnología están cruzando en la actualidad las fronteras nacionales ha roto el vínculo tradicional que unía a altos salarios con productividad y tecnología altas. Según él, en la actualidad es posible tener una productividad y una tecnología altas con salarios bajos.

¹ Gráfico: Flujos de capital privado a países emergentes. Fuente: Banco Mundial, 1996. *World development report*, Washington, tabla. 3, págs. 192-3.

² K. Schwab y C. Smadja: *The New Rules of the Game in a World of Many Players*, Harvard Business Review, Nov. 1994.



Para algunas empresas la tentación puede ser fuerte ¿ Por que fabricar en Francia, por ejemplo, cuando se puede contratar mano de obra relativamente bien cualificada en Asia a menor costo?

Thomson Consumer Electronics, emplea hoy en día en Asia tres veces más trabajadores que en Francia. La empresa italiana de artículos deportivos *Fila* ha desplazado el 90% de su fabricación a Asia. Las empresas japonesas del sector de la electrónica han invertido fuertemente en China y en el Sureste de Asia, lo que ha provocado el temor a la masiva deslocalización de la industria japonesa. Todos los aparatos de video de *Mitsubishi* están siendo fabricados en el sureste de Asia, mientras que las empresas japonesas representan ya el 7% de todo el empleo industrial de Tailandia.

Aunque una fuerte salida de capital hacia el tercer mundo podría debilitar la posición relativa de los trabajadores del primer mundo, los estudios realizados hasta ahora indican que los flujos actuales son todavía modestos.

Robert Lawrence⁷ averiguó que las empresas americanas con filiales en el extranjero recortaron el empleo industrial nacional en tan sólo un 14% entre 1977 y 1989, mientras que en el conjunto de la economía los puestos de trabajo en la industria han caído sólo en un 1%. Se puede observar un desplazamiento del empleo industrial de la multinacionales americanas desde sus filiales en Europa (ha caído en 23% en el mismo periodo) a las de los países en vias de desarrollo (ha crecido en un 6%). Sin embargo, el número de trabajadores empleados por multinacionales en estos países tan sólo representaba el 8% del total mundial, habiendo aumentado en tan solo un 1,3% en doce años. Esto sugiere que la magnitud de este fenómeno es todavía modesta y que la progresión no es excesivamente rápida.

⁷ R. Lawrence: *Trade, Multinationals and Labour*, Reserve Bank of Australia Conference, Julio de 1994.

Según el informe sobre la inversión mundial en 1994, de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), las multinacionales emplean a sesenta y un millones de trabajadores en los países desarrollados, mientras que los empleados en países en vías de desarrollo apenas llegan a los doce millones. Por otro lado, estos últimos países han conseguido casi dos tercios del aumento total de empleo procedente de multinacionales desde 1985. ¿Se puede considerar que esta tendencia implica un desplazamiento importante de puestos de trabajo de los países ricos?

Cuando se examinan los destinos de las inversiones no parece tan evidente. Casi la mitad de toda la inversión extranjera directa en los países en vías de desarrollo es en minería o servicios (hoteles o filiales de bancos), que por su naturaleza no pueden ser fácilmente exportados desde los países desarrollados, por lo que implican muy poco desplazamiento de puestos de trabajo. Otra parte importante ha sido dirigida a servir mercados nacionales protegidos por aranceles frente a las exportaciones tradicionales. El informe del UNCTAD termina concluyendo que la proporción de inversión extranjera que implica un desplazamiento directo de puestos de trabajo de países ricos a pobres es pequeña, aunque puede ser relativamente importante en algunos sectores específicos como podrían ser el textil o el electrónico.

Los vínculos entre la inversión en el extranjero, el comercio y los puestos de trabajo son cada vez más complejos. Una proporción creciente del comercio internacional tiene lugar dentro de las multinacionales, como ventas entre las filiales y el cuartel general.

Es el denominado comercio intraempresarial que supone una estructura empresarial diversificada, con plantas de producción complementarias en varios países diferentes, que se intercambian piezas y componentes o productos a medio elaborar para su ulterior elaboración o acabado. Este comercio se registra en las aduanas correspondientes como "comercio internacional" y entra en las estadísticas de los países como exportaciones de uno e importaciones de otro. Lo más relevante analíticamente de este comercio es que los precios de los intercambios son "precios políticos", que pueden guiarse y coincidir con los precios de mercado de las piezas y componentes o de productos sustitutivos, pero no es necesario que sea así.

Los precios son precios políticos en el sentido de que responden a la política de la empresa en cuanto a la distribución de las ganancias entre sus plantas, según un patrón estratégico que por supuesto puede variar con el tiempo. Por eso es poco lo que se puede decir en teoría sobre la determinación de la "relación real de intercambio" en el interior de un complejo o grupo empresarial y sus efectos sobre los salarios en los países en que están establecidas las plantas de la empresa. Habrá tantas soluciones como empresas.

El comercio intraempresarial podría ser perjudicial para los salarios de los trabajadores empleados en el país de origen, si la estrategia que rige las relaciones entre las diversas plantas llevara a transferir poder adquisitivo de los trabajadores locales a los de países lejanos, por medio de una relación de intercambio interna que favoreciera las secciones extranjeras de la empresa a costa de las locales. Esto no es inconcebible, porque, como se vio en el debate sobre la reforma de la salud en Estados Unidos,

algunas empresas norteamericanas pagan mejor en salarios y prestaciones sociales, en países de Europa, donde hay una legislación laboral más generosa, que en los propios Estados Unidos.

El comercio intraempresarial es normalmente un resultado de las decisiones que toman las multinacionales sobre su estrategia global en cuanto a la localización, la división del trabajo entre las plantas, el tipo de integración horizontal y vertical que existe entre ellas o el reparto geográfico de las ganancias. En este nuevo sistema de producción internacional integrada las diferentes partes del proceso de producción son repartidas por todo el planeta, permitiendo a las empresas realizar cada parte de sus operaciones en el país más competitivo: Italia para diseño, Gran Bretaña para publicidad, el sudeste Asiático para fabricación o la India para Software.

Una desplazamiento de las operaciones de producción desde los países desarrollados podría ser inevitable, aunque sería compensado por otros efectos benéficos. Si una empresa americana invierte en México y luego exporta sus productos a Estados Unidos, esto aumentará las exportaciones americanas de bienes de capital, diseño y marketing, a medida que las filiales continúen comprando la tecnología y los componentes intensivos en conocimiento del cuartel general, instalado normalmente en el país de origen.

Los estudios realizados tanto en Estados Unidos como en Gran Bretaña han confirmado que la pérdida de trabajo no cualificado debido a la inversión directa extranjera en el tercer mundo tiende a ser compensada, de forma aproximada, por un aumento en trabajo cualificado necesario para proporcionar componentes o servicios a las filiales del extranjero. Las entradas procedentes de inversiones extranjeras en los países en desarrollo han subido desde 31 billones de dólares en 1990 a 80 billones en 1993, yendo el 80% de esta cantidad hacia Asia. Aunque este aumento es espectacular, las inversiones extranjeras destinadas a países desarrollados son todavía mayores (en 1993 eran de 110 billones de \$). Para poner en perspectiva el desplazamiento de la inversión de países ricos a pobres, Paul Krugman^{*} calculó que el total de las salidas de inversiones a estos países desde 1990 ha reducido el stock de capital de los países desarrollados en tan sólo un 0,5%, en relación al que tendrían si no se hubiese producido.

Tampoco es probable que la salida de inversiones directas aumente a medio plazo tan rápidamente como algunos pesimistas esperan. Los incentivos para deslocalizar pueden ser fácilmente exagerados. Por un lado, los salarios son raramente el factor más importante a la hora de decidir donde emplazar un centro productivo. Según un estudio reciente realizado por Charles Oman^{**}, en muchas industrias el porcentaje que los costes del trabajo no cualificado representan sobre el total de los costes de producción totales ha caído desde un 25% en los años 70 a un 5-10% en la actualidad.

^{*} Paul Krugman: *Does Third World Growth Hurt First World Prosperity?*. Harvard Business Review, Julio-Agosto 1994.

^{**} C. Oman: *Globalisation and Regionalisation: The Challenge for Developing Countries*. OCDE, 1995

A medida que los costes de capital, la investigación y desarrollo y el marketing aumentan en importancia, la ventaja competitiva que suponen unos costes laborales menores se debilita. Los costes laborales directos representan tan solo el 3% del total de los costes en los semiconductores, 5% en la fabricación de televisiones, y del 10 al 15% de los de la industria del automóvil. De forma que incluso sin una empresa alcanza la misma productividad del trabajo en un su filial de México que en la de Estados Unidos, sus costos de trabajo unitarios menores pueden ser absorbidos por otras desventajas de costos debidas a la peor infraestructura del país en vías de desarrollo. Los costes del trabajo en el textil y en el calzado son sin embargo mayores, pues llegan a alcanzar el 30% de los costes totales.

Otro argumento en contra de un salida masiva de la inversión, según Oman, es la naturaleza de los métodos modernos de producción flexible, que requieren niveles más altos de exigencia en calidad y fiabilidad. Las nuevas técnicas (el envío "just-in-time") implican que los nuevos métodos de producción son mucho más vulnerables a los atascos, por lo que se vuelve especialmente importante elementos como la fiabilidad del transporte o del suministro eléctrico, lo que sin duda reduce el atractivo de producir en China, por ejemplo.

Un tercer factor que limita la deslocalización masiva a países en vías de desarrollo es que los estándares de educación en estos países todavía están muy por detrás de los de los países de la OCDE. El trabajador medio en el primer mundo han tenido 11 de escuela, mientras que en China o México sólo cinco. Los países ricos tienen 85 científicos o técnicos por cada 1000 habitantes, mientras que los pobres tan sólo nueve.

Sin embargo, la brecha en cualificaciones está disminuyendo. En una comparación internacional de habilidades matemáticas entre estudiantes de 13 años, los surcoreanos batieron a todos sus colegas de países ricos. La proporción de jóvenes surcoreanos de 20 a 24 años que siguen estudiando es más alta que en la mayoría de los países de Europa. Aunque los países del este de Europa han fracasado con su sistema económico en el pasado, sus niveles de educación son altos. En concreto, tienen un alto nivel de ingenieros y científicos.

Sería por tanto una ingenuidad pensar que los países emergentes se van a limitar a producir bienes de bajo nivel tecnológicos, intensivos en mano de obra, mientras que los países ricos conservan indefinidamente los bienes intensivos en tecnología.

En este sentido, se puede argumentar que no solo los trabajadores no cualificados de las industrias tradicionales de occidente se enfrentan a una mayor competencia de los países emergentes. Algunos sectores de alta tecnología también están encontrando a nuevos competidores. Como resultado de la presión de productos más baratos procedentes de China y otros países, los tigres asiáticos se han visto obligados a mover su producción hacia sectores de mayor intensidad tecnológica, como son los ordenadores. Taiwan, por ejemplo, es ya el segundo productor de ordenadores de bolsillo. Desde principios de los 90, la mayoría de estos países han estado invirtiendo en Investigación y Desarrollo un porcentaje de su P.N.B. casi tan alto como el promedio europeo.

Por otro lado, la deslocalización no solo se va a limitar a la industria. A medida que los puestos de trabajo en la industria se van reduciendo, es previsible que el sector servicios se expanda para cubrir su lugar. Aunque la competencia extranjera ha sido tradicionalmente menor en este sector, debido entre otras razones a que el contacto directo con los clientes es a menudo esencial para prestar el servicio, las tecnologías de la información están empezando a cambiar las cosas en algunos sectores. La programación de ordenadores o el procesamiento de datos se puede hacer a bajo coste en países como la India, en los que hay una abundancia relativa de ingenieros y matemáticos que hablan inglés y están dispuestos a trabajar por bajos salarios. La compañía Swissair ha transferido toda su contabilidad a Bombay, mientras que la mayoría de las empresas americanas de ordenadores han subcontratado la parte de su programación más intensiva en trabajo en Bangalore.

De esta forma, no sólo los trabajadores tradicionales de la industria se enfrentaran a la competencia de los países emergentes a medida que las empresas deslocalizan. Algunos trabajos cualificados también estarán expuestos a una mayor competencia a medida que las empresas occidentales inviertan cada vez más en los países en desarrollo. El resultado neto será una división más eficaz del trabajo. Sin embargo, la transición podría ser dolorosa.

6) Aplicación al caso de España.

Como se sabe, el saldo de la balanza por cuenta corriente y de capital es el más relevante para evaluar la situación del conjunto de intercambios de un país con el exterior. En este sentido, la presencia de un saldo negativo puede ser interpretada desde diversas ópticas, siendo dos las principales. En primer lugar, puede entenderse como un exceso de absorción interna (suma del consumo privado y público y la formación bruta de capital) o gasto sobre la renta disponible del país; lo que plantea la necesidad de llevar a cabo medidas de política económica que equilibren renta y gasto. En segundo lugar, cabe interpretarlo como una insuficiencia del ahorro interno para financiar la formación bruta de capital del país.

Comenzando por la balanza de mercancías, o comercial, que refleja el conjunto de los intercambios de bienes que tienen lugar con el exterior, es sintomático el hecho de que en nuestro país se haya registrado, como media del período 1986-1996, un déficit situado en torno al 4,4% del PIB, con un máximo en 1989 que sobrepasa el 7%, mientras que el promedio de nuestros socios comunitarios mostraba un ligero superávit. Este comportamiento diferencial es atribuible al espectacular crecimiento de las importaciones españolas, muy superior al de las exportaciones, que, aún así, tuvieron una mejor evolución que en la media de países de la Unión Europea.

Se puede inferir que el avance tan notable de las importaciones tras la adhesión puede ser la consecuencia de la falta de competitividad de nuestra industria, derivada de la debilidad de la producción de bienes de calidad o de alto contenido tecnológico, así como de las rigideces productivas existentes, que se han ido manifestando a medida que nuestra economía incrementaba el grado de integración en los mercados internacionales. De ahí que este déficit se acreciente con el incremento de la actividad interna.

Así, resulta ilustrativo de esta situación el que en un estudio econométrico reciente, realizado por la Comisión Europea con el propósito de entender la evolución

de los saldos comerciales intracomunitarios, se obtenga que España es el país que presenta la mayor elasticidad-renta del conjunto de la Unión Europea. Este hecho explica por qué en un periodo de crecimiento económico importante, como fue el de la segunda mitad de la década de los ochenta, el déficit comercial se incrementó de una forma tan notable. Sobre esta base, se puede hablar, como con frecuencia se ha hecho, de la existencia de una restricción externa al crecimiento de nuestra economía.

En la raíz de este problema podrían hallarse, al menos, tres factores. En primer lugar, la insuficiencia tecnológica de nuestro sistema productivo, en relación al comunitario, que se hace más dependiente de las importaciones que incorporan innovaciones, tanto en los bienes de equipo como en los productos intermedios utilizados en el proceso productivo. Además, también cabe esperar una evolución poco favorable de las exportaciones en aquellos sectores en que la demanda es más dinámica. A este respecto, hay que notar que los sectores de maquinaria y otros bienes de equipo y de productos industriales intermedios son los responsables principales del empeoramiento de los déficit comerciales en estos años.

En segundo lugar, parece altamente probable que en la explicación del incremento del déficit comercial se encuentre el comportamiento de los inversores extranjeros que, desde hace años, poseen un alto grado de participación el capital social de nuestras empresas, el cual, además, se ha incrementado con el paso del tiempo. En efecto, como se ha puesto de manifiesto en Martín y Velázquez (1993), las empresas que cuentan con capital extranjero parecen tener una propensión importadora media muy superior a la de las firmas nacionales. De manera que, aunque la propensión exportadora media de las empresas con capital foráneo es también algo mayor que la de las nacionales, su saldo comercial resulta ser peor que el de las empresas no participadas por el capital extranjero.

Esto sugiere, por tanto, que las multinacionales radicadas en España están orientadas preferentemente al abastecimiento del mercado interno y, en consecuencia, no parecen ser de gran ayuda a la superación de los déficit comerciales. Un contrapunto al caso español lo constituye Irlanda. Un país donde las multinacionales que están instaladas se han especializado en el abastecimiento del mercado externo, contribuyendo a la mejora substancial que ha registrado su déficit comercial en los últimos años: de estar en torno al 15% del PIB a comienzos de los ochenta, ha pasado a alcanzar un superávit del 21,6% del PIB en 1996.

La evidencia comentada sobre la conducta comercial de las empresas participadas por el capital exterior es susceptible de una segunda lectura: considerarla como una muestra de que la inversión directa es un canal adecuado para el incremento y consolidación de los mercados exteriores para los países inversores. Desde esta perspectiva, cabe, por tanto, sugerir que la escasa cuantía que, en relación a nuestro PIB, supone la inversión española directa en el exterior constituye una limitación para nuestras exportaciones y, por ende, una causa adicional del elevado nivel que tiene el déficit comercial español.

Por último, otro factor importante en la explicación del déficit comercial es la notoria dependencia externa de energías primarias de nuestro país, reflejada, en alguna

⁷ En concreto, el rango de variación de estas elasticidades se sitúa entre -0.92 (para Bélgica-Luxemburgo) y -3.58 (para España).

medida, en el valor de la elasticidad-renta de la demanda energética, claramente superior a la unidad.

En suma, son varios los indicios que sugieren que la persistencia del déficit comercial de nuestra economía responde, en gran parte, a insuficiencias del sistema productivo y la no disponibilidad de recursos energéticos. Por tanto, solo una política activa que incite a la mejora de la eficiencia productiva y al ahorro energético, así como a un mayor dinamismo en la captación de mercados-bien sea a través de la promoción comercial o bien mediante el estímulo de la inversión directa en el exterior-podrá, en el medio o largo plazo, corregir este déficit crónico y situarlo en los parámetros comunitarios.

La balanza de servicios sigue siendo, gracias a los ingresos por turismo, el elemento compensador esencial de los déficits comerciales españoles. No obstante, en algunos años se observan síntomas de debilitamiento en el saldo de servicios que, en buena medida, vinieron ocasionados, precisamente, por la crisis de la actividad turística entre los años 1988 y 1991, que, no obstante, ya parece ampliamente superada.

La balanza de rentas, dominada por las relativas al capital, ofrece gran variabilidad, en consonancia con la creciente volatilidad de los movimientos financieros.

La política comunitaria de cohesión económica y social, de la que nuestro país es beneficiario neto, se refleja en las balanzas de transferencias corrientes y de capital. Así, estas dos partidas han incrementado su saldo positivo, en especial desde la reforma de los fondos comunitarios acaecida, en 1992, en el Consejo de Endimburgo. Para 1996, el saldo de ambas balanzas supera el 1,5% del PIB.

Una vez resumidas los principales rasgos de nuestra balanza de pagos, podemos centrarnos en la cuestión principal que nos ocupa sobre el impacto del comercio internacional sobre los mercados de trabajo. En nuestro caso parece difícil extrapolar el argumento que se hace en Estados Unidos de que el comercio con países de niveles inferiores de salarios provoca la reducción de los salarios reales en los sectores intensivos en trabajo no cualificado. Este fenómeno simplemente no se ha dado entre nosotros. Por ejemplo: el salario mensual promedio del obrero en la industria textil aumentó entre 1989 y 1994, en términos nominales, en un 32% (equivalente al aumento del salario mínimo interprofesional en ese periodo), lo que ya mantiene el poder adquisitivo ante los aumentos de la inflación entre 1989 y 1994. Los obreros de la industria del vestido vieron sus salarios aumentar en un 37,86%.

El problema en España es obviamente el desempleo y el nivel de salarios asociados a las formas de empleo precario que se están extendiendo en el país. ¿En qué medida se deben estos fenómenos al comercio con países de niveles inferiores de salarios?

El siguiente cuadro presenta el origen de las importaciones españolas de manufacturas, que representan el 75% del total.

Origen de las importaciones españolas de manufacturas .

| Origen | Importaciones (millones dólares) | Aumento 1989-1994 | Porcentaje del total |
|--------------------------------|---|--------------------------|-----------------------------|
| Mundo | 12.852,38 | 37,08% | 100% |
| Países de la OCDE | 11.034,24 | 35,25% | 85,85% |
| Unión Europea | 10.423,80 | 36,89% | 81,10% |
| Francia | 2.544,72 | 51,14% | 19,80% |
| Países ajenos a la OCDE | 1.817,18 | 49,54% | 14,15% |
| Europa Oriental | 459,28 | 78,07% | 3,57% |
| América Latina | 249,25 | 2,78% | 1,94% |
| Africa | 223,97 | 23,29% | 1,74% |
| Asia | 864,89 | 75,34% | 6,73% |
| China | 247,76 | 105,46% | 1,93% |

La mayor parte de las manufacturas que compramos provienen de países con niveles de salarios superiores a los nuestros (Francia, Alemania, Italia, Holanda, etc.). Aunque nuestras compras a los "tigres asiáticos" (Corea, Taiwan, Singapur, Malasia, Tailandia, etc.), donde los salarios son inferiores, han aumentado más que la media (78% > 37%) y las compras a China crecieron a un 17,5% de promedio anual en el periodo, todavía representan una parte muy pequeña de las importaciones (6% del total).

Puede ser que algunas empresas en particular están sintiendo la competencia de los asiáticos, como el sector de juguetes, por ejemplo, pero el volumen de importaciones no es suficiente para hacer competencia a los niveles de salarios españoles ni al empleo de la economía española. Ni que decir tiene que el comercio de manufacturas provenientes de África y América Latina es tan escaso que no tiene el menor impacto en las condiciones económicas de España. Y el de Europa del Este tampoco es gran cosa, aunque su amenaza, en el caso de una liberalización comercial de la Unión Europea que les beneficiara, podría ser mucho mayor que en la actualidad.

En vista de estos datos no parece relevante intentar estimar el impacto de las importaciones de países con salarios inferiores sobre los niveles de salarios y de desempleo en España, a través del análisis del "contenido de factores" de las exportaciones e importaciones, como ya hemos comentado que han hecho otros autores anglosajones (Wood, 1994; Sachs y Shatz, 1996). Aunque la relación fuera estadísticamente significativa, su valor sería tan pequeño que no explicaríamos mucho sobre la evolución del desempleo.

Si consideramos que la parte del comercio de España en 1993 (importaciones) que era de naturaleza interindustrial (alimentos y petróleo crudo) representa el 25% de las importaciones (Banco Mundial, 1996), podemos suponer que el comercio intraindustrial representa en España un 75% del total. En este sentido, parece más interesante *estimar la relación entre el incremento del comercio intraindustrial y el desempleo*. La hipótesis sería que, al entrar en relaciones más competitivas con empresas de otros países, nuestras empresas se ven obligadas a mecanizarse y robotizarse, organizarse mejor y en definitiva deshacerse de trabajo no cualificado.

Según esto, el desempleo tendría que tener una correlación positiva con el incremento del comercio intraindustrial (exportaciones). Luis de Sebastian* ha calculado recientemente la relación entre el valor de las exportaciones no energéticas del periodo 1984-1995 y la tasa de desempleo, y ha hallado una correlación significativa ($R^2=0,40$), con un coeficiente de regresión positivo y significativo ($t=2,58$), aunque pequeño como era de esperar: por cada billón de pesetas de exportaciones adicionales, la tasa de desempleo crecería en 0,6 puntos. El resultado, si se valida con otros análisis más elaborados, iría en contra de la idea general de que la exportación genera empleo. Poniendo en relación la tasa de desempleo y el valor de las importaciones no energéticas, obtiene también una correlación positiva, como quiere la hipótesis de que las importaciones perjudican al empleo, pero es una relación tenue y no significativa, como se puede ver en el siguiente cuadro.

| Resultado de las regresiones | | Variable dependiente: tasa de desempleo 1984-1995 | | |
|---|---------------------------------|--|----------------------|--|
| Variable dependiente | Coeficiente de regresión | Estadístico t | R² | |
| 1. Valor de las exportaciones | 0,000674 | 2,58 | 0,3997 | |
| 2. Tasa de incremento del valor de las exportaciones | 0,1638 | 1,56 | 0,2129 | |
| 3. Valor de las importaciones no energéticas | 0,000379 | 1,60 | 0,2042 | |

Para él estos modestos resultados, (si se confirmasen con posteriores estudios sobre la relación entre el crecimiento del comercio intraindustrial e intraempresarial, por una parte, y la evolución del empleo y los salarios por otra), llevarían a la paradójica conclusión de que lo que perjudica a nuestro mercado laboral es el comerciar con países más ricos que nosotros, que tienen mayores niveles de salarios pero también de productividad e innovación tecnológica, y no comerciar con países de un grado inferior de desarrollo, como apunta la teoría neoclásica del comercio internacional.

Aunque todo esto comentado se basa en un análisis de cosas pasadas y no necesariamente buenas predictoras del futuro. La apertura de las economías sigue su curso y todavía falta mucho por hacer, sobre todo en Europa. Continúan entrando nuevos actores y países en la palestra del comercio y la inversión internacionales. Las tecnologías de producción y los métodos de organización y control de las empresas se difunden a todas las latitudes y a países con diferentes niveles de desarrollo.

Por todo ello, no sería inimaginable que algunos sectores industriales se encontraran cada vez con una mayor competencia proveniente de estos nuevos actores. Cuanto más avance la globalización, más exigirá a las empresas para mantenerse a flote y navegando en mercados más flexibles pero también más amplios.

* Luis de Sebastian: *El trabajo en el futuro*, Ediciones Deusto, 1997.

^ Fuente: Banco de España. 1996. La balanza de pagos de España. 1995

7) Conclusiones:

La inversión directa internacional y el comercio intraempresarial a que da lugar también son factores que pueden afectar, directa e indirectamente, a los salarios, a la desigualdad creciente entre las remuneraciones del trabajo cualificado y el no cualificado y al desempleo de este último en los países desarrollados. Pero no se puede decir que su influencia sea masiva y generalizada. Varía mucho entre sectores, según circunstancias geográficas y niveles de desarrollo.

En este punto merece la pena comentar un reciente trabajo* del FMI (Slaughter y Swagel 1997), que recoge los trabajos recientes sobre el impacto del comercio sobre los sueldos. También incluye a los trabajos sobre el impacto de la mayor movilidad del capital, la deslocalización de la producción a otros países o la mayor movilidad de la fuerza de trabajo. El estudio concluye que a pesar de las amplias diferencias metodológicas entre los trabajos recogidos, *los resultados empíricos coinciden en que el comercio representa de un 10 a un 20% de los cambios en los sueldos y en la distribución de los ingresos de los países avanzados*

En cuanto a otros factores como la mayor movilidad de capital, la deslocalización de la producción a países de sueldo bajo, o la inmigración, los efectos sobre los mercados de trabajo parecen haber sido modestos.

Los estudios recogidos en el trabajo del FMI no cuestionan el hecho de que el proceso de globalización no de lugar a una mayor sensibilidad de los sueldos y del empleo a shocks externos, contribuyendo de esta forma a la inseguridad laboral.

Sin embargo, la mayoría llega a la conclusión de que la influencia más importante de los mercados de trabajo en los 80 y 90 ha sido un desplazamiento de la demanda desde los trabajadores no cualificados a los cualificados. *Desplazamiento que ha sido impulsado por la tecnología y que ha dado lugar a una mayor desigualdad de sueldos o a un mayor desempleo entre los poco cualificados.*

Sin embargo, en la práctica parece difícil separar de forma empírica el impacto de la tecnología de la globalización u otros factores. El cambio tecnológico y la globalización son en definitiva dos procesos que se refuerzan mutuamente.

Puede ser que parte del debate se origine como consecuencia de una aproximación a estos dos factores como si ellos fueran independientes. En realidad no lo son.

La influencia de la tecnología en sectores en los que un país tiene una ventaja comparativa es considerable, por lo que la tecnología afecta a los bienes que exporta y a los que importa. A medida que la tecnología cambia en un país, la ventaja comparativa de sus sectores económicos puede cambiar, así como la ventaja comparativa de los sectores de otros países. Además, el comercio puede acelerar el ritmo de innovación tecnológica, por lo que puede acelerar la reducción de trabajo no cualificado. Esto nos

* Slaughter, M. y P. Swagel. *The Effect of Globalisation on Wages in the Advanced Economies*, IMF, Working Paper, 97/43, Abril 1997.

recuerda que el cambio tecnológico se acelera con la competencia, proceda esta de fuentes nacionales o internacionales.

En todo caso, sería inútil intentar frenar la inversión internacional de las empresas residentes en un país ni poner muchos obstáculos a su establecimiento en el país receptor. Es mejor compensar a los perdedores a partir de los beneficios que recibe la sociedad en su conjunto, por medio de medidas redistributivas.

El echar la culpa exageradamente al comercio internacional de los problemas del mercado de trabajo de los países industrializados podría llevar a cortar, reducir o suprimir el comercio con los países que tienen niveles inferiores de salarios (y de protección social, que es también un costo laboral para el empresario), lo cual sería un error.

El comercio con países de menor nivel de salarios es provechoso para nosotros, porque importamos productos tan buenos como los que hacemos aquí y más baratos, y es provechoso para ellos porque se pueden desarrollar mejor. La sociedad en su conjunto gana con ello y debería ser capaz de compensar a los sectores de nuestros países que pierden o sufren menoscabo en su remuneración por este comercio, que ni es masivo ni exige compensaciones enormes.

En el caso de España, la mayor parte de las manufacturas que compramos provienen de países con niveles de salarios superiores a los nuestros (Francia, Alemania, Italia, Holanda, etc.), por lo que no parece relevante intentar estimar el impacto de las importaciones de países con salarios inferiores sobre los niveles de salarios y de desempleo de nuestro país. Si parece más interesante estimar la relación entre el incremento del comercio intraindustrial y el desempleo, Luis de Sebastian¹ ha calculado recientemente la relación entre el valor de las exportaciones no energéticas del periodo 1984-1995 y la tasa de desempleo, y ha hallado una correlación significativa, aunque pequeña.

La apertura de las economías sigue su curso y todavía falta mucho por hacer, sobre todo en Europa. Continúan entrando nuevos actores y países en la palestra del comercio y la inversión internacionales. Las tecnologías de producción y los métodos de organización y control de las empresas se difunden a todas las latitudes y a países con diferentes niveles de desarrollo. Por todo ello, no sería inimaginable que algunos sectores industriales se encontraran cada vez con una mayor competencia proveniente de estos nuevos actores. Cuanto más avance la globalización, más exigirá a las empresas para mantenerse a flote y navegando en mercados más flexibles pero también más amplios.

En el momento actual, lo que parece evidente es que la mayor parte de la actividad comercial de España está dirigida hacia la Unión Europea, situación que no parece que vaya a cambiar significativamente a corto plazo. Por otro lado, nuestra economía ha mostrado desde la adhesión a la UE, y si exceptuamos los dos últimos años, un déficit por cuenta corriente y de capital que contrasta con el ligero superávit del conjunto de países comunitarios. Los trabajos que han evaluado la sostenibilidad del desequilibrio exterior de la economía española concluyen que, en el pasado, la

¹ Luis de Sebastian: *El trabajo en el futuro*. Ediciones Deusto, 1997.

utilización del tipo de cambio ha sido una herramienta básica para conseguir reconducir situaciones de déficit externos excesivos. En el futuro, tras la incorporación a la Unión Económica y Monetaria, no habrá posibilidades de recurrir a este instrumento, por lo que se hace especialmente importante realizar las reformas estructurales necesarias para elevar la competitividad de nuestra industria.

Conviene recordar que, según la doctrina económica, no está en absoluto garantizado que la pertenencia a la UEM implique, por sí misma, una participación equitativa por parte de todos los países miembros de las mejoras en eficacia y en bienestar económico que trae consigo su propio funcionamiento. Aun cuando sea indudable que la participación en la UEM contribuirá al mantenimiento del clima de estabilidad macroeconómica que conviene a la inversión productiva y que al impulsar una mayor integración del mercado europeo-propiciará su asignación más eficiente, también lo es que la materialización de estos efectos requerirá de una participación activa de los agentes económicos y sociales, siquiera para contrarrestar los fallos distributivos del sistema de mercado. A este respecto, no se debe olvidar que la existencia de economías de escala, de experiencia y de aglomeración, tan frecuente en la mayoría de ramas productivas y, más aún, en los procesos de generación de capital tecnológico y humano, induce tendencias acumulativas de polarización de la actividad económica, lo que sugiere que los países que -como España- parten de una peor situación habrán de hacer un esfuerzo especial para sacar provecho de los beneficios potenciales de la unión económica y monetaria.

Debido a las economías de escala, los empresarios tienen un incentivo a concentrar la producción de cada bien o servicio en un número limitado de lugares. Debido a que la realización de transacciones en el espacio comporta unos costes, los lugares preferidos por cada empresa individual son aquellos en los que la demanda es grande o la oferta de factores es particularmente conveniente-que, en general, son los lugares que también elegirán las otras empresas. Por este motivo, la concentración de la industria, una vez creada, tiende a autosostenerse; esto se cumple tanto en lo que se refiere a la concentración de sectores individuales como por lo que hace a aglomeraciones de la magnitud del corredor de Boston-Washington.

Por todo ello parece especialmente importante que la política económica de nuestro país no se limite a perseverar en el cumplimiento de los criterios de Maastricht, sino que incluya una estrategia más ambiciosa y con un mayor horizonte temporal, orientada a remediar las limitaciones en la estructura y eficiencia de nuestro sistema productivo y, por consiguiente, la peor de sus consecuencias negativas: el paro. Se trata por tanto de inscribir la política de consolidación fiscal y estabilidad de precios que garantice la entrada en la UEM, en un plan de reformas estructurales y acciones de apoyo al crecimiento de la producción y el empleo que mejore el balance de beneficios/costes que se derivan de su estancia en ella.

Capítulo 6

Innovación Organizativa

1) Introducción:

El cambio tecnológico y la liberalización de los mercados están proporcionando oportunidades para nuevas y viejas empresas. Al mismo tiempo están intensificando las presiones competitivas para explotar estas oportunidades. La creciente accesibilidad de las tecnologías de la información y de la comunicación ha hecho posible la coordinación de la producción de bienes y servicios en localizaciones geográficas muy distantes entre sí, la mejora de eficiencia y de la calidad de la producción y de la capacidad para identificar y responder a las cambiantes preferencias de los consumidores.

Con la liberalización del comercio internacional, los movimientos de capital, los flujos tecnológicos y los mercados de productos, las empresas pueden comerciar entre ellas con mayor libertad en sus mercados tradicionales y acceder con mayor facilidad a los extranjeros. Al mismo tiempo, todas estas tendencias han reducido la duración de la ventaja competitiva. El buen rendimiento de las empresas depende cada vez más, no sólo de una dotación inicial satisfactoria de activos tangibles e intangibles, sino también de la capacidad *para adaptarse* a condiciones cambiantes mediante la continua renovación y reorganización de estos activos.

En este apartado vamos a examinar los vínculos entre la tecnología y la organización. Se centra en los cambios organizativos necesarios para enfrentarse a dos desafíos: la adopción de la tecnología y su uso para enfrentarse a la competencia global. Intenta analizar la forma en la que las empresas están estructurando sus operaciones para enfrentarse mejor a estas presiones competitivas. Las empresas se pueden reorganizar de dos formas: se pueden reestructurar internamente, por ejemplo cambiando las tareas y las responsabilidades de los trabajadores y alterando las relaciones entre ellos; o se pueden reestructurar externamente, cambiando las relaciones y las responsabilidades entre empresas, por ejemplo realizando un mejor uso de las compras externas de bienes y servicios. Como las empresas pueden combinar los dos métodos, los dos tipos de reorganización son discutidos aquí. La reestructuración económica también tiene lugar mediante el nacimiento y crecimiento de nuevas empresas, y la contracción y muerte de otras.

Algunos estudios recientes sobre cambio organizativo sugieren que la forma en la que las empresas se adaptan es cada vez más importante a la hora de determinar lo bien que funcionan. Sin embargo, las formas de adaptarse cambian, dependiendo del tipo de actividad de la empresa, las condiciones de factores y de productos, y el contexto más amplio de las políticas públicas y de los acuerdos institucionales.

Usando la evidencia de estudios de caso y encuestas, este apartado intenta examinar la forma en la que las empresas consiguen la flexibilidad y la adaptabilidad en la producción y distribución de bienes y servicios. También considera el impacto de sus estrategias en los trabajadores y en la calidad y de los puestos de trabajo. Por último, intenta comparar los desarrollos a nivel de empresa, con los que están teniendo lugar en el conjunto del mercado de trabajo.

2) Innovación Organizativa. Definición y Características:

A lo largo de este trabajo, una innovación organizativa se define como cualquier nueva técnica de división del trabajo a nivel intra o interempresarial, que permite ahorrar en el uso de los recursos o una mejor adaptación de los productos a las necesidades del consumidor y a las variaciones en el mercado. Se basan en métodos originales y eficientes de gestión de la información. La característica esencial de una innovación organizativa es que se centra en formas nuevas y más eficientes de gestionar las relaciones entre tareas y funciones a lo largo de la cadena de producción.

Puede implicar un simple "efecto de calidad", o puede suponer un "efecto diferenciación," que permitiría el suministro de productos con características únicas. Por ello, en lo que se refiere a la eficiencia económica, las innovaciones organizativas suponen tanto efectos-precio, (ahorro en los recursos), como efectos-no precio, (la calidad y diferenciación de los productos).

El ahorro en el uso de los recursos, que constituye el núcleo de la innovación organizativa, puede referirse al tiempo "global": aquel que separa la concepción de un producto de su lanzamiento, o puede referirse a un punto más "localizado" en el ciclo concepción-producción-distribución. De modo similar, también puede referirse a la mejor adaptación a las necesidades de los clientes.

En principio, las innovaciones organizativas no implican necesariamente el uso de tecnologías avanzadas de la información, o en general, innovaciones técnicas. Si en ocasiones se emplean o requieren tecnologías innovadoras, ello no condiciona por sí mismo la existencia de una innovación organizativa. Según el contexto, las innovaciones organizativas pueden actuar como complemento o como sustitutivo de las innovaciones técnicas.

La sustitución se da cuando la innovación organizativa es preferida a la innovación técnica. Se daría este caso allí donde, en la producción en masa, la calidad de los productos debe ser cuidadosamente controlada.

La complementariedad aparece cuando la innovación organizativa acompaña a la innovación técnica, añadiendo a los rendimientos obtenidos de ésta última los suyos propios. (Este es generalmente el caso en la instalación de tecnologías de la automatización o informatización, que implican una nueva división del trabajo). Por último, no es raro que una innovación organizativa abra el camino para una posterior innovación técnica.

3) La innovación organizativa. El punto débil de Europa.

Contrariamente a la idea general, Europa no está verdaderamente atrasada en investigación básica o I+D. El esfuerzo que se dedica a la investigación científica, aunque podría ser mejorado en algunos aspectos, se encuentra en un estado satisfactorio y puede compararse ventajosamente con el de sus competidores asiáticos y americanos.

La debilidad europea no se encuentra en este campo, sino en otro sitio. *La específica debilidad europea aparece en cuanto se examina la transformación de esta investigación en innovaciones y, finalmente, en productos acabados.* En otras palabras, es en el proceso que va desde el descubrimiento científico a la innovación, y de la innovación al mercado, donde encontramos la debilidad típicamente europea.

Este fenómeno no es necesariamente desconocido, y algunos estudios han identificado claramente la existencia del problema. Sin embargo, en estos casos, la solución ofrecida ha dejado de lado invariablemente el diagnóstico para recomendar todavía más investigación o I+D.

La mayoría de estudios de los casos de importantes empresas europeas demuestran que la dificultad específica europea, (en el proceso de conversión de la investigación en innovación y en productos acabados), debe tratarse de modo directo, poniendo por objetivo las causas de la ruptura del ciclo de innovación, porque el retraso que estamos considerando tiene una identidad muy clara: *es tanto de organización como de innovación.* Desde este punto de vista, Europa no ha sido todavía capaz de romper con los modos organizativos heredados del "fordismo", sea en los referente a la organización en el seno de una fábrica, o en lo referentes a la dirección de las actividades de I+D.

Como consecuencia de esta visión básica, en este apartado se argumenta que, paralelamente a los esfuerzos realizados en el marco de la política macroeconómica, *deben adoptarse acciones específicas a largo plazo que impulsen un programa de reforma organizativa.* Semejante acción debe basarse en un programa que emplee herramientas analíticas adaptadas al objetivo específico de promover la innovación organizativa, o de lo contrario, podrían perderse los esfuerzos realizados. Peor aún, estos esfuerzos podrían impulsar el progreso de los competidores de Europa.

Tras un período de fascinación por la tecnología, se está tomando conciencia de que la tecnología está en parte sometida a decisiones organizativas y en parte condenada a integrar opciones de esa índole. La misma amplitud de la revolución tecnológica crea alternativas en el campo propiamente técnico. Es necesario optar entre ellas, y está decisión es substancialmente organizativa. Una vez tomada una opción tecnológica es necesario complementar su aplicación con nuevos criterios organizativos.

Aunque en este capítulo estamos tratando sobre las nuevas formas de organización empresarial, es oportuno señalar brevemente que para potenciar al máximo la rentabilidad económica derivada de la introducción de las nuevas tecnologías, son necesarias reformas en muchas instituciones ajenas al mundo empresarial. La Universidad, la formación profesional, la administración pública, los sistemas de protección social, la cultura y las actitudes son algunas de ellas. Además hay que proponer otras nuevas. En definitiva, si queremos conseguir nuestros objetivos colectivos es necesario realizar un gran esfuerzo de innovación social y en especial, de ingeniería organizativa.

Para ello, hemos de dotarnos de las herramientas y actitudes adecuadas. No podemos esperar que la tecnología o la ciencia económica nos permitan superar todos nuestros problemas y carencias. Necesitamos también soluciones en el plano organizativo, incluyendo la dimensión política y la jurídica.

El desafío es difícil. La organización social afecta a nuestros intereses, y en economías que han estado tan protegidas como la española subsiste el deseo soterrado de asegurar rentas e intereses frente a la competencia y a la innovación. Tendemos a asegurarnos, aferrándonos a formas de identidad colectiva. Por otra parte, a menudo hemos de encontrar soluciones conjugando criterios antagónicos, (hemos de progresar simultáneamente en una profundización de la competencia y también es necesaria la cooperación).

Pero como ya he comentado, aquí basta señalar que el desafío organizativo supera el ámbito empresarial. En otros capítulos dirigiremos la atención a la innovación organizativa en otras instituciones. En la siguiente tabla*, que presenta el comportamiento comparativo de Europa frente a sus principales competidores, se puede ver que, en contra de la idea general, Europa no carece de ases en la manga.

Principales indicadores económicos de la investigación y la innovación referentes a Europa comparada a EEUU y Japón

| | <i>Europa</i> | <i>EE.UU</i> | <i>Japón</i> |
|---|---------------|--------------|--------------|
| Gasto en Investigación Académica | | | |
| (1) % de PIB (1988) | 0,38 | 0,29 | 0,18 |
| (2) Miles de millones de \$ (1988) | 10,5 | 13,0 | 2,8 |
| (3) % de la triada | 39,9 | 49,4 | 10,7 |
| % De Producción Científica | | | |
| (4) del mundo | 27,7 | 35,8 | 8,0 |
| (5) de la triada | 38,7 | 50,1 | 11,2 |
| (6) Eficiencia del gasto (5/3) | 0,97 | 0,98 | 1,04 |
| (7) Impacto Científico (1981) | 1,0 | 1,4 | 0,8 |
| Investigación y Desarrollo | | | |
| (8) % de la prod. mundial | 2,3 | 3,2 | 2,7 |
| (9) Volumen en miles de millones de \$ (1989) | 60,6 | 95,9 | 45,6 |
| (10) % de la triada | 30,0 | 47,5 | 22,5 |
| Ingenieros e investigadores | | | |
| (11) % de la población | 1,9 | 3,8 | 4,7 |
| (12) Número (miles) | 611,4 | 949,3 | 582,8 |
| (13) % de la triada | 28,5 | 44,3 | 27,2 |
| % de patentes en el mercado de EEUU (1991) | | | |
| (14) Peso mundial | 20,1 | 45,6 | 25,0 |
| (15) % de la triada | 22,2 | 50,3 | 27,5 |
| En Europa | | | |
| (16) Peso mundial | 42,6 | 24,7 | 24,4 |
| (17) % de la triada | 46,5 | 26,9 | 26,6 |
| Eficiencia relativa | | | |
| (18) Investigadores (15/13) | 0,78 | 1,14 | 1,01 |
| (19) I&D (15/10) | 74 | 1,06 | 1,22 |

* Tabla: Principales indicadores económicos de la investigación y la innovación referentes a Europa comparada a EEUU y Japón. Fuente: Recopilado por Amable y Boyer (1993).

Si dirigimos nuestra atención en primer lugar al nivel global, podemos realizar algunas observaciones.

Parece en primer lugar que, en porcentaje sobre el total del PIB, Europa realiza con mucho el mayor esfuerzo (38%), si se compara con el de los EE.UU (29%), y el de Japón (18%). En términos absolutos, (gasto en millones de \$ constantes de 1988), el esfuerzo europeo es importante, (10,5 M.m de \$), pero es claramente inferior al de los EEUU, (13 M.m de \$), aunque substancialmente más alto que el de Japón (sólo 2,8 M.m de \$).

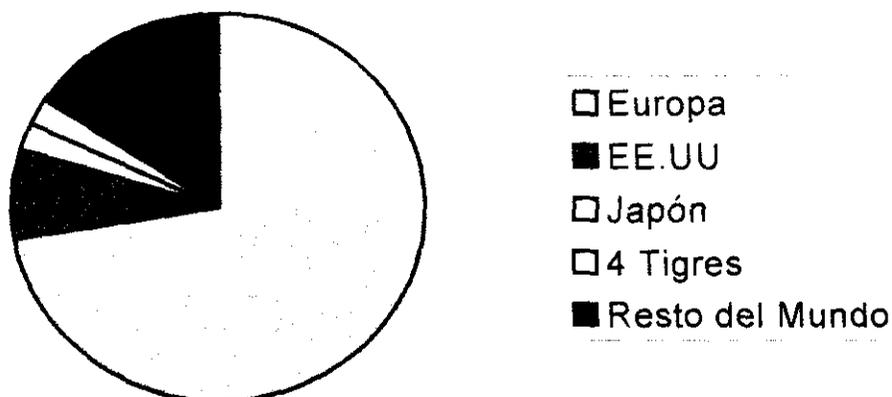
Esta investigación académica parece estar muy diversificada, y Europa no presenta debilidades significativas en ninguno de los principales campos, incluyendo la tecnología de la información. Muy al contrario, a menudo se encuentra en primera línea. Análogamente, la difusión y el reconocimiento internacional de la ciencia europea parece ser considerable. Si hacemos referencia al indicador más tradicional en este campo, (el número de referencias que se hacen a publicaciones europeas), puede señalarse que, si bien los científicos europeos han causado menor impacto que sus colegas americanos, dicho impacto continua siendo superior al de los japoneses.

Si consideramos la especialización relativa de los distintos países europeos, se descubre que cada una de las principales disciplinas científicas está representada en uno o más de los Estados Miembros. A menudo existen numerosos centros avanzados de investigación dentro de Europa. A este respecto destacan tres países: Alemania, Francia y Gran Bretaña, con una marcada disparidad respecto de los países europeos del sur (España, Grecia y Portugal).

El comportamiento europeo en investigación básica también puede compararse ventajosamente a un nivel más práctico: el de la investigación industrial, (filas 8-13 de la tabla). Aunque Europa se sitúa por debajo de los EEUU en términos absolutos, (60,6 M.m de \$ frente a 95,5 M.m de \$), supera a Japón (45,6 M.m de \$). En términos relativos, si estas cifras se comparan con el PIB respectivo de los países de la triada, el comportamiento europeo es menos bueno. Con un 2,3% de su PIB destinado a I+D, Europa se sitúa por detrás de los EEUU (3,2%), lo que no es sorprendente; pero también se sitúa por debajo de Japón. Solo Alemania tiene un comportamiento a nivel de EEUU y Japón. Los otros dos líderes en este campo son Francia y Gran Bretaña, que han experimentado un marcado declive.

Considerando los datos por sectores en relación con el gasto en I+D, es esencial resaltar un punto poco conocido pero muy importante: en el campo en el que Europa tiene tantas deficiencias, o sea, la electrónica y la tecnología de la información, el gasto europeo en I+D supera al de Japón, (15 M.m de \$ frente a 12 M.m de \$). En otras palabras, Japón, que tiene un superávit comercial con Europa en este campo, gasta en I+D sólo las cuatro quintas partes de lo gastado por los europeos. Volveremos más adelante al significado de estas cifras, ya que son el arquetipo de la paradoja que queremos destacar.

El resultado es que, al margen de determinados sectores específicos, (sobre todo la electrónica), Europa es con mucho autosuficiente, y goza del potencial necesario para generar un superávit comercial. En otros campos, como la aeronáutica o la industria aeroespacial, los europeos están consiguiendo importantes éxitos.



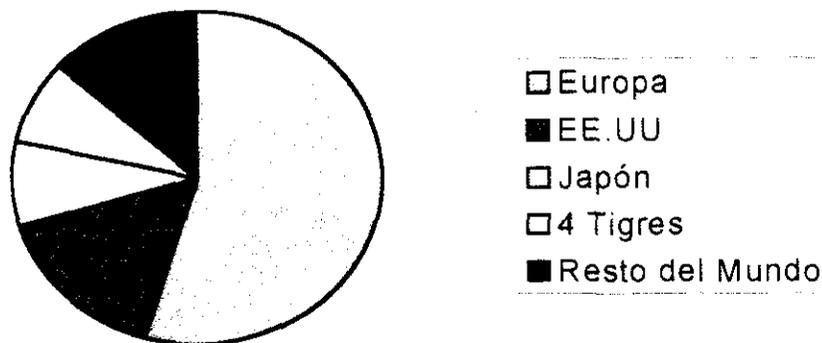
El cuadro relativamente optimista que acabamos de pintar cambia significativamente si ya no consideramos el comportamiento de la investigación como tal, sino la transformación de esta investigación en innovación. Un primer indicador en este sentido es el número de solicitudes de patentes, (filas 14-17, tabla). Las cifras hablan por sí mismas. En el mercado americano, que puede tomarse como una referencia significativa a este respecto, Europa queda muy por detrás de los EEUU, (20,1% frente a un 45,6% del total de solicitudes), y también por detrás de Japón, (25%). Estos resultados son aún más significativos si se recuerda que Europa supera ampliamente a Japón tanto en investigación básica como industrial. Ello ilustra claramente la idea de que *el problema europeo no reside tanto en la falta de investigación como en la "transformación" de los resultados de la investigación en innovación.*

Esta debilidad se aprecia también si consideramos los indicadores del "rendimiento" obtenido de la investigación en su conversión a innovación. En este punto, (filas 17-18, tabla), la apreciación cuantitativa de la eficiencia relativa de la investigación europea comparada con la de sus competidores de la Triada, es muy reveladora.

Relacionando el número relativo de solicitudes de patente presentado en los EE.UU por cada uno de los miembros de la Triada con el número relativo de ingenieros en cada país, se descubre que la eficiencia relativa de los investigadores europeos es de 0,78 contra 1,14 en los EEUU y 1,01 en el Japón. ¿Quiere eso decir que los investigadores europeos tienen menos formación o recursos a su disposición que sus colegas americanos o japoneses?. ¿Son tal vez menos creativos?. La respuesta a estas preguntas debe ser negativa si consideramos los datos vistos anteriormente. La respuesta hay que buscarla en otro sitio: se debe al modelo de organización europeo, que es claramente incapaz de garantizar la transformación de los resultados de la investigación en innovación, o aún más grave, como veremos en seguida, de orientar la investigación desde un principio hacia la innovación.

Podemos señalar en conclusión que el mismo modo de cálculo, (relacionar los datos de la fila 15 con los de la fila 10), produce resultados parecidos pero aún más desfavorables. Si consideramos, no la eficiencia de los investigadores, sino la de I+D, la eficiencia en I+D europea es de 0,74 frente al 1,6 de los EEUU y al 1,32 de Japón. Ello representa aquello que podemos llamar "paradoja europea". La pérdida de eficiencia en el uso de los recursos para la innovación se hace cada vez mayor a medida que uno se

Importaciones 1996: Valor total 92 M.M de ECU



aleja de la investigación básica y avanza hacia la innovación. Si se consideran las tecnologías de la información, aun pueden extraerse más conclusiones.

Como ya sabemos, las tecnologías de la información son el talón de Aquiles de la competitividad europea. El futuro se va a decidir en gran medida en este campo y es aquí donde los resultados europeos son más pobres. Por estas razones resulta provechosa una exploración más en profundidad.

Los datos recogidos en los gráficos* son preocupantes, ya que muestran la discrepancia entre Europa como consumidora de equipamiento electrónico, (donde el mercado es vasto, diversificado y dinámico), y Europa como suministradora, que es cada vez menos capaz de hacer frente a la demanda interna.

De hecho, según el Observatorio Europeo de Tecnologías de la Información, el déficit comercial en productos de Tecnologías de la Información y de la Comunicación (ICT), empeoró en 1996. Pasó de 17,7 M.M ECU en 1995 a 18,2 M.M de ECU en 1996. Dentro del conjunto de las exportaciones, los equipos de telecomunicación han mostrado un comportamiento mejor que el de los productos de tecnologías de la información.

Si nos atenemos a los resultados de los numerosos estudios hechos en este campo, (los análisis realizados en el marco de la preparación del IV Programa Marco de Investigación Comunitaria, o los trabajos de Catinat⁺ (1993), y Mytelka⁻⁻⁻ (1994) son especialmente relevantes), queda claro que la capacidad europea como suministradora se está reduciendo. El número de "empresas europeas" está en declive, ya que antiguas empresas europeas están desapareciendo o cayendo bajo control extranjero, (la absorción de ICL por Fujitsu, la creciente participación extranjera en Bull, etc.). En general, y aparte de algunos sectores (como el de las telecomunicaciones), Europa se enfrenta a un grave peligro en los sectores de la electrónica y la tecnología de la información.

* Gráficos: Importaciones y Exportaciones de equipamientos de Tecnologías de la Información y de la Comunicación (ICT) europeos. Fuente: European Information Technology Observatory 98.

⁺ Catinat, M. *Les industries des technologies de l'information*, en *Enterprise France-Made in France*, Ed. Hachette, 1993.

⁻⁻⁻ Mytelka, L.K. *Strategic Partnerships and the World Economy*, London, Printer Publishers, 1991.

Si no olvidamos que el gasto europeo en I+D en este sector es bastante mayor que el japonés (15 M.m de \$ frente a 12 M.m de \$), está claro que hemos identificado el núcleo de una paradoja que requiere una explicación más amplia.

Para interpretar correctamente los datos anteriores, que muestran *claramente la brecha existente entre el esfuerzo investigador y los resultados innovadores*, (medidos tanto en términos de patentes como indirectamente por el comercio de tecnología de la información), se hace evidente que las dificultades europeas son relativamente recientes. En la práctica coinciden con los cambios en las formas organizativas que se hacen necesarias a medida que cambian los mercados.

Si seguimos el desarrollo de la economía europea desde sus comienzos a finales de los años 50, encontramos que durante las primeras décadas tuvo un buen comportamiento y logró progresivamente consolidarse. El objetivo inmediato era sencillo: alcanzar a los EE.UU y adoptar un modelo específico de crecimiento y desarrollo, (la producción en masa), que había resultado eficaz en América. Cara a este objetivo, el comportamiento de Europa fue incluso brillante. Hizo uso de técnicas ya ensayadas y probadas en aquel momento: tecnología de producción en masa junto a especialización en productos destinados a los mercados alto e intermedio para poder explotar sus puntos fuertes tradicionales, una mano de obra altamente especializada y un *know how* tanto especializado como diversificado.

En el campo de la fabricación y del desarrollo, que puede considerarse el de más alta prioridad, los vehículos esenciales para la competitividad de una empresa eran la explotación de las economías de escala que nacían de la división de tareas y funciones, y de la especialización de las mismas.

Sin embargo, y hablando genéricamente, las universidades y los centros de investigación estaban a menudo aislados de la industria, y la propia industria estaba distanciada de los servicios necesarios para su funcionamiento. A niveles más restringidos, el principio de separación y especialización se manifestaba con toda su fuerza y existía poco contacto entre la investigación básica y la aplicada, o entre ésta última y la investigación industrial. De conformidad con el principio de especialización, (que en aquellos momentos se consideraba el principio fundamental de la eficiencia económica), tales tareas se compartimentaban y eran desempeñadas por personas con diferentes especialidades en diferentes departamentos.

El resultado fue un modelo simple y sólido que se caracterizaba por una visión *lineal o secuencial* de la relación entre investigación e innovación. La idea subyacente a semejante modelo es que, para poder beneficiarse de las ventajas de la especialización, se debe “progresar” desde la investigación académica a la investigación aplicada, y de ahí, a la investigación industrial, a los prototipos y a la innovación. El mismo principio o “progresividad” se aplica a la propia producción: el predominio y autonomía de la tarea de diseño frente a la de fabricación, y una clara separación entre una y otra de modo que cada departamento, (recursos humanos, producción, control de calidad, etc), tenga su propia estructura de dirección y sus propias normas.

Merece la pena reiterar que durante largo tiempo este sistema fue eficiente. Sin embargo, con las ventajas que nos da la perspectiva histórica, puede verse que dicha eficiencia se basaba en ciertas condiciones implícitas. Una de ellas era la existencia de

un mercado creciente de productos homogéneos y estandarizados, y otra eran las trayectorias tecnológicas estables y los productos con largos ciclos de vida. Bajo tales condiciones, los criterios clave de la eficiencia económica eran un precio competitivo y la capacidad de suministrar con rapidez a un mercado masivo. Así se expandió el modelo organizativo que se halla en el fondo del sistema de producción en masa.

Como han puesto de manifiesto numerosos estudios, un punto importante de la cuestión es que estas condiciones ya no existen (Dertouzos[†] et al, 1989; Taddei y Coriat[‡], 1993). Con la aparición del libre comercio y el creciente potencial de los países recién industrializados, los mercados que eran sobre todo “demandantes” se han convertido en suministradores. Al mismo tiempo, la extensión de la revolución electrónica desestabilizó las direcciones tomadas por la innovación tecnológica tanto en el campo de los productos como en el de las técnicas de producción. Una nueva serie de parámetros ocupa un lugar cada vez más preferente en la competitividad relativa de las empresas y las naciones.

De este modo, el tiempo necesario para llevar un producto al mercado y la capacidad para modificar y diferenciar productos a fin de adaptarlos a distintos grupos de consumidores actuales o potenciales se han convertido en los elementos claves de la competitividad. En consecuencia, si se busca asegurar la competitividad de las empresas, lo que ahora se requiere es un nuevo modelo de gestión de la investigación y de la innovación. El modelo precedente ha alcanzado sus límites, límites cuya existencia demostraban aquellas empresas y naciones que no habían adoptado los cambios organizativos que exigen los nuevos tiempos. En sentido contrario, aquellos países que disponían del *know how* para innovar en el campo de la organización gozaban de una sólida posición sobre la que podían construir constantemente, poniendo en juego conjuntamente las ventajas acumuladas y los efectos del aprendizaje (Freeman^{†††} et al, 1993).

Para Europa, que permaneció en gran medida aprisionada por el viejo modelo, la lección a extraer de estas transformaciones es que, más que hacer “más” dentro del viejo modelo, sería mejor hacer las cosas de modo “*diferente*”. Lo que está en juego es nada menos que la necesidad de cambiar de modelo.

Volveremos a este punto con mayor detalle en otros apartados. Aquí, basta decir que la investigación y la innovación ya no pueden organizarse de un modo secuencial, sino más bien de un modo *iterativo*, estableciendo intercambios de información permanentes entre los actores. Análogamente, la investigación ya no puede concebirse en una completa ignorancia de las demandas, los límites de la producción o los mercados. De hecho, a menudo serán los imperativos de la producción los que guiarán el diseño. Es en este sentido en el que las nuevas formas de división del trabajo se han convertido en la piedra de toque del cambio y de las condiciones necesarias para una mejora de la competitividad.

[†] Dertouzos M. R.K. Lester and R. Solow, *Made in America*, Cambridge, MA: MIT Press, 1989.

[‡] Taddei, D. and B. Coriat (ed) *Made in France. L'Industrie française dans la compétition mondiale*, Hachette, 1993.

^{†††} Freeman, C. and L. Soete, *Macro-Economic and Sectorial Analysis of Future Employment and Training Perspectives in the New Information Technologies in the European Union*. Report for the Commission of the European Community, Brussels, 1993.

Son varias las formas en las que se puede representar este modelo. Aquí se propone una que parece especialmente adecuada a los problemas específicos que Europa debe resolver (ver Gráfico).

Como puede verse, se inspira en experiencia japonesa y pone el acento en ciertos puntos clave del nuevo modelo cuya introducción es tan necesaria. Este modelo subraya algunos de los elementos esenciales de las dificultades europeas, e indica claramente el tipo de cambios a realizar.

Los principales puntos acentuados son los siguientes.

- 1) La característica principal de semejante modelo es que está construido a partir de una "cadena central de innovación", en torno a la cual pueden identificarse dos "circuitos de realimentación": "corto", (si se refiere a actividades como el comercio, el diseño, la fabricación u otras similares) o "largo", (si la información debe pasar por los laboratorios de investigación). De este modo, se hace evidente la brecha que existe entre el modelo clásico, (de tipo secuencial y lineal), y el nuevo. Al contrario que el anterior, este modelo se concibe como un sistema de circuitos, establecido a partir de interacciones con la "cadena central de innovación" sistemáticamente construidas.
- 2) Estas interacciones unen entre sí todas las funciones esenciales para la innovación, estableciéndose distintos tipos de interacciones entre las diferentes funciones de fabricación e innovación implicadas en la creación de una novedad. Gracias a sistemas apropiados de intercambio de información, estas interacciones introducen los principios de simultaneidad, (en la dirección de las distintas funciones implicadas en la innovación), allí donde el principio de secuencialidad era la regla. De este modo, aunque el mercado continúa siendo la meta final de la investigación y la innovación, también se convierte en un punto de partida y un estímulo para las mismas. La producción y la investigación toman como punto de partida la información sobre el comportamiento y demandas de los consumidores. Por ello, la innovación "concluye" desde el mismo momento en que se inicia. Contribuye mucho a su eficiencia el que, durante la actividad de producción, las interacciones entre la investigación y el mercado, (o cliente), se gestionen de tal modo que anticipen en cada fase los problemas que puedan surgir, y se encuentran las soluciones óptimas.
- 3) Las empresas japonesas japonesas son tan eficientes porque tienen un gran dominio de los "circuitos cortos" de la cadena de innovación. Aoki[†] señala que los "circuitos cortos" en las empresas japonesas se crean gracias a la comunicación horizontal entre unidades adyacentes, y al hecho de que existe un flujo de empleados entre las mismas. En general, todas las innovaciones japonesas de la gestión de producción que se basan en la descentralización y en compartir la información, (como el trabajo en equipo), son elementos que estimulan mucho la circulación de información a lo largo de los "circuitos cortos".

[†] Aoki, M. *Information, Incentives and Bargaining Structure in the Japanese Economy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988,

- 4) Si miramos con atención el proceso de innovación descrito en la figura, observamos que uno de los elementos cruciales es la definición de la misión encomendada a cada una de las diferentes categorías de trabajadores implicados en la cadena central. Una diferencia clave entre el modelo japonés y el modelo occidental tradicional es que en el primero el papel central lo desempeña el "ingeniero de división", mientras que en la empresa occidental, éste corresponde al "investigador" en el laboratorio central. Las funciones del ingeniero de división están concebidas de modo que él o ella sea al mismo tiempo un especialista en producción y un investigador. Más precisamente, su tarea es gestionar las conexiones entre investigación y fabricación.

En un entorno económico cada vez más competitivo, las empresas están buscando estrategias más flexibles e innovadoras y nuevas formas de organización y producción que respondan mejor al proceso de globalización, a las cambiantes preferencias del consumidor y al cambio tecnológico. Cada vez hay mayor evidencia de que la organización del diseño, producción y distribución de bienes y servicios a nivel de empresa es la clave para la adopción y uso de las nuevas tecnología y por tanto para la competitividad.

Aunque esta explicación podría ser más extensa, los comentarios realizados en este apartado bastan para el propósito de este apartado, que es mostrar como las innovaciones en la organización y la dirección de producción son elementos esenciales de la competitividad; y pueden explicar muchas de las diferencias entre el comportamiento europeo y el japonés.

Ante la pregunta *¿Cómo puede un menor esfuerzo investigador en el Japón transformarse en un mejor comportamiento en términos de innovación?, entiendo que la oposición entre un modelo "secuencial" y uno "reiterativo" constituye un elemento esencial de la respuesta.* Además, nos indica cuál debe ser el camino futuro de la economía europea.

En conclusión, a pesar de las graves dificultades a las que hoy se enfrenta la economía comunitaria, existe un camino práctico para salir de los círculos viciosos de competitividad y empleo en los que Europa parece estar atrapada. Además de las medidas macro económicas, que pueden y deben ser tomadas, se necesita una acción resuelta en inversión no material para revitalizar la capacidad europea de innovar.

Asociando los beneficios derivados de la calidad a aquellos que se derivan de la diferenciación, se puede reforzar la capacidad de revitalización de la competitividad europea. A partir de entonces, la explotación de las ventajas tradicionales europeas, especialmente su fuerza de trabajo muy cualificada y su *know how* acumulado en muchos sectores de la industria y los servicios, puede servir como base para una recuperación sólida de su competitividad y su nivel de empleo. En los siguientes apartados se estudia las formas innovadoras de organización desde la convicción de que son esenciales para devolver a Europa la competitividad y por tanto la creación de empleo.

4) La Organización flexible:

Como hemos visto en el apartado anterior, la Unión Europea se enfrenta a una serie de importantes desafíos que amenazan tanto el mantenimiento de su crecimiento económico como la cohesión social y política de sus Estados miembros. En el contexto de un sistema comercial tendente a globalizarse se hace imperativo que la economía europea sea capaz de sostener la competitividad de sus sectores comerciales, proporcionando al mismo tiempo servicios no comerciales a su población con el máximo efecto y el mínimo coste posible. Antiguamente se creía que estos objetivos se podían alcanzar a través de la adopción de las más modernas y complejas tecnologías, y por esta razón tanto la Unión Europea como sus Estados miembros invirtieron grandes recursos en I+D y en la adopción de tecnologías aplicadas avanzadas. Sin embargo, los rendimientos de este esfuerzo innovador han sido muy bajos y se ha hecho evidente que es necesaria una nueva aproximación.

Si se contempla el comportamiento de quienes han innovado con éxito en la economía global, se observa que una condición previa para una utilización con éxito de los recursos inventivos y de las nuevas tecnologías aplicadas es la adopción de nuevas formas de organización en el seno de las empresas, entre las empresas, y en las relaciones entre el sector privado e instituciones sociales más amplias. Por ello, los actores principales del proceso innovador no sólo deben operar en las nuevas modalidades, sino también en un contexto menos aislado. La reestructuración requerida para recuperar la competitividad se ve impulsada en parte por las fuerzas del mercado, pero existen áreas críticas en las que éste falla, y exigen por ello una respuesta política concertada, sea a nivel local, nacional o europeo según convenga.

El desafío al que se enfrentaba la Europa de la posguerra era alcanzar el futuro, no inventarlo. Ello implicaba adoptar un esquema particular de producción industrial que había sido desarrollado en los EE.UU y después transferido a otras partes del mundo en parte a través de la actuación de las multinacionales americanas. Su difusión supuso un proceso de “internacionalización”; un período en el que el modelo único de producción en masa “fordista” fue ampliamente rechazado, implicando no sólo la adopción de particulares estructuras organizativas y tecnologías por parte de las empresas, sino también la construcción de infraestructuras físicas e institucionales de apoyo por parte de los gobiernos.

En los últimos años hemos empezado a movernos desde esta era de internacionalización, (en la que existía una única estructura de producción), hacia una era de “globalización”. Nos encontramos en un mundo mucho más inseguro y complejo en el que la competencia se ha convertido en multidimensional y multipolar. La complejidad de la respuesta competitiva y las tensiones entre la producción local y global se extienden virtualmente a todos los sectores industriales, y también a sectores de servicios como la banca, los seguros, la distribución o la contabilidad. Ello quiere decir que ya no existe una única “mejor manera” de hacer las cosas; la globalización implica la multiplicidad de las trayectorias de innovación frente a rivales procedentes de todas las partes del mundo.

En la “era fordista” de la producción, las exigencias de la competitividad eran a un tiempo estables y limitadas. Manteniéndose dentro de niveles “aceptables” de calidad, la dominación del mercado se alcanzaba a través de la competencia en precio, y era

creencia general que niveles más altos de calidad y la diferenciación de productos e innovación sólo podían alcanzarse a través de mayores costes de producción. Desde principios de los años 80 los productores americanos y europeos se empezaron a enfrentar a una nueva forma de competencia procedente del Japón.

Se trata de una competencia en la que la competitividad en precio venía complementada por una capacidad para acortar los ciclos de innovación de los productos, y para producir a niveles más altos de calidad y con mayor diferenciación. Estos nuevos competidores también demostraron ser considerablemente más capaces de ajustar su producción para adecuarla a mercados fluctuantes, así como a las características peculiares de los diferentes mercados finales.

Inicialmente muchas empresas europeas y americanas creyeron que podían alcanzar estos mismos resultados mediante la introducción de nuevas tecnologías de automatización basadas en el uso de las tecnologías de la comunicación e información. Sin embargo, cuando éstas se introdujeron en formas de corte “fordistas” de organización, *su impacto fue muy limitado*.

A medida que la década avanzaba, se hizo evidente que los resultados superiores japoneses surgían más de la introducción de diferentes modos de organización que de la introducción de nuevas tecnologías de proceso (Kaplinsky*, 1994). Por ello, la respuesta inicial de algunos competidores no japoneses fue adoptar algunos de estos modelos organizativos, como los círculos de calidad, la producción JIT o los programas de cambio cultural al estilo americano. En muchos casos, la adopción puntual de estas técnicas organizativas mejoró de hecho los resultados competitivos, *pero se ha hecho evidente que cuando estos cambios organizativos se adoptan aisladamente, los rendimientos competitivos son limitados y de corta duración*.

Se hace por ello esencial una aproximación integral a la reforma de la organización de la producción. Por ejemplo, la calidad tiene que integrarse en toda la cadena de innovación, desde el laboratorio de desarrollo, través de la ingeniería de detalle y la ingeniería de proceso, a la propia producción y después a la distribución. Análogamente, la producción JIT no se consigue únicamente reorganizando los tiempos de producción, sino que también requiere cambios en las relaciones con los suministradores y clientes. La innovación rápida y efectiva de un producto no puede alcanzarse a través de la adopción de la tecnología CAD o a través de la reorganización del departamento de diseño en el seno de una empresa, sino que es necesario modificar las relaciones entre los departamentos de diseño, producción y marketing, y también deben organizarse nuevas relaciones con los consumidores y los suministradores.

El mensaje es muy claro y consta de dos cuestiones vinculadas. En primer lugar, las bases de la competencia han cambiado en muchos mercados y en muchos sectores, y los atributos del precio ya no son los adecuados. En segundo lugar, los nuevos atributos competitivos no pueden alcanzarse únicamente a través de la introducción de nuevas tecnologías de proceso. *La misma base de la organización productiva debe ser modificada, y ello debe realizarse en un marco integrado que incluya las relaciones con las partes ajenas a la propia empresa*.

* Kaplinsky, R. *Easternisation: The Spread of Japanese Management Techniques to Developing Countries*, Londres, Frank Cass, 1994.

Un componente particularmente crítico del nuevo desafío organizativo se encuentra en la esfera de las relaciones industriales, en las que las estructuras de la producción en masa continúan aún profundamente arraigadas. Incluso aquellas empresas que están luchando para adecuarse a estas nuevas formas de organización se encuentran constreñidas por la herencia de actitudes pasadas. En aquella perspectiva de la producción en masa, el impulso dominante ha sido más el de obtener la obediencia que el de ver a los trabajadores de "mono azul" como agentes de la mejora y el cambio.

El resultado ha sido una forma de organización del trabajo basada en la especialización de tareas y oficios, la separación de la concepción y la producción, y el desarrollo de relaciones industriales impregnadas más de un espíritu de desconfianza y hostilidad que de cooperación e interés común. Ello exige numerosos cambios: una mayor inversión en la fuerza de trabajo, nuevas formas de diseño y mejores condiciones laborales. La consecuencia más probable de estos cambios es que tanto la dirección como los trabajadores tengan un verdadero interés en una mayor estabilidad del empleo.

Así, una mejora sostenida de la calidad exige también un entorno de trabajo de alta calidad. Pero requiere también trabajo en equipo, diálogo entre los trabajadores y la dirección, y una mayor participación de los empleados; ya que la calidad no puede ser ya vista como responsabilidad única de los trabajadores especializados en el control de la calidad. Las innovaciones en el proceso requieren también nuevas formas de relaciones laborales.

Como veremos en otro apartado, la difusión de los bloques de construcción como método de fabricación integrada por ordenador, (CIM), ha supuesto que la producción se haya hecho cada vez más intensiva en capital, y ello implica que la productividad depende de la fiabilidad de las máquinas. Es también un entorno en que la impredecibilidad y las averías pueden suponer una severa penalización, *y en el que una respuesta responsable y autónoma de los trabajadores es un componente esencial de una producción eficiente.*

Además, la complejidad de gran parte de esta tecnología de proceso supone que los trabajadores deben realizar tareas que exigen un conocimiento técnico del proceso de producción y de gran parte de la tecnología. Por ello, y a todos los efectos, la utilización eficiente de innovaciones en el proceso requiere una fuerza de trabajo flexible y multidisciplinar, y que participe activamente en afrontar los desafíos que plantea la producción.

Pueden hacerse observaciones análogas respecto del desarrollo de la tecnología de producto. La mejora continua de los productos requiere una gran interacción entre todos los empleados, y no puede ser responsabilidad única de trabajadores especializados en la investigación. En particular, para tener éxito, se exige que los trabajadores "de mono azul" se conviertan en participantes activos en el proceso de cambio. Incluso en proceso de desarrollo de productos completamente nuevos requiere nuevos patrones de interacción y una nueva voluntad de participación que vaya más allá de los estrechos horizontes del departamento de I+D.

En todos estos aspectos tienen una importancia crítica las nuevas formas de proceso social. Se requieren nuevas actitudes tanto de la dirección como de la fuerza de trabajo, y ello se traduce a menudo en una necesidad de nuevas formas de relaciones industriales. En ambos casos, una producción eficiente exige niveles más altos tanto de compromiso como de confianza, de todas las partes sociales implicadas. La evolución de las relaciones industriales en países como Alemania o Suecia muestra como esta confianza y compromiso pueden combinarse efectivamente con sólidas formas contractuales.

Durante muchos años fueron los americanos los que establecieron los estándares de la gestión de la producción moderna. Sus libros de texto, revistas y manuales sobre la dirección de la producción y distribución se distribuyeron y extendieron ampliamente. Pero está cada vez más claro, (por las razones que acabamos de señalar), que la nueva ortodoxia organizativa procede ahora de esquemas establecidos por los japoneses. Conceptos tales como gestión de calidad total, JIT o "Kaizen", (mejora continua) se difunden rápidamente por Europa y otros lugares, por ejemplo, bajo el nombre de "producción simple" que popularizó el programa de investigación del MIT sobre la industria del automóvil, (Womack* et al. 1990).

Este conjunto de técnicas organizativas representan un "corpus" acumulado de prácticas organizativas que se ha desarrollado y refinado a lo largo de un período de 30 años y que, obviamente, tiene una gran importancia para numerosos sectores y países. Es útil para los productores europeos por que suministra la clave para reabrir las puertas del crecimiento de la productividad a través de:

- Reducción de estructuras de dirección complejas y burocráticas.
- Integración de los procesos de concepción y ejecución, haciendo con ello el ciclo de diseño más rápido y efectivo.
- Introducción de técnicas de "diseño orientado a la fabricación" que facilitan la organización de las operaciones en la producción y en los servicios.
- Eliminación de actividades inútiles en las áreas de fabricación y servicios; mejorando con ello la calidad, acortando los ciclos de entrega, y recortando los costes.
- Flexibilización de la producción y los servicios, permitiendo con ello a las empresas hacer frente a las variadas necesidades que se hacen evidentes en mercados globales cada vez más cambiantes.
- Establecimiento de relaciones a largo plazo con suministradores y clientes, acelerando con ello la innovación, reduciendo costes y permitiendo la adecuación de la producción y los servicios a las exigencias individuales de determinados mercados.
- Obtención de un enfoque más exacto de los mercados finales en lo que se refiere a distribución, calidad, adaptación al cliente y servicio.

En lo que se refiere a estos objetivos competitivos, las empresas europeas se han visto atraídas por este esquema organizativo japonés ya que es evidente que ha sido la fuente de la ventaja competitiva japonesa.

* Womack, J.P., Jones, D.T. and D. Roos, *The Machine that Changed the World*, New York. Rawson Associates, 1990.

Sin embargo, es necesario tener una visión un tanto crítica, si se desea que la industria europea tenga éxito en la adopción de las nuevas formas de organización que serán apropiadas para la producción competitiva de los años 90 y en adelante.

En primer lugar, muchas de las ideas que yacen tras el concepto de "producción simple" se acercan mucho a modelos y aproximaciones desarrolladas tanto en Estados Unidos como en Europa. A título de ejemplo, son muchas las empresas europeas que han empleado trabajadores multifuncionales y trabajo en equipo; otras empresas europeas han evitado la estricta división del trabajo entre trabajadores administrativos y de taller, y hasta cierto punto han alcanzado una cierta interacción entre las diferentes divisiones funcionales.

Conceptos como "la fábrica enfocada" (Skinner*, 1974), "la fábrica del futuro" (Agurén y Edström**, 1980) y la "producción enfocada al flujo" (De Sitter, 1981) no son nuevos. Han sido objeto de discusión durante al menos dos décadas. También merece la pena tener en cuenta que la aproximación de calidad total, (que los japoneses han utilizado tan efectivamente), se desarrolló inicialmente en los Estados Unidos en los años 30.

Por todo ello, parece que la industria europea no está necesitada de ideas o recursos, sino que ha tenido malos resultados en la aplicación sistemática de estas ideas a fin de asegurar una continua mejora e innovación a largo plazo, o en el crecimiento de una "cultura de aprendizaje".

En semejantes circunstancias, es importante señalar que *no existe ningún atajo que permita alcanzar una producción competitiva a través de la adopción sin crítica de aquello que prescribe "la producción simple", o cualquier otro "recetario" que prometa un camino fácil a la competitividad japonesa.*

En segundo lugar, la "producción simple" se ha identificado con intentos exitosos de promover innovaciones incrementales a través del uso de tecnologías ya disponibles y probadas. El éxito de las técnicas organizativas japonesas se refleja con máxima claridad en su status de "rápido seguidor". Pero, hasta ahora, la fuerza del Japón no se ha encontrado en el campo de la invención y de la rápida innovación en la que han sobresalido gran parte de la industria, la ciencia y la tecnología europeas. En este sentido es fácil ver que Europa es capaz de mucho más que de defender lo suyo frente a la innovación japonesa.

Pero donde la industria europea ha fracasado y donde la exigencia de nuevas prácticas organizativas es más evidente ha sido en la habilidad para transformar con rapidez la invención en productos introducidos con éxito en el mercado. La experiencia de Philips con la superior tecnología del VCR2000 es un ejemplo de esto.

* Skinner, W, *The Focused Factory*, Harvard Business Review, Vol. 52, No3, pp. 113-121, 1974

** Agurén, S, and J. Edström, *New Factories: Job Design Through Factory Planning in Sweden*, Stockholm, SAF, 1980.

En tercer lugar, el propio Japón están sufriendo un proceso de cambio social que sugiere que partes de su fuerza organizativa y de su estructura de relaciones sociales, (incluyendo su mercado de trabajo), tal vez ya no sean las óptimas para el entorno competitivo emergente. Niveles cada vez más altos de educación y de intercambio cultural global han alterado la visión que muchos japoneses tienen del trabajo y de la familia, y de las relaciones de poder tanto dentro como fuera de la empresa. Incluso en Japón, el desempleo se ha convertido en un fenómeno "normal". La industria "pesada" tiene cada vez más dificultades para reclutar trabajadores de mono azul. Muchos jóvenes con estudios y en busca de trabajo se muestran escépticos ante las ventajas de un trabajo de por vida, y las mujeres trabajadoras se muestran cada vez más reticentes a su acceso parcial a una carrera profesional.

En cuarto lugar, tal vez Japón haya sido capaz de desarrollar un esquema de producción que permita a su industria competir con efectividad en mercados globales; pero las relaciones sociales que subyacen a esta especial forma de organización no se basan sólo en sus propias tradiciones políticas y culturales, sino que también incorporan características que no serían deseables o apropiadas en Europa. Los ciclos de producción cortos, los sindicatos débiles y las largas jornadas laborales resultan muy poco atractivas para las estructuras europeas de democracia y vida familiar. Consecuentemente, aunque las estructuras organizativas japonesas pudieran utilizarse con efectividad para hacer frente a los desafíos competitivos del futuro, *no serían necesariamente por ello un modelo adecuado para la sociedad y estructura europeas.*

Por estas razones queda claro que aunque la industria europea tenga mucho que aprender de las innovaciones organizativas surgidas del Japón o de otros lugares, no puede y no debe adoptarlas sin crítica alguna. No sólo porque muchas de estas técnicas tengan que ser modificadas para afrontar el entorno competitivo evolutivo de los años 90 y posteriores; sino porque son inherentemente sociales en su naturaleza y tendrán que ser reformadas para reflejar las tradiciones particulares que se encuentran en Europa. Además, como veremos en la siguiente sección, Europa ha comenzado a desarrollar sus propias capacidades organizativas, y éstas proporcionan un adecuado trampolín para un programa concertado de apoyo a la innovación organizativa.

5) Perspectivas europeas de Innovación Organizativa:

A lo largo de la década pasada Europa se ha visto inundada de modelos, instrumentos y medidas organizativas surgidas tanto en Japón como en Estados Unidos. "Cero Defectos", "Just in Time", "Excelencia Corporativa", "Grupos de Alto Rendimiento", y las más recientes "Producción Simple" y "Re-ingeniería del Proceso de Negocio", se han convertido en frases familiares en la actual terminología de la actividad empresarial europea. Parece que Europa no corre solo el riesgo de depender de la tecnología importada, sino también de una cultura de gestión empresarial extranjera.

Ello no quiere decir que la cultura empresarial europea no tenga nada que aprender de la de otros países; pero es importante recordar que no es necesario depender excesivamente de ideas empresariales externas, ya que en Europa existe una riqueza acumulada de conocimientos y experiencia que se relaciona directamente con las prácticas organizativas que tan importantes son en la competitividad contemporánea. Se encuentran en una amplia gama de disciplinas y técnicas de la ingeniería de producción, la psicología, la sociología, la administración de empresas, la investigación de operaciones, la contabilidad, el marketing, y la informática aplicada a los negocios.

En realidad, gran parte del pensamiento contemporáneo en las ciencias de la organización se deriva del trabajo de académicos europeos. Ellos sentaron las bases de muchas áreas del diseño de organizaciones y de la innovación organizativa. Tras la Segunda Guerra Mundial, mostraron nuevas vías que iban más allá de la visión americana de las relaciones humanas. El estudio clásico de Burns y Stalker* inspiró a toda una generación de investigadores en la búsqueda de regímenes organizativos que impulsasen la innovación.

Los primeros experimentos escandinavos en diseño de puestos de trabajo abrieron una nueva perspectiva en la traslación de valores democráticos a los conceptos prácticos organizativos, mientras que Dahrendorf* (1958), Crozier** (1964), y Emery y Thorsrud*** (1976) dieron una nueva luz al poder y la toma de decisiones en el seno de las organizaciones.

Una diferencia importante respecto al discurso americano en este campo, es que el plan de investigación europeo se ha implicado más en las cuestiones sociales y se ha visto menos impulsado por los datos. En general, ha intentado a un tiempo entender e implementar estructuras organizativas que estimulasen y apoyasen la innovación. Aunque existe una considerable diversidad en esta tradición investigadora, han surgido un gran número de temas relevantes comunes.

* Burns, T. and G. M. Stalker, *The Management of Innovation*, London, Tavistock, 1961.

** Dahrendorf, R. *Out of Utopia: Towards Reorientation of Sociological Analysis*, American Journal of Sociology, Vol LXIV, pp. 115-127, 1958.

*** Crozier, M. *The Bureaucratic Phenomenon*, London, Tavistock, 1964.

**** Emery, F. and E. Thorsrud. *Democracy at Work*, Leiden, Nihoff, 1976.

-Está en la naturaleza de las propias estructuras organizativas y del cambio organizativo *la inexistencia de una "mejor manera,"* ("mejor práctica") de organización y diseño de puestos de trabajo. Las organizaciones se crean para servir a una variedad de funciones en diversos contextos sociales y económicos, y en diferentes periodos de tiempo. *La tarea, por tanto, es la búsqueda continua de lo que podría llamarse "práctica mejorada"*.

- Las disciplinas organizativas individuales ofrecen sólo una visión parcial de la organización y se requiere por tanto una aproximación multidisciplinar al diseño de organizaciones.
- Las estructuras organizativas desarrolladas en contextos específicos no pueden reaplicarse en otros lugares sin ser modificadas. Además, deben ser continuamente rectificadas si la empresa desea mantener su capacidad competitiva.
- La capacidad de nuestros servicios y de nuestras industrias para innovar se basa sobre todo en la cualificación de los trabajadores de toda la organización. La cualificación sólo puede desarrollarse en un entorno de trabajo estimulante. La calidad del trabajo y la cualificación de los trabajadores son, en este sentido, dos caras de la misma moneda.
- La mejora de la flexibilidad de las empresas sólo puede conseguirse pasando de una compleja organización funcional con puestos de trabajo sencillos, a una organización más simplificada y orientada al flujo que ofrezca puestos de trabajo más complejos y estimulantes. Por ello es imperativo que el rediseño del trabajo y el rediseño de la organización corran paralelos.
- Una implicación activa y temprana de los operadores y usuarios en el nuevo producto y en la tecnología del proceso es una condición esencial para la efectividad de la organización.

Pero a pesar de la abundante riqueza investigadora europea en estas áreas, y las evidentes innovaciones organizativas hechas en este campo por grandes y pequeñas empresas, el fallo del mercado en la estructura organizativa es endémico. Hasta cierto punto estas cuestiones políticas han surgido tangencialmente en una gran variedad de áreas relacionadas, como son:

- La política laboral; por ejemplo, en la garantía de las cualificaciones y mejora en la calidad de vida en el trabajo mediante una participación temprana de los trabajadores en el proceso de toma de decisiones. Tales objetivos pueden encontrarse en las leyes sobre condiciones de trabajo y participación de los trabajadores, y en los programas impulsados por el gobierno en Alemania, Noruega, Holanda y Suecia.
- Política regional; por ejemplo, programas diseñados para reforzar las infraestructuras social y técnica en áreas problemáticas, como el Programa Alemán de Trabajo y Tecnología de la población de Renania Westfalia y de la ciudad de Bremen (ITB).

- Política tecnológica; por ejemplo, en los intentos para mejorar la efectividad de los programas de desarrollo tecnológico mediante la aplicación de criterios para la organización y diseño de los trabajos, y en el Programa Alemán de Tecnología.
- Política científica; por ejemplo, el deseo de reforzar la estructura científica en el programa holandés TAO, y en el programa británico PICT, y
- Política empresarial; a través de la contribución al desarrollo empresarial mediante la integración de la innovación organizativa y tecnológica, como en el programa británico MAP.
- Algunas de estas respuestas políticas se han dado también a nivel europeo, a través de programas de las instituciones de la UE como son FAST-MONITOR, CIRP y ESPRIT, EFILWC y EUROTCHNET. Sin embargo, se pueden encontrar ejemplos de respuestas políticas englobadoras en Noruega, Suecia y Alemania (Den Hertog y Schröder^{*}, 1989). La tradición Noruega en programas de reforma del trabajo que se inicia en 1964 con el programa de democracia industrial (Thorsrud y Emery^{**}, 1967) tiene la historia más larga. Recientemente se ha formulado un nuevo programa que pretende apoyar las ventajas competitivas de las empresas noruegas desde la perspectiva de sus tecnologías, de su organización y de sus mercados.
- Un desarrollo paralelo puede observarse en Suecia, que tiene una larga historia de programas de desarrollo y acción enfocados a la reforma organizativa, tales como el Programa de desarrollo, MDA, OM y el Programa para Organizaciones de Enseñanza. El programa más extenso actualmente vigente en Europa es el Programa Federal Alemán sobre Trabajo y Tecnología que se inició en 1974 como el Programa para la Humanización de la Vida en el Trabajo. Estos programas, financiados con fondos públicos, tienden a poner su atención en el apoyo a medio y largo plazo. Habitualmente son multidisciplinarios, e incluyen a representantes de los diversos actores industriales. Pero hasta ahora, tienden a confinarse en la organización de la producción en empresas individuales, aunque existe una tendencia a trabajar con redes de empresas.

Estos planes de investigación y política reflejan un importante cambio de perspectiva. En primer lugar, el enfoque se ha desplazado de problemas organizativos particulares, (relacionados con actividades individuales), a aquellos de naturaleza más general y relacionada.

Una segunda tendencia significativa ha sido la creciente atención que se presta a la organización de toda la cadena de innovación de procesos y productos. Esta se inicia con la investigación, pasa por el desarrollo, el diseño, la producción, la distribución y termina en el apoyo post-venta.

^{*} Hertog, J.F. den and P. Schröder. *Social Research for Change*, Maastricht, MERIT, 1989.

^{**} Thorsrud, E. and F. Emery. *Form and Content of Industrial Democracy*, London, Tavistock, 1967.

Inicialmente la investigación en este campo se centraba en las implicaciones posteriores de las decisiones de diseño adoptadas anteriormente, con la idea de “descartar” impactos negativos en la fase de diseño. Recientemente, se ha producido un cambio sutil pero importante hacia una aproximación más activa, que pretende más “incluir” que “excluir” atributos particulares.

Ello ha exigido un enfoque más completo de la cadena de innovación a fin de que el reforzamiento en la organización de estas interconexiones se convierta en un punto crítico de la política de innovación e investigación.

En muchos sectores, la complejidad del ciclo de innovación ha hecho necesario centrarse tanto en las relaciones intraempresariales como en las relaciones entre empresas y entre éstas y la infraestructura científica y tecnológica.

6) El desafío organizativo:

6.1) Introducción:

En el “fordismo”, el proceso de innovación se caracterizaba por la especialización y la separación. Los oficios, profesiones y procesos similares se agrupaban juntos en el marco de departamentos funcionales que quedaban confinados dentro de empresas individuales.

La innovación en este contexto se veía como un proceso *lineal y secuencial* en el que las diferentes fases del diseño eran traspasadas al siguiente departamento como los testigos en una carrera de relevos. La innovación se compartimentaba en problemas más pequeños, cada uno de los cuales era responsabilidad de una subunidad en particular. Al final del proceso estas soluciones parciales tenían que volver a reunirse, con la esperanza de que el resultado final encajaría de la manera esperada.

Consecuentemente, la innovación terminaba ahogándose en una maraña burocrática. El resultado era un proceso, no sólo costoso, sino que también frustraba la creatividad de sus participantes, y que daba como resultado diseños infraoptimizados que llegaban al mercado demasiado tarde como para proporcionar los beneficios esperados.

Como hemos observado, el resultado de esta trayectoria de innovación ha sido que la competitividad europea se ha resentido. Por ello se requieren nuevos procedimientos organizativos, y particularmente aquellos que reconocen los componentes sistemáticos de la producción y la innovación. Al examinar la relevancia política de esta exigencia de reestructuración organizada, es necesario distinguir tres esferas en la actividad industrial: *producción, I-D y gestión de recursos humanos*. Es necesario también distinguir tres niveles clave de actividad integradora. Empezamos con los tres niveles de integración.

El primer nivel de integración consiste en que cada una de las tres principales esferas de la empresa, (esto es, producción, I+D, y Recursos Humanos), requiere innovaciones organizativas. Por ejemplo, la producción requiere nuevos procedimientos organizativos específicos, como el trabajo en equipo, la producción orientada al flujo, y la gestión de calidad; la I+D requiere grupos de diseño interfuncional y la descentralización de los equipos de apoyo a las unidades de producción; y se debe desarrollar una aproximación integrada a la gestión de recursos humanos.

El segundo nivel de integración se refiere a las relaciones entre sí de estas tres funciones en el seno de la empresa. Exige vínculos más fuertes entre ellas y la disolución de muchas de las divisiones funcionales. Por ejemplo, entre las actividades de producción e I+D, y entre la gestión de Recursos Humanos y las actividades de I+D.

El tercer y último nivel de integración surge entre la empresa y su entorno. Requiere una integración más estrecha entre fabricantes por una parte, y

suministradores y consumidores por otra (*integración vertical*); y también una cooperación más estrecha entre empresas asociadas del mismo sector (*integración horizontal*).

Las tres esferas de la actividad industrial, (producción, I+D, y gestión de Recursos Humanos), representan el núcleo de la producción competitiva. Aquí vamos a hacer en primer lugar una breve descripción de las tres, para luego desarrollar con mayor extensión la organización de la investigación y desarrollo en el apartado denominado la naturaleza de la organización del proceso de innovación. La gestión de los recursos humanos tiene la suficiente importancia como para dedicarle todo un capítulo más adelante.

6.2) Producción:

En el pasado, el desafío organizativo en la producción se ha orientado hacia la mejora de la calidad de vida en el trabajo, a la calidad del producto final y a la flexibilidad de la producción. Pero la concepción del sistema de trabajo se enfrenta ahora a nuevos desafíos como consecuencia de la necesidad de profundizar en el proceso de integración en esta esfera. Las empresas europeas tienen que aprender, y hasta la fecha lo han hecho en gran medida, a absorber los cambios de sistema requeridos para la adopción con éxito de los procedimientos JIT y TQM procedentes del Japón. Sin embargo, se exige algo más que la simple introducción de procedimientos y técnicas. El desafío es ahora *cómo integrar estas técnicas en un orden organizativo que comprenda todos los aspectos de la producción*.

Ello requiere una aproximación integral a la producción, que afecte a los cambios sinérgicos en la disposición de la planta, (fabricación celular), a la producción orientada al flujo y la organización del trabajo. Exige también un cambio en la cultura organizativa en la que los miembros de la organización no contemplen la organización del trabajo como un estado fijo, sino como un proceso que requiere mejora continua, (“*Kaizen*”).

Al mismo tiempo, los sectores de la industria y los servicios deben enfrentarse al desafío de introducir con éxito las tecnologías de la información y la comunicación en todas las áreas de la producción. Son tecnologías costosas y complejas y está claro que su potencial sistemático, (que surge de su uso común como sistemas de control electrónico), no puede llegar a madurar si se introduce en estructuras organizativas tradicionalmente segmentadas.

Vincular *la producción con la I+D* es un objetivo importante en relación con el segundo nivel de integración, (el que se establecía entre las tres actividades de la empresa). Una perspectiva clave aquí es el “*diseño para la fabricación*”. Ello exige comunicación en ambos sentidos entre el desarrollo del producto y el del proceso para reducir los costes de producción, mejorar la calidad del producto y acelerar el ciclo de innovación. Análogamente, la introducción de la producción celular, que es un componente importante de la producción flexible y del JIT, requiere la disponibilidad de trabajadores multidisciplinares y la introducción de procedimientos de aseguramiento de la calidad, y por ello afecta también a la gestión de Recursos Humanos.

En relación al tercer nivel de integración, (entre la empresa y el mundo exterior), se requiere una coordinación más estrecha entre la producción y los suministradores y consumidores. La creciente complejidad y variedad de la producción ha llevado a muchas empresas a concentrarse en su propia especialidad (Prahalad y Hamel*, 1990), y ello ha llevado a niveles cada vez mayores de subcontratación. Para que ello tenga éxito, es evidente que los tiempos de producción entre estas empresas relacionadas deben ser cuidadosamente coordinados.

De modo similar, para ser plenamente efectivo, el JIT intraplanta necesita ser complementado con las entregas JIT interplantas y ello también requiere altos niveles de coordinación productiva. Es aquí donde los japoneses están particularmente avanzados. Como en el caso de la integración intraempresa, esta cooperación sólo es viable sobre la base de una profesionalidad, comunicación y confianza que requieren el establecimiento de vínculos a largo plazo entre estas empresas relacionadas.

6.3) Recursos Humanos:

Los recursos humanos se hacen cada vez más importantes a medida que la producción se hace más intensiva en conocimientos. Por ello el desarrollo, integración, transferencia, y utilización del conocimiento se ha convertido en un componente nuclear de la correcta práctica empresarial. Sin embargo, la gestión de personal se ha convertido en víctima de la misma especialización funcional que ha estropeado la efectividad de la producción y del I+D. Ello se ha visto exacerbado en las dos últimas décadas a medida que la gestión de personal se ha profesionalizado, (Van Sluijs*, 1991). Actividades como la contratación, la formación, el desarrollo de una carrera, la política salarial, la concepción de las condiciones de trabajo y las relaciones industriales se han convertido en especialidades muy concretas.

La gestión de recursos humanos ha reaccionado a esta compartimentación poniendo el énfasis en la necesidad de integrar los diferentes elementos de la organización de los recursos humanos. Se concentra en desarrollar una perspectiva integral en la que estas cuestiones, antes especializadas, se coordinen en una única visión integrada de la gestión de los recursos humanos en el seno de la empresa.

Pero la gestión de recursos humanos también exige integrar la política de personal más estrechamente con las esferas de producción e I+D. De este modo, se rompen las barreras entre el trabajo conceptual, (de cuello blanco), y el de ejecución, (de cuello azul).

Los continuos cambios en la producción, la flexibilidad y los resultados de alta calidad requieren una continua mejora de las capacidades del trabajador, el desarrollo de habilidades múltiples en la fuerza de trabajo, y altos niveles de confianza y de compromiso entre la dirección y los trabajadores. Ello constituye el objetivo de una estrategia integrada de los recursos humanos. Así es también la gestión del desarrollo

* Prahalad, C., and G. Hamel, *The Core Competencies of the Firm*, Harvard Business Review, Nov. Dec., pp. 69-76, 1986.

* Sluijs, E van, Assen, A. and J.F. den Hertog, *Personnel Management and Organizational Change: A Sociotechnical Perspective*, European Work and Organizational Psychologist, Vol. 1, No 1, pp. 27-51, 1991.

profesional en la esfera de I+D, que en el pasado se había centrado principalmente en la contratación (ingreso), transferencia a otras secciones dentro de la empresa, y jubilaciones (salida); mientras que ahora también se requieren estrategias explícitas para hacer frente al desarrollo profesional en el seno de la función de I+D, de modo que estos recursos humanos se utilicen con máxima efectividad. El desarrollo de herramientas adecuadas para facilitar esta aproximación se encuentra todavía en su infancia (Van Assen, 1992, Van Diepen^{**}, 1993).

La necesidad de gestionar la integración de los recursos humanos con el entorno externo está recibiendo un mayor reconocimiento. Por ello, los gestores políticos han puesto gran atención en la calidad de la infraestructura institucional, de la educación formal y de los sistemas de formación, así como en sus vínculos con los sistemas internos de formación y adquisición de conocimientos. El conocido "sistema dual" vigente en Alemania ha sido muy admirado, como lo ha sido el sistema francés de DUT y PTS que proporciona el material sobre el que pueden construirse los sistemas internos de formación. Pero no existe motivo para sentirse satisfecho. Por ejemplo, el sistema de formación profesional alemán tal vez no encaje perfectamente con la necesidad de reducir las especializaciones y de dar a todos los trabajadores una combinación de habilidades. De modo similar, las políticas tradicionales de formación no han reconocido la necesidad de promover el cambio y el aprendizaje continuos.

La integración de las políticas de recursos humanos con el entorno externo no se reduce a las cuestiones de formación y desarrollo personal. También se refiere a las relaciones de empleo, a la salud y seguridad en el trabajo, a los grupos minoritarios y al sistema salarial. Un cambio importante es el desarrollo de un diálogo más estrecho entre los actores industriales sobre la base de mayor confianza y compromiso. Otro cambio importante es que una gestión de recursos humanos que incluya la mejora de las condiciones de trabajo se está convirtiendo en un componente necesario para una producción competitiva. En esta perspectiva clave, supone una aguda ruptura con perspectivas pasadas, en las que se creía que unas condiciones de trabajo mejoradas sólo podrían obtenerse una vez se alcanzase la producción competitiva.

6.4) Investigación y Desarrollo:

La especialización de funciones en I+D se ha hecho cada vez mayor y más profesionalizada a medida que la tecnología se ha hecho cada vez más compleja, hasta tal punto que la literatura organizativa ha calificado este entorno de "burocracia profesional", (Mintzberg^{**}, 1979). Pero la efectividad de estas estructuras organizativas compartimentadas es cada vez más deficitaria en el nuevo entorno competitivo en relación a su calidad, costes y velocidad. Por ello, están apareciendo muchas innovaciones organizativas en esta esfera de actividad, como los grupos internacionales de desarrollo de productos "peso pesado" (Clark y Fujimoto⁺, 1991) "los trabajos canallas" (Peters⁺⁺, 1993) y "los grupos autoorganizados" (Florida y Kenney⁺⁺⁺, 1990).

^{**} Diepen, B. van, *Patterns of Competence Development Among Personnel*, Maastricht, MERIT, 1993.

⁺ Mintzberg, H. *The Structuring of Organizations*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1979.

⁺ Clark, K.B. and T. Fujimoto. *The Power of Product Integrity*, Harvard Business Review, vol. 68, no 6, pp. 107-118, 1991.

⁺⁺ Peters, T. *The Mythology of Innovation, or a Skunkworks Tale, Part II*. *The Stanford Magazine*, 1983.

⁺⁺⁺ Florida, R. and M. Kenney. *The Breakthrough Illusion: Corporate America's Failure to Move from Innovation to Production*, New York, Basic Books, 1990.

La función de estas innovaciones organizativas es intentar romper las barreras profesionales tradicionales y con ello incrementar el nivel de integración en esta área clave de actividad.

Integrar la I+D con las demás funciones principales de la empresa constituye el segundo nivel de integración. El aislamiento de la I+D en muchas empresas es la consecuencia del mismo principio de especialización funcional que ha sido la práctica organizativa estándar desde el establecimiento del "fordismo". Pero en el contexto de las nuevas presiones competitivas, vincular más estrechamente la I+D a la estrategia empresarial, a la producción y a los recursos humanos se ha convertido en una prioridad. A menudo, el resultado es de tensión frente a actitudes profesionales atrincheradas, y algunas veces conduce a dar prioridad a las metas a corto plazo y a una pérdida de sinergias. La respuesta ha sido el desarrollo de una nueva actividad corporativa diseñada para promover la integración pero sin pagar por ello las penalizaciones que supone la pérdida de especialización, (gestión de tecnología). Ello implica adoptar una aproximación de cartera para unir corporaciones y negocios vinculados a I+D, y para controlar el intercambio horizontal y la comunicación entre las diferentes áreas de la actividad corporativa.

El tercer nivel de integración de las funciones de I+D se refiere a sus vínculos con el mundo extra empresarial; tanto con otras empresas como con las infraestructuras científicas y tecnológicas. Europa tiene una larga tradición de investigación académica, mucho más fuerte que, por ejemplo, la del Japón. Sin embargo, sus vínculos con el sistema productivo han sido débiles y muchas ideas europeas han sido explotadas comercialmente en otros lugares, (Amable y Boyer*, 1992). Los programas de I+D de la UE han experimentado este mismo problema y aunque han financiado una considerable cantidad de investigación colaborativa, existen serias dudas de que estos resultados de investigación se hayan reflejado adecuadamente en innovaciones de la industria europea.

Aunque se ha hecho un importante progreso en la integración de las funciones de I+D en la industria europea, tanto en el seno de las empresas como con sus entornos externos, el déficit de integración en relación con los tres niveles de integración de I+D supone una importante debilidad competitiva. Es un desafío que puede llegar a tener efectos particularmente negativos en las operaciones de las PYMES. La flexibilidad inherente de estas empresas se basa a menudo en su integración interna, incluyendo I+D, pero ello puede verse socavado por su falta de recursos para financiar la misma en un entorno cada vez más complejo tecnológicamente. Por ello, es probable que las redes de I+D se conviertan en un componente importante de la supervivencia competitiva. La organización de la investigación y desarrollo es tan importante para el proceso de innovación que exige que desarrollamos este tema con mayor amplitud en el siguiente apartado.

* Amable, B. and R. Boyer, *The R&D Productivity Relationship in the Context of New Growth Theories: Some Recent Applied Research*, Bruselas, Enero, 1992.

7) La naturaleza y la organización del proceso de innovación

7.1) Introducción:

El principal objetivo de este apartado es proporcionar una visión general de la forma en la que la innovación se gestiona y organiza en la práctica. Lo que intento hacer aquí es presentar *una visión amplia* de la organización económica de la innovación por parte de la empresa. En esta visión no me limito a la organización interna del proceso de innovación en la empresa. Incluyo la organización de la innovación en empresas con varias plantas, y la organización de la innovación en sectores, e incluso en todo un país. En este último caso a menudo se habla del *“sistema nacional de innovación”*. Este último tema se trata al final del trabajo.

Como quedó claro en el capítulo segundo, la economía de la innovación tiende a percibir los procesos de innovación en el interior de una empresa como un fenómeno unidimensional, reflejado por el gasto total de la empresa, el número total de años dedicados a la I+D, o la intensidad del I+D. Estas medidas no tienen en cuenta las diferencias que existen entre las empresas con relación a la división del I+D entre investigación básica, investigación aplicada, desarrollo, y servicios técnicos, ni la división entre distintas unidades, tales como laboratorios de empresa, laboratorios dedicados a campos tecnológicos específicos, y departamentos de I+D. Como la productividad del I+D va a diferir entre estas categorías, y la coordinación entre ellas y con departamentos funcionales de las empresas puede ser organizada de forma distinta, el vínculo entre el I+D y el rendimiento empresarial se ve afectado. *De forma que es importante la organización del I+D.*

Voy a intentar esbozar una visión de la forma en la que la innovación se gestiona y organiza en la práctica. Esta visión consiste de dos elementos: i) organización interna y gestión, y ii) la relación de la empresa con el entorno tecnológico. La descripción de la organización y la gestión en el interior de una empresa se basa sobre todo en artículos de gestión sobre la innovación. También intento presentar algunos conceptos de la gestión de la innovación. La visión de la empresa en relación con su entorno tiene varias fuentes.

Más adelante se tocan algunos elementos teóricos que afectan a algunos de los aspectos más importantes de la innovación en la práctica. Algunos de estos elementos se basan en nuevas teorías económicas, tales como la economía de transacción de costes. Sin embargo, no hay un esquema general que incorpore a todos los aspectos importantes de la organización de la innovación en la práctica. Dentro del contexto de este trabajo es imposible vincular de forma sistemática los conceptos de gestión de la parte empírica con los bloques teóricos rudimentarios de los artículos de la economía de la innovación. Se verá con claridad que hay una diferencia considerable entre los dos.

Ya hemos visto que los innovadores pueden operar en escenarios institucionales bastante diversos, y que tienen distintas estrategias, características personales, y que representan a distintas organizaciones. Distintos actores, distintos mercados y distintas tecnologías pueden muy bien dar lugar a distintas soluciones organizativas para las actividades innovadoras.

Se ha comentado ya que las actividades innovadoras se han *institucionalizado* de forma gradual en la forma de departamentos de I+D de empresas. Aquí nos vamos a centrar en primer lugar en la forma en la que los departamentos de I+D organizan sus esfuerzos innovadores, y cómo el departamento se inserta en la empresa. Sin embargo, iremos más allá, introduciendo nuevos elementos de la organización y la gestión de la innovación, tales como los equipos de desarrollo de producto multidisciplinares, y la gestión de las relación de subcontratación. También quedará claro que la actividad de innovación es más que la realización de I+D.

Los inventores privados y las empresas innovadoras no están operando en un vacío. En relación al conocimiento que subyace a las invenciones y a las innovaciones se pueden distinguir fuentes de información tecnológica. Las universidades han sido fuentes de información para los inventores desde el principio. Más adelante aparecieron otras fuentes de información, tales como los institutos públicos y privados, y en la actualidad, otras empresas son fuentes de información tecnológica; un ejemplo de esto último son los principales contratistas, que persiguen intencionadamente proporcionar información tecnológica a sus subcontratados.

La transferencia de información tecnológica de una parte a la otra no es realizada con perfección por el mercado. En especial, las transferencias de los institutos públicos de investigación y las pequeñas y medianas empresas se promueve cada vez más por medio de una capa de "organizaciones intermedias". A esta red de organizaciones se puede añadir las distintas instituciones educativas que son responsables de la gestión tecnológica, la gestión, y la organización del conocimiento de las personas contratadas para realizar las actividades de invención e innovación. Algunas veces este conjunto de organizaciones e individuos se denomina *el sistema de innovación* de un país. Cada país puede tener su propia estructura.

Algunas partes del sistema de innovación pueden ser relevantes para la innovación en un mercado específico, otras no. Todas las empresas de un mercado nacional pueden beneficiarse potencialmente del sistema de innovación de un país. Si lo hacen va a depender de su capacidad para aprender, de su localización geográfica en relación con las fuentes tecnológicas importantes, de la naturaleza de la competencia, y de otros aspectos. Otro aspecto importante es la naturaleza de la tecnología en un mercado. Se puede hacer una distinción bastante simple entre la tecnología homogénea y la heterogénea.

Cuando un mercado se caracteriza por tener empresas con técnicas de producción y productos similares, (desde el punto de vista tecnológico), hablaremos de un mercado homogéneo.

7.2) Aspectos empíricos:

El énfasis en esta sección reside en las distintas formas organizativas de la actividad innovadora en la empresa. La forma en la que los inventores individuales operan tienen su propia influencia. La cooperación de las empresas privadas con universidades y con otras empresa se menciona, pero es desarrollado con mayor extensión en otro capítulo.

7.2.1) *Inventores, departamentos de I-D e institutos de investigación públicos:*

Se ha comentado que el papel de los inventores privados disminuyó en este siglo, y que el papel de los inventores y los equipos, funcionando en los departamentos de I+D de empresas privadas, se ha vuelto en cambio más importante. Inicialmente las universidades se hicieron cargo de la mayoría de los descubrimientos científicos mientras que los inventores privados daban lugar a innovaciones. En la actualidad la situación es más compleja. Los inventores independientes todavía juegan un papel, pero los departamentos de I+D de las empresas privadas se han convertido en la principal fuente de innovaciones, mientras que parece aumentar la importancia de los institutos de investigación públicos y privados.

Hay poca información disponible sobre *los inventores privados*. En la mayoría de los países más industrializados existen asociaciones de inventores privados, y el número de organizaciones intermedias que les ayudan parece aumentar. Ejemplos de organizaciones dirigidas a ayudar a los inventores individuales y que operan a nivel internacional son la Asociación Mundial del Comercio de Invencciones, el Grupo Tecnológico Británico, Rayden Ltd and Innovation Partners International, (Japón), y Licence Marketing International, (Alemania).

La naturaleza y estructura de *los institutos públicos y privados* difiere en cada país. Los institutos de investigación públicos, como son los laboratorios de las universidades, a menudo se centran *en la investigación básica* en un campo específico. Algunos ejemplos son los institutos centrados en energía, metalurgia, química y transporte. Cuando hacen investigación aplicada normalmente es para empresas pequeñas. Los institutos privados de investigación normalmente están más dirigidos hacia *la investigación aplicada*.

Es destacable que casi toda la actividad de desarrollo se realiza por empresas privadas y no por institutos de investigación. Las interrelaciones entre los departamentos de I+D de las empresas privadas y los institutos de investigación son en muchos casos informales y por tanto no son bien conocidas. Sólo cuando existen contratos entre los dos, se conocen públicamente. Se puede afirmar que las distintas organizaciones implicadas en la innovación tienen en gran medida su propio lugar.

7.2.2) *Inputs y Outputs del I+D y el proceso que media entre ambos:*

Ya hemos visto en otra parte un esbozo del proceso de innovación y de algunos de los principales tipos de innovaciones que nacen de este proceso. El proceso de innovación consiste de un número más o menos consecutivo *de fases de actividad innovadora*, y dependiendo del tipo de resultado innovador, algunas fases son más importantes que otras.

La siguiente tabla da un resumen de las fases del proceso de innovación y de forma especial de las características del input y del output de cada fase.

Inputs y outputs en la investigación básica, aplicada, desarrollo, y nueva línea de producto

| Fase | Input | | | Output | |
|---|--|---|--|--|---|
| | Intangible | Tangible humano | y Medible | Intangible | Medible |
| <i>Investigación Básica</i> | Conocimiento científico. Problemas intuiciones científicas | Científicos, ayudantes técnicos. Laboratorios Materiales y combustible | Gente. horas, salarios, desembolsos | Nuevo conocimiento científico. Nuevos problemas científicos. Nuevas ideas y problemas prácticos | Publicaciones científicas. memorandums. |
| <i>Trabajo inventivo, incluyendo pequeñas mejoras pero excluyendo desarrollo posterior de las invenciones</i> | Conocimiento científico. Tecnología. Problemas prácticos, ideas | Científicos, Inventores científicos Ingenieros Ayudantes técnicos y de oficina Laboratorios Materiales | Gente. horas, sueldos, desembolsos | Invenciones en bruto, recetas tecnológicas, invenciones no patentadas pero publicadas, pequeñas mejoras -Nuevos problemas científicos intuiciones -Nuevos problemas prácticos, ideas | Patentes y aplicaciones de patentes. Memorias y publicaciones técnicas. Artículos y memorias |
| <i>Trabajo de desarrollo</i> | Conocimiento científico. tecnología. problemas prácticos. ideas. invenciones en bruto y mejoras | Científicos, ingenieros, ayudantes técnicos y de oficina, laboratorios, materiales, combustibles, plantas piloto, prototipos | Gente horas, sueldos, desembolsos, inversiones | -Invenciones desarrolladas -Nuevos problemas científicos, Nuevos problemas prácticos, ideas | Nuevos y mejorados productos, procesos, específicos, técnicas. |
| <i>Planta nueva construcción para dar lugar a nuevos productos</i> | Invenciones desarrolladas. Previsiones de mercado, recursos financieros, habilidad en los negocios, capacidad de asumir riesgos | Emprendedores Gestores, Financieros y banqueros, Constructores, Ingenieros, Materiales de construcción, Máquinas y herramientas | Inversiones en nueva planta y productos | Nuevos problemas prácticos | Nuevas plantas que dan lugar a nuevos productos, o productos más baratos o mejores. Innovaciones de procesos |

* Tabla: Inputs y outputs en la investigación básica, aplicada, desarrollo, y nueva línea de producto.
Fuente: Freeman y Soete (1997).

7.2.3) *Distintas formas organizativas:*

Según Mowery y Rosenberg⁺, *el I+D realizado por las grandes empresas ha sustituido de forma gradual a los inventores y empresarios individuales como la fuente más importante de innovación*. Ya hemos descrito el creciente número de laboratorios y de departamentos de I+D en los Estados Unidos a lo largo de este siglo.

El departamento de I+D ha sido, hasta hace poco, la forma más normal de organizar las actividades innovadoras de una empresa. Es responsable de la creación de nuevos productos y de la preparación de nuevas soluciones tecnológicas en el proceso de producción.

Con el crecimiento y la diversificación de las grandes empresas a lo largo de este siglo, ha aumentado la necesidad de un gran laboratorio central que concentre todas las necesidades tecnológicas. La desventaja de esta evolución es que disminuye la coordinación entre la actividad de desarrollo de producto y otros tipos de actividad en la empresa.

El modelo de innovación por pasos que habíamos visto puede ser entendido como el reflejo de este tipo de departamento de I+D autónomo, que da lugar a un nuevo producto, después de lo cual la coordinación, la producción, la logística, y lo demás, tiene lugar.

La existencia de un departamento de I+D como tal no significa necesariamente que la creación y aplicación de nueva tecnología en el interior de la empresa tiene lugar según un conjunto de procedimientos.

Hemos visto antes que en el departamento de I+D pueden operar grupos funcionalmente especializados o equipos de desarrollo multidisciplinares. En estos últimos se da una visión *más integrada* de la coordinación del I+D entre el departamento de I+D y los restantes departamentos de la empresa.

Ramsey* nos ofrece un análisis de la gestión de los proyectos de innovación en la que identifica un modelo de proceso de innovación similar al modelo por pasos que habíamos presentado antes. Una distinción importante es la fase del análisis de negocio.

⁺ Mowery, D.C. and N. Rosenberg, *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge (MA), Harvard University Press, 1989.

* Ramsey, Jackson Eugene, *Research and Development*, Michigan, Ann Arbor, UMI Research Press, 1986.

La siguiente tabla nos da un visión general:

| Gestión y organización de los procesos de innovación | | |
|---|---|--------------------------------------|
| Fase | Porcentaje del tiempo total del proyecto | Fuente o grupo que lo realiza |
| Generación de ideas | 5% | Depart. I+D, marketing |
| Análisis de negocio | 10% | Depart. marketing, I+D |
| Desarrollo técnico | 42% | I+D, unidades específicas de prueba |
| Prueba de prototipos antes de producción | 38% | Producción. |
| Introducción en el mercado | 5% | Dep. marketing |

El modelo de proceso en etapas de Ramsey percibe al proceso de innovación como un sólo sistema en el que las distintas etapas se definen como subsistemas. En este sentido, se incorpora más interdependencia entre las fases que la que suelen reflejar la mayoría de los modelos de innovación. Sin embargo, *esta visión es anticuada* en el sentido de que se asume que cada etapa es la responsabilidad de un grupo funcional o departamento. En la actualidad se usan equipos de desarrollo multifuncionales o multidisciplinares.

Los vínculos entre el departamento de I+D y otros departamentos funcionales tales como el de producción o el de marketing, se pueden desarrollar con una discusión de los principales tipos de organización de este tipo de equipos modernos de proyectos de innovación.

Wheelwright y Clark hacen una distinción entre cuatro tipos de estructuras de equipos de proyectos de innovación: i) estructura de equipos funcionales; ii) estructura de equipos de peso ligero; iii) estructuras de equipos de peso pesado, y iv) equipos de estructura autónoma. Las estructuras de equipos de peso pesado y los autónomos representan equipos con funciones cruzadas, mientras que en las estructuras funcionales y de peso ligero la gente implicada en las innovaciones se separan según las funciones.

Las cuatro estructuras de equipos difieren en la forma en la que se coordinan las tareas funcionales y en el tipo de directivo que es responsable de esta coordinación. En los *equipos funcionales* las distintas tareas pueden ser asignadas a expertos funcionales al principio del proyecto y cada gestor funcional coordina las tareas de los diversos miembros del equipo.

Este equipo funcional es en realidad un grupo de pequeños equipos funcionales agrupados de forma poco rígida. El principal problema aquí es quién puede ser designado responsable del conjunto del proceso de desarrollo de producto en el caso en el que la división original de tareas entre los departamentos funcionales se vuelva problemática.

En los equipos de *peso ligero* estos problemas de coordinación se reducen asignando un gestor de proyectos independiente y colocando un responsable de

* Tabla: gestión y organización de los procesos de innovación. Fuente: basado en Ramsey, (1986).

enlace en cada departamento funcional. La gente de cada departamento es organizada por su propio responsable funcional, que puede llegar a tener más poder que el directivo responsable de un proyecto específico.

Según Wheelwright y Clark*, el directivo del proyecto tendrá mayor influencia en los departamentos funcionales al principio del proceso de desarrollo, (en ingeniería), que en departamentos que cobran importancia con el tiempo, (fabricación y marketing).

Un equipo de peso pesado es en realidad un equipo con funciones cruzadas en el sentido de que el director del proyecto de desarrollo de producto está contratando a gente de distintos departamentos para que trabajen juntos, teniendo él la responsabilidad global del trabajo en el equipo. Esta estructura permite una mejor coordinación entre las distintas tareas funcionales en el interior del proyecto de desarrollo.

El equipo autónomo va un paso más allá. El directivo del proyecto no sólo es responsable del resultado del proyecto, sino que puede también decidir que el trabajo se realice de forma distinta a la que normalmente se sigue para desarrollar los productos. Los equipos autónomos por lo general se localizan en un lugar distinto a los departamentos funcionales.

La descripción de las distintas estructuras de los equipos de desarrollo de producto nos ha mostrado que en algunas situaciones puede estar poco claro qué personas están realizando ciertas tareas de I+D.

Especialmente en el caso de los equipos funcionales y de peso ligero, los miembros del proyecto normalmente sólo dedican parte de su tiempo a tareas de desarrollo de producto, mientras que su rendimiento global es evaluado por su director funcional. En cambio, la gente implicada en proyectos de desarrollo avanzado o en proyectos de tecnología, dedican todo su tiempo a I+D, y estas personas están localizadas en departamentos de I+D y no en departamentos funcionales.

La estructura organizativa de los equipos de desarrollo de producto es sólo uno de los aspectos de la organización de la innovación en el seno de la empresa. Ya hemos visto que existen otros proyectos de innovación que no son proyectos de desarrollo de productos, como es el caso de los proyectos de tecnología.

Para todo tipo de proyectos, su existencia es algo que ocurre de forma gradual, no repentina. Esto significa que son necesarios procedimientos para conseguir ideas de proyectos y para seleccionar los mejores. Además, es necesaria una estrategia tecnológica, que permita a las empresas encontrar una dirección en la búsqueda del proceso para la nueva tecnología.

Por ahora nos vamos a limitar nuestro examen de la actividad innovadora en la práctica a aquellas empresas en las que esa actividad se realiza de forma regular. La pregunta es entonces, ¿cómo se organizan y gestionan esas actividades innovadoras institucionalizadas?, y también, ¿qué instituciones están guiando estas actividades

* Wheelwright, S and K. Clarke. *Revolutionizing product development*, New York. Free press, 1992.

innovadoras?. En este aspecto hay que señalar que las grandes empresas tienen una estructura más compleja a la hora de organizar su innovación que las empresas relativamente más pequeñas. Vamos a empezar con el caso sencillo de una empresa con un solo producto que tenga sólo una, o unas pocas instalaciones de I+D.

Hay que señalar en primer lugar que hacemos una distinción entre un proyecto de innovación, la organización de un conjunto de proyectos relacionados con un producto específico, (planificación multi-proyecto), y la organización general de la innovación en la empresa. La organización general se relaciona con la estrategia tecnológica y de innovación que se ha elegido, y con la localización de las distintas instalaciones de investigación y desarrollo de producto. La planificación multiproyecto se refiere a la forma específica en la que se realiza la innovación en la empresa.

7.2.4) La organización general de la actividad innovadora en la empresa:

En una situación ideal una empresa tiene una estrategia tecnológica que encaja con su estrategia global. En esta estrategia tecnológica se plantea una visión de la forma en la que la nueva tecnología va a ser usada para alcanzar los objetivos a medio y largo plazo de la empresa. Se puede incluir una estrategia de patentes y de licencias, una estrategia de cooperación tecnológica, y una estrategia de innovación.

Esta estrategia de innovación debería incluir una enunciación de los tipos de tecnología que una empresa desea crear en los próximos años, y de las formas y lugares en donde puede ser usada. También podría incluir la forma en la que la innovación se organiza en términos de laboratorio central, departamentos de I+D, equipos y de desarrollo de productos, y demás aspectos. Según Ramsey, las empresas a menudo carecen de un procedimiento claro que les ayude a integrar el proceso de estrategia tecnológica con el proceso de estrategia global.

En las grandes empresas la investigación básica, la aplicada y las actividades de desarrollo, son a menudo realizadas en distintas unidades de innovación, en distintos lugares. Además, algunas de las actividades de desarrollo se realizan por personas que trabajan en departamentos funcionales tales como ingeniería, producción y marketing.

7.2.5) La globalización del I+D:

La situación del I+D en las empresas de varios productos ya ha sido comentada. Uno de los aspectos principales es hasta qué punto la forma específica de organización de la innovación en las empresas con varias unidades de I+D, influye en el rendimiento innovador, independientemente de que se consigan economías de escala en I+D.

En la actualidad, un creciente número de empresas operan como multinacionales, y aunque las instalaciones de producción y distribución tienden a la dispersión con mayor frecuencia que las unidades de I+D, estas multinacionales se enfrentan con algunas unidades de I+D en distintos países. Florida* afirma que

* Florida, R: *The globalization of R&D: results of a survey of foreign affiliated R&D laboratories in the USA*, Research Policy, 1997.

muchas multinacionales han abierto nuevas instalaciones de I+D para absorber capacidades científicas y tecnológicas externas, y así generar nuevos activos tecnológicos. Estas "filiales" extranjeras representaban más del 15% del gasto total en I+D en los Estados Unidos en 1994. Westney** distingue cuatro tipos de unidades extranjeras de I+D:

- 1) Unidades de transferencia de tecnología: para facilitar la transferencia de la tecnología de la casa madre a la filial, y para proporcionar servicios técnicos locales.
- 2) Unidades locales de tecnología: para desarrollar nuevos productos para el mercado local, aprovechando la tecnología local.
- 3) Unidades de tecnología global: para desarrollar nuevos productos y procesos para los mercados mundiales.
- 4) Unidades de tecnología de empresa: para generar tecnología básica para uso de la casa madre.

Es claro que es necesaria la comunicación entre todas las unidades de los distintos tipos para poder establecer un proceso de innovación eficiente y eficaz en el interior de la multinacional.

Puede haber otras fuentes de innovación distintas a las unidades de innovación que hemos mencionado antes. Esto está claro en el caso de las empresas pequeñas, que a menudo no tienen un departamento oficial de I+D. En general la ingeniería, el desarrollo de software y el diseño son actividades que no están incluidas en la actividad de I+D de la empresa, pero que contribuyen al número y a la calidad de las innovaciones que una empresa produce.

El departamento de ingeniería controla los procesos de producción de la empresa. En este papel los ingenieros pueden dar lugar a mejoras de las máquinas existentes o a ideas para innovaciones de proceso que a menudo transferirán al departamento de I+D. Además, pueden hacer sugerencias para mejorar el diseño actual del producto de tal forma que la producción a gran escala sea menos costosa o se pueda conseguir con unos estándares de calidad más elevados.

Entre la planificación multiproyecto para un solo mercado y la estrategia tecnológica podemos encontrar la organización de la innovación y de la tecnología para varios mercados. En esta área de gestión es interesante mencionar el análisis de carteras.

El objetivo del análisis de carteras es evaluar el potencial económico de cada mercado en el que opera una empresa, y valorar la posición de la empresa en cada mercado. A menudo los mercados se clasifican según la etapa del ciclo de vida del sector.

** Westney, E. *Internal and external linkages in the MNC: the case of I-D subsidiaries in Japan* London, Routledge, 1990.

La siguiente tabla* nos lo muestra:

| Relaciones de la estrategia de I+D con la etapa de desarrollo del sector | | | | | |
|---|--|---------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Etapa de desarrollo del sector | Énfasis de la estrategia de I+D | | | | |
| | de Ofensiva | Defensiva | de Mejora | de Mejora | Licencias |
| | Nuevos productos Nueva tecnología | Mejora de Productos | de Mejora Procesos | | de |
| Fase 1 Rápido crecimiento Baja competencia | Alto | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| Fase 2 Crecimiento del mercado Competencia creciente | Medio | Alto | Medio | Medio | Alto |
| Fase 3 Madurez Bajo crecimiento Alta competencia | Bajo | Medio | Alto | Alto | Medio a alto |

7.2.6) La gestión multiproyecto:

Mientras que la estrategia de tecnología se dirige a lo que la empresa desea, la gestión multiproyecto se preocupa por la forma en la que los objetivos de innovación pueden ser alcanzados. Las preguntas que se plantean son ¿cómo podemos generar suficientes ideas?, ¿cómo podemos convertir esas ideas en innovaciones de éxito?, y ¿cómo podemos seleccionar entre distintos proyectos?

En algunos casos las empresas tendrán menos dinero para I+D que ideas sobre desarrollo de tecnología o proyectos de proceso o producto. En esos casos es obvio que hace falta un criterio de selección para decidir los proyectos que se deben realizar y los que no. Pero incluso en el caso en el que uno espere no gastar más dinero del disponible en la realización de los proyectos, un espíritu económico racional exige que se use ciertos criterios para decidir cuanto gastar en cada proyecto.

Shepherd* plantea una forma de selección de proyectos más bien abstracta y restrictiva. Él propone que se debería hacer una lista de los proyectos según la tasa de retorno esperada (ROI), para luego gastar dinero en cada proyecto adicional en tanto en cuanto el ROI sea positivo y por encima de un mínimo nivel que debe fijar la empresa. No se puede negar que los beneficios y costes esperados de cada proyecto juegan un

* Tabla: Relaciones de la estrategia de I+D con la etapa de desarrollo del sector. Fuente: Twiss, (1992).

* Shepherd, William, G. *The Economics of Industrial Organization*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1990.

papel importante en el momento de la selección de los proyectos. Sin embargo, en la práctica puede haber problemas.

En primer lugar, la estimación de los costes y de los beneficios puede ser poco fiable y a menudo cambian durante la ejecución del proyecto. Esto podría significar que algunos proyectos serán cancelados después de cierto periodo de tiempo.

En segundo lugar, hemos visto que podría haber una gran diferencia entre los nuevos proyectos de desarrollo de productos y los proyectos que intenten conseguir el desarrollo de una tecnología totalmente nueva. Es muy difícil estimar el ROI de un proyecto de desarrollo radical, pues la nueva tecnología no será usada en el desarrollo del nuevo producto hasta que sea probada.

En tercer lugar, aunque relacionado con el segundo punto, los proyectos de innovación pueden ser de distinto tipo. Por ejemplo, la posición de mercado actual puede ser decisiva en el momento de decidir realizar un proyecto de innovación radical, un proyecto de “nueva plataforma”, o un proyecto de mejora de productos existentes. La estrategia tecnológica es por tanto un esquema de referencia que hay que tener en cuenta además de las estimaciones de costes y beneficios de los proyectos individuales.

7.2.7) La gestión de proyectos:

Cuando se decide iniciar un proyecto, las empresas a menudo siguen un conjunto de procedimientos. Uno de ellos puede ser la selección de un tipo específico de equipo de desarrollo de producto.

Otros procedimientos tienen que ver con el control y la coordinación. Uno de ellos es la fijación de un horario para un proyecto de desarrollo de producto en el que se planifica cuando ese proyecto puede usar esas instalaciones de prueba y cuanto tiempo puede dedicar cada investigador a cada etapa, lo cual es especialmente relevante en el caso en el que se estén realizando de forma simultánea varios proyectos.

Un ejemplo de coordinación es la implicación del proveedor en las primeras fases, un momento en el que estando en las primeras etapas del proceso de desarrollo del producto el equipo discute con uno o varios proveedores que tipo de piezas pueden ser necesarias en un futuro próximo.

7.2.8) La posición de las pequeñas empresas:

La organización de la innovación en la empresa depende en primer lugar del *tamaño de la empresa*. Muchas empresas pequeñas y medianas no tienen un departamento de I+D.

Sin embargo, muchas realizan actividades de innovación.

La siguiente tabla* muestra algunas cifras de empresas innovadoras de Italia que no tienen I+D oficialmente registrado. En este tipo de empresas pequeñas la actividad innovadora puede estar limitada al diseño y a la ingeniería, o puede estar limitada a trabajadores a tiempo parcial cuyas principales tareas residen en otro lugar de la empresa.

Actividad innovadora fuera del departamento de I+D en el sector de la fabricación de Italia

| <i>Sectores seleccionados</i> | Número de empresas con innovaciones desde 1981-85 | Porcentaje de empresas con gastos de I+D en 1985 |
|-------------------------------|---|--|
| <i>Metales</i> | 148 | 31,8 |
| <i>Químicos</i> | 490 | 70,8 |
| <i>Productos metálicos</i> | 1051 | 20 |
| <i>Ingeniería mecánica</i> | 1404 | 44,7 |
| <i>Maquinaria de Oficinas</i> | 11 | 90,9 |
| <i>Eléctrica, electrónica</i> | 658 | 58,7 |
| <i>Vehículos de motor</i> | 177 | 49,2 |
| <i>Alimentación</i> | 319 | 17,6 |
| <i>Textil</i> | 714 | 13,6 |
| <i>Zapatos, ropa</i> | 412 | 9,5 |
| <i>Todos los sectores</i> | 8220 | 31,1 |

Hasta ahora se ha esbozado una visión en la que la única fuente de invenciones e innovaciones es el departamento de I+D de una empresa innovadora o de otra organización. Sin embargo, esta visión es incompleta. Los inventores individuales, los equipos de proyecto, los departamentos de I+D y los institutos de investigación dependen, en mayor o menor medida, de la información externa y de los logros tecnológicos previos para crear innovaciones. Cada unidad de innovación es parte de uno o varios sistemas de innovación de los cuales extrae información.

7.2.9) El sistema nacional de innovación:

Según Mowery y Rosenberg*, el desarrollo tecnológico y las aplicaciones de las empresas privadas en la práctica han iniciado y dirigido la investigación básica en la comunidad científica, tanto como el desarrollo científico ha dirigido el I+D de las empresas privadas.

Para cada país, se puede esbozar una visión que de un resumen de las categorías de organización implicadas con la innovación tecnológica más importantes. Uno de estos tipos de organización puede ser una fuente de información para una empresa innovadora.

Tabla: Actividad innovadora fuera del departamento de I+D en el sector de la fabricación de Italia. Fuente Napolitano (1991).

* Mowery D.C. and N. Rosenberg, *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge, (MA), Cambridge University Press, 1989.

Esta fuente puede ser otra organización o incluso un competidor. Volveremos al tema de las fuentes de información más adelante. Por ahora basta con saber que cada país puede tener su infraestructura tecnológica propia, o sistema de innovación.

7.2.10) *El aprovisionamiento externo de la innovación o el I+D:*

En la última década, muchos sectores han mostrado una evolución en la que las empresas venden parte de su producción. Venden líneas de negocio que están fuera de las competencias “núcleo”, y se proveen externamente de algunas actividades a proveedores en sus líneas principales de negocio.

Se supone que este modelo de producción “magra” aumenta la eficiencia y permite seguir la evolución de la tecnología en el campo más limitado de competencia tecnológica que la empresa se ha quedado. También está relacionado con la necesidad de innovar más rápido y con menos presupuesto para investigación. Esto ha llevado a aprovisionarse externamente de parte del I+D.

Uno de los campos en donde el aprovisionamiento externo de parte del I+D ha sido más frecuente ha sido en el sector farmacéutico. Esto tiene que ver con la naturaleza típica de la investigación farmacéutica, en donde las “medicinas prototipo” deben ser probadas en animales y en seres humanos. Los grandes hospitales están mejor equipados para hacer esto que los departamentos de I+D o las empresas de farmacia. Otro ejemplo del mismo sector son las grandes empresas farmacéuticas, que recurren a la provisión externa de parte de su investigación en biotecnología a las empresas pequeñas especializada en este campo.

El aprovisionamiento externo de parte de la actividad de I+D de la empresa implica un conjunto bien definido de tareas que es separable de otras tareas realizadas por la propia empresa. La importancia de este tipo de contratos de I+D ha ido aumentando desde principios de los 90 para las grandes empresas europeas. Según Hagedoorn y Schakenraad*, el aprovisionamiento externo es una forma importante de cooperación tecnológica.

Hay que señalar que los contratos de I+D pueden ser firmados con otras empresas, especialmente proveedores, así como con institutos públicos de investigación. *Como resultado del aprovisionamiento externo de parte del I+D, las empresas se vuelven más dependientes de las actividades de I+D realizadas fuera de la empresa.*

7.3) Aspectos teóricos:

Como en el caso de las organizaciones en general, no se ha publicado mucho sobre la organización de la innovación. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos de las distintas formas de organización de la innovación?. Aunque el aprovisionamiento externo de las actividades de I+D se incluye en el análisis, nos vamos a limitar fundamentalmente a la organización interna de la innovación.

Se puede hacer una distinción entre la resolución de problemas tecnológicos y la creatividad, que son actividades que se realizan sobre todo en los departamentos de I+D,

* Hagedoorn, J. and J. Schakenraad, *Strategic partnering and technological cooperation, en , Perspectives in Industrial Organization*, Dordrecht. Kluwer, 1992.

y la coordinación de esas actividades con otras de la empresa para hacer que las innovaciones sean tan eficaces y eficientes como sea posible. Normalmente se atribuye la creatividad al inventor mientras que la coordinación de problemas es una de las tareas del innovador o del empresario. Hemos visto que Schumpeter hacía una clara distinción entre el emprendedor y el inventor. En su opinión el emprendedor tiene un papel más importante, pues hace nuevas combinaciones, (*Neue Kombinationen*) de tecnología existente, de forma que incluso se podía pasar sin invenciones.

Las publicaciones en economía apenas han tratado a la creatividad. A continuación trataremos algunos elementos de la creatividad individual y de los equipos de trabajo.

Los economistas se han preocupado mucho más por los problemas de coordinación. La economía de la “transacción de costes” y la “teoría de la agencia” son dos de las teorías más importantes de la organización económica. Sin embargo, en gran medida, no han sido usadas para explicar las formas predominantes de la organización de la innovación. Sin embargo, en la investigación empírica, numerosos estudios se han inspirado en la economía de la transacción de costes para formular hipótesis sobre la organización de la innovación. Por tanto, trataremos la economía de la transacción de costes en relación a la innovación.

7.3.1) *El concepto de creatividad de Usher:*

Aunque los inventores que operan de forma autónoma no son tan importantes como en los primeros días, la creatividad de los individuos todavía es muy importante. Aunque hay conceptos que intentan establecer las condiciones apropiadas en la empresa, *la creatividad* depende en último término de las características de las personas implicadas.

Usher* plantea una distinción entre las tres aproximaciones que explican cómo provocar el elemento creativo de la invención. La aproximación “*transcendental*” atribuye la aparición de la invención a la inspiración del genio ocasional que de vez en cuando consigue una comprensión de una verdad esencial mediante el ejercicio de la energía personal, la intuición y la habilidad. La invención, y por tanto, la innovación, depende de la presencia de este tipo de individuos. Esto implica que el tiempo y el lugar de las invenciones son difíciles de predecir. Esta visión se aproxima a la de los viejos inventores y no a la de empresas que intentan planear cada vez más el proceso y el tiempo de las innovaciones.

La segunda aproximación, *el proceso mecánico*, ve a la invención como resultado de la necesidad, mientras que el inventor individual es un instrumento de procesos históricos. Las invenciones se están produciendo constantemente. Los individuos dependen de la acumulación de conocimiento en un campo determinado, de forma que las empresas que están especializadas en ese campo antes o después crearán invenciones. La difusión del conocimiento es importante en esta aproximación y una empresa podría mejorar su trayectoria inventiva gestionando el flujo de conocimiento público. Mientras que la aproximación transcendental pone énfasis en el individuo, la aproximación mecánica subraya la importancia de la comunidad científica en donde una

* Usher, Abbeycot P. *A History of Mechanical Inventions*. Cambridge (MA), Harvard University Press. 1962.

idea se deriva de muchas otras que la anteceden. El recurso a la fuente común de conocimiento está fuertemente influido por el marco institucional en el que se mueve el inventor.

La tercera aproximación, el "*enfoque de síntesis acumulada*", combina los elementos clave de los otros. Las principales invenciones se entienden como procedentes de la síntesis acumulada de invenciones relativamente sencillas, cada una de las cuales requiere un acto de comprensión. En la práctica esto significa que si la empresa crea el escenario institucional apropiado, podrá conseguir muchas pequeñas invenciones. Un punto importante es que el inventor debe tener acceso a la fuente común de conocimiento. Esto permite que las empresas relativamente pequeñas puedan inventar sin depender de un genio. Las principales invenciones todavía proceden de la capacidad de uno o unos pocos individuos, de forma que son imprevisibles.

Usher se centra especialmente *en los aspectos cognitivos de la invención*, aunque el marco institucional del inventor reconoce de forma implícita otros aspectos, tales como la cultura organizativa que estimula la creatividad. Como hemos visto, las inversiones en las etapas que van desde la exploración de ideas hasta la construcción del prototipo, son relativamente poco caras. Desarrollar el prototipo hasta conseguir un producto que tenga éxito comercial es más caro, por lo general menos incierto y menos dependiente de la creatividad. En este sentido, se podría afirmar que Usher pone demasiado énfasis en la invención.

Como Jewkes et al, señalaron, muchas invenciones de individuos o pequeñas empresas no dan lugar a innovaciones, o cuando lo hacen es porque está implicada una gran empresa. Hasta cierto punto los proyectos de tecnología que se mantienen fuera de los procedimientos de planificación, con presupuestos estrictos de dinero y de tiempo, dependen mucho más de los inventores que los proyectos de desarrollo de producto. En estos últimos, el emprendedor, que es el que ve las oportunidades comerciales de una combinación de tecnologías que ya existen, es más importante. Los aspectos inventivos del desarrollo de productos dependen cada vez más del trabajo en equipo y menos de un solo genio.

Sin embargo, se puede afirmar que el talento organizativo del emprendedor es tan raro e imprevisible como el talento tecnológico del inventor. No está claro si los conceptos de Usher se pueden usar también para el genio organizativo.

7.3.2) *La coordinación de funciones cruzadas:*

En el apartado empírico se han discutido distintas estructuras de equipos en relación con la coordinación de las principales actividades funcionales: producción, marketing e ingeniería. Como Wheelwright y Clarke hacen una distinción entre la invención, (investigación) y los proyectos de desarrollo, (ingeniería y desarrollo), se podría añadir el I+D a la lista de las principales actividades funcionales de la empresa moderna.

Se ha mostrado la forma en la que la estructura de los equipos podría explicar la naturaleza y el alcance de la coordinación de las funciones cruzadas. Por supuesto que otros factores explican la coordinación de funciones cruzadas en la práctica. Lo que hay que señalar aquí es que las empresas pueden diferir en la forma en la que coordinan su

I+D con las otras actividades, lo que sin duda influye en la productividad del I+D y en la competitividad global de las empresa. Lo mismo se puede afirmar de la organización y la coordinación de la innovación en las distintas unidades de innovación.

7.3.3) La coordinación entre las unidades de I+D:

Un aspecto central en la coordinación entre las distintas actividades de la innovación, y entre esta y el resto de las actividades de la empresa, es el tema de la centralización o la descentralización del I+D. Coombs y Richards* aportan un repaso histórico que muestra que el I+D en las grandes empresas solía estar fuertemente centralizado, y que se ha descentralizado en los años 80. Las ventajas de la centralización son, entre otros aspectos, la coordinación de los distintos proyectos de innovación, (lo que también evita la duplicación), economías de escala y de alcance, y un clima de creatividad.

Las ventajas de la descentralización son que las actividades de innovación se centran más en las necesidades de las unidades operativas, y la velocidad con la que se finalizan es mayor. Varma** desarrolla este tema con más detalle en términos del modelo "autónomo" y el modelo "vínculo" La siguiente tabla[†] aporta las principales características de los dos modelos.

Principales características de los modelos autónomos y los de vínculo

| Modelo Autónomo | Modelo de vínculo |
|---|---|
| Existió desde la segunda guerra mundial | Aplicado a mediados de los 80. |
| Los fondos de investigación se generarán como resultado de un impuesto plano sobre las divisiones de negocios de las empresas. | Los fondos para investigación se generan como resultado de contratos directos de las divisiones de negocio de la empresa. |
| Los científicos generan proyectos sobre la base del interés general de la compañía. | Los científicos y los directivos generan proyectos sobre la base de las necesidades del cliente. |
| La investigación corporativa disfruta de autonomía del resto de la compañía. | La investigación corporativa depende del resto de la empresa. |
| Se da un énfasis en la investigación a largo plazo. | Hay un énfasis en investigación a corto plazo. |
| La viabilidad técnica dirige a la investigación. | La disponibilidad de dinero dirige la investigación. |
| Las estrategias de I+D son claras. | Las estrategias para el I+D son vagas. |
| Hay vínculos indirectos entre las divisiones de investigación y de empresa. | Hay vínculos directos entre las divisiones de negocio y de investigación. |
| Hay un énfasis en la investigación. | Hay un énfasis en desarrollo. |
| Los científicos trabajan en pocos proyectos similares. | Los científicos trabajan en muchos proyectos distintos. |
| Hay más capas de gestión | Hay pocas capas de gestión. |

* Coombs, Rod y Albert Richards, *Strategic control of technology in diversified companies with decentralized I+D*, Technology Analysis and Strategic Management, 1993.

** Varma, R. *Restructuring corporate I-D: from an autonomous to a linkage model*, Technology Analysis and Strategy Management, 7, 1995.

† Tabla: Principales características de los modelos autónomos y de vínculos. Fuente: Barma, (1995).

Una idea central es que el rendimiento innovador es influido por el grado de centralización y por la organización del I+D en general. Esta organización, tal y como sugiere la distinción en cuatro tipos de unidades de I+D de Westney, tiene como principal objetivo combinar todas las oportunidades tecnológicas de las distintas unidades con el mercado local de oportunidades. A este respecto es interesante enfatizar las conclusiones de Florida* sobre una encuesta de 186 unidades de investigación de empresas extranjeras en los Estados Unidos, que afirman que los motivos tecnológicos desempeñaron un papel ligeramente más importante que los motivos de mercado a la hora de iniciar una filial de I+D en los Estados Unidos.

7.3.4) La teoría de la transacción de costes y el aprovisionamiento externo del I-D:

La teoría de la transacción de costes, (TCE), se preocupa por la organización de la actividad económica a dos niveles: a nivel de las transacciones individuales y a nivel de la empresa con varios productos. A nivel de la transacción la teoría se enfrenta a las condiciones bajo las cuales los productos o servicios específicos se organizan dentro de la empresa o con un proveedor externo. Como la función de I+D puede ser vista como un servicio a las actividades básicas de la empresas, tales como la producción, la misma cuestión se puede plantear sobre si un proyecto de innovación específico es realizado por la propia empresa, o por una unidad de investigación externa.

A nivel de la variedad de productos, TCE se centra en la coordinación de las distintas actividades estratégicas y operativas de la empresa. Con relación a la innovación esto podría incluir preguntas sobre la localización del departamento de I+D, por ejemplo, bajo qué circunstancias un laboratorio central es la mejor solución en una empresa con varias divisiones, y en qué situaciones los departamentos de I+D son los más eficientes. El tema aquí es similar al de la centralización planteado por Coombs y Richards. Sin embargo, los motivos subyacentes son distintos. TCE pone énfasis en la importancia de la suavización del comportamiento oportunista en los casos en donde las dos partes en una transacción realizan inversiones específicas.

TCE asume que los actores son racionales y se comportan de forma oportunista. La "racionalidad acotada", ("bounded rationality"), significa que los actores tienen la intención de adoptar decisiones racionales, pero que en el proceso se ven dificultados por la cantidad limitada de información que tienen sobre cada decisión. La información limitada se deriva de la complejidad de un problema, los cambios que ocurren a lo largo del tiempo, y el hecho de que algunos de los otros actores no proporcionan información, o cuando lo hacen, puede ser incompleta o engañosa. Esto último tiene que ver con el comportamiento oportunista.

Cuando un actor económico quiere maximizar su beneficio a menudo retiene intencionadamente la información sobre la que el colega en la transacción económica, (por ejemplo una empresa proveedora), puede optimizar su decisión. Pero por supuesto podría ser al contrario. Todos los actores pueden comportarse de forma egoísta y el problema es que intentan esconder sus intenciones para maximizar sus propios beneficios a costa del socio comercial. Al supervisar estrechamente al otro actor una

* Florida, R. *The globalization of R&D: results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA*, Research Policy, 26, 1997.

empresa intenta reducir las posibilidades de oportunismo. Pero la supervisión es cara: da lugar a un aumento de los costes de transacción. Como resultado algunas transacciones se ejecutan deliberadamente en el interior de la empresa. De forma que cuando una empresa prevé que un proveedor se puede comportar de forma oportunista y que es difícil neutralizar sus efectos, decide comprar el proveedor o instalar una unidad interna que le provea.

Los productos y servicios que una empresa necesita para sus propios productos varían en complejidad, precio, calidad, volumen, naturaleza de las tecnologías implicadas y demás aspectos. Según Williamson⁷, las tres características de la transacción de un producto o servicio que son decisivas para el tipo de estructura de gobierno que la empresa debe crear para suavizar el oportunismo son: la especificidad de los activos, la frecuencia y la incertidumbre.

La *especificidad* de los activos es alta cuando las inversiones realizadas por una parte en la transacción no pueden ser usadas para la transacción de otro producto o servicio, o pueden ser usadas sólo con altos costes de transformación. Un ejemplo es una máquina que sólo puede ser usada para producir un componente específico de un solo cliente. Cuando la especificidad de los activos es alta las partes en la relación comercial terminan dependiendo uno de otro, lo que les hace vulnerables a las consecuencias del oportunismo. De esta forma, las transacciones con un alto grado de especificidad en los activos tienden a ser internalizadas por la empresa que necesita el producto o servicio en cuestión.

La *frecuencia* de la transacción es el número de veces que el producto o servicio debe ser intercambiado al año. Cuando la frecuencia de la transacción es baja y cuando los costes de instalación son relativamente altos, la internalización puede no ser rentable.

La *incertidumbre* se define como la dificultad de predecir el comportamiento de las otras partes, y la dificultad de entender las estrategias y los desarrollos que se dan en el mercado en general. En estos casos la información sobre el mercado y la información aportada por el potencial proveedor son difíciles de evaluar. De esta forma el oportunismo no se reconoce con rapidez. Un alto grado de especificidad de los activos, frecuencia e incertidumbre, da lugar a la internalización de la transacción, de forma que sólo una parte tenga el mando.

En la práctica normalmente ocurre que una empresa desarrolla un componente y prueba la línea de producto o el proceso con el cual producir el producto. Entonces especifica las características técnicas tanto del producto como del proceso de fabricación, y ordena a un proveedor que produzca y envíe el producto según las especificaciones. Bajo estas circunstancias la empresa es perfectamente capaz de evaluar la información aportada por el proveedor sobre precio, esquemas de envío, y otras variables en el borrador de contrato.

Para los proyectos de innovación la situación puede ser totalmente distinta. Por definición las especificaciones técnicas de un nuevo producto no pueden ser enunciadas con antelación. De esta forma el aprovisionamiento externo de parte de las tareas de desarrollo sólo puede ser considerado en una fase muy tardía del desarrollo del

⁷ Williamson, O.E., *The Economic Institutions of Capitalism*, New York, The Free Press, 1985.

producto, por ejemplo después de haber probado exhaustivamente el prototipo, y después de la producción piloto. Cuando el mercado dicta un desarrollo de producto rápido uno pierde tiempo valioso con la implicación tardía de los proveedores. La alternativa es una implicación temprana del proveedor pero sin saber exactamente lo que hace falta. Esto sería un caso especial de contrato relacional.

La contratación relacional ocurre cuando la internalización no es rentable y cuando el peligro de oportunismo es alto. Las dos partes invierten específicamente en la relación para señalar sus buenas intenciones. Un ejemplo es un proveedor que financia el desarrollo de producto para un cliente específico en previsión de un contrato por un cliente. A su vez uno o varios investigadores del proveedor son informados del proceso de desarrollo del producto del cliente, incluyendo los planes para las futuras generaciones de producto en los que el proveedor podría desempeñar un papel. La temprana implicación del proveedor permite el oportunismo, pues las inversiones son específicas por definición. Una de las ventajas es que el cliente puede usar la maestría tecnológica y de mercado del proveedor en su propio proceso de desarrollo del producto.

7.3.5) La relaciones entre los creadores y los usuarios de las innovaciones:

La sencilla visión que habíamos trazado sobre la base de los esquemas de flujo de tecnología es una en la que hay sectores en donde todas las empresas están realizando I+D, y otros sectores en donde las empresas no están realizando ninguna actividad innovadora, de forma que se limitan a comprar la nueva tecnología de los sectores que sí lo hacen.

La realidad es más compleja; el mundo económico no puede ser dividido con claridad entre creadores y usuarios de innovaciones. En este apartado vamos a desarrollar la clasificación de sectores de Pavitt basada en distintas mezclas de innovación y uso de nueva tecnología.

Los indicadores de input y output de nueva tecnología ponen énfasis de forma implícita en la importancia de la creación de innovaciones. Cuando se aplican con propiedad, miden la eficiencia de las empresas, los sectores y los países a la hora de producir nueva tecnología.

En tanto en cuanto los proveedores y los clientes influyen en la capacidad de innovación de las empresas, la medición de la productividad del I+D mirando exclusivamente a los inputs y los outputs de las empresas innovadoras puede a veces ser engañosa. Para conseguir una buena comprensión de la capacidad de innovación de las empresas podría ser importante mirar la intensidad del I+D de sus proveedores.

En otros apartado quedó claro que los sectores difieren en cuanto al número de innovaciones usadas y producidas por sus empresas. Por ejemplo, en la agricultura, la mayoría de las innovaciones son creadas por los proveedores de equipo agrícola. En cambio, la mayoría de las innovaciones que son aplicadas a la microelectrónica son creadas en el propio sector.

Pavitt* analizó la información empírica de alrededor de 2000 innovaciones significativas desde 1945 a 1979 en el Reino Unido y dio lugar a una clasificación de sectores según el número de factores que determinan la naturaleza y pauta de creación y uso de tecnología.

Se identifican cuatro tipos de sectores, basados en ciencia, dominados por proveedores, e intensivos en producción, el cual a su vez se divide en intensivo en escala y proveedores especializados. Los nombres indican la principal fuente de innovación en ese sector: ciencia, proveedores, los propios productores del sector.

Además de las propias innovaciones, la base de datos contiene información sobre el sector en el que se ha creado la innovación, el sector en el que se usa, y la principal actividad de la empresa innovadora.

Otra característica importante de la empresa innovadora es *su tamaño*. Otras categorías importantes de la base de datos son la naturaleza de la innovación, (producto o proceso), y las fuentes de la innovación, en especial las fuentes dentro de la empresas y las fuentes fuera, (por ejemplo otra empresa o una universidad).

En el 58,6% de los casos la fuente más importante de innovación es la que está en el interior de la empresa. Esto lleva a Pavitt a concluir que en la práctica la principal fuente de innovación no es el conocimiento público, (tal y como asumía la teoría neoclásica según el modelo por pasos).

Pero el principal aspecto del estudio es la comprensión de las pautas de producción y uso de las innovaciones. En el resumen de la historia de la tecnología en la ciencia económica quedó claro que la creación de tecnología se veía como un algo exógeno a los procesos económicos.

En otras palabras, los sectores son fundamentalmente usuarios de innovaciones que son realizadas fuera, (en la comunidad científica). Esto parecía ser verdad en el caso de la agricultura, los sectores de servicios y algunos sectores de la fabricación como el textil. Estos sectores se denominan "dominados por proveedores".

Sin embargo, para la mayoría de los sectores de la fabricación la historia es distinta.

* Pavitt, Keith. *Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory*, Research Policy, 1984.

La siguiente tabla muestra un resumen de los descubrimientos de Pavitt. Muestra una clasificación de sectores según los cuatro tipos de sectores de tecnología así como cierto número de características de cada tipo de sector.

Trayectorias tecnológicas sectoriales: determinantes, direcciones y características medidas

| Categoría de empresa | Sectores típicos | Determinantes de las trayectorias tecnológicas | | | Trayectorias tecnológicas | Características medidas | | | |
|---|--|---|-------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|---|---|--|
| | | Fuente de Tecnología | Tipo de usuario | Medio de apropiación | | Fuente de tecnología de procesos | Equilibrio relativo entre las innovaciones de productos y de procesos | Tamaño relativo de las empresas innovadoras | Intensidad y dirección de la diversificación tecnológica |
| Dominado por proveedores | Agricultura, construcción, servicios privados, fabricación tradicional | Proveedores, servicios de investigación, grandes usuarios | Sensible a los precios | No técnico, (marketing, publicidad, diseño) | Reducción de costes | Proveedores | Proceso | Pequeño | Vertical bajo |
| Intensivo en producción intensivo en escala | Materiales como acero, cristal, autos, de consumo durables | Proveedores, I+D | Sensible a los precios | Secreto en los procesos y en el know how, patentes, economías de aprendizaje dinámico | Reducción de costes | Proveedores | Proceso | Grande | Vertical alto |
| Intensivo en producción, proveedor especializado | Maquinaria, instrumentos | Diseño y usuarios de desarrollo | Sensible al rendimiento | know how de diseño, conocimiento de usuarios, patentes | Diseño de producto | Clientes | Producto | Pequeño | Bajo concentrado |
| Basado en la Ciencia | Electrónica, eléctrica, química | I+D, Ciencia pública | Mezcla | Know How en I+D, patentes, procesos, economías de aprendizaje dinámico | Mezcla | Proveedores | Mezcla | Grande | Vertical bajo, concentrado alto |

Hay que subrayar que las clases son tipos ideales; un sector puede tener muchas de las características de uno de los tipos, pero en la realidad se dan combinaciones. Por ejemplo, el sector del automóvil, se puede ver como una mezcla del intensivo en escala y el dominado por proveedores. Otra forma de ver a la clasificación de sectores es ver si

Tabla: Trayectorias tecnológicas sectoriales: determinantes, direcciones y características medidas
Fuente: Pavitt (1984).

dominan las innovaciones de producto o las de proceso, y quienes son los creadores y los usuarios de las innovaciones. Las innovaciones de producto dominan en dos tipos de sectores. En uno, (basado en la ciencia), las empresas son grandes (en promedio), *innovan fundamentalmente dentro del sector*, (hay poca diversificación), y hay pocos extraños que vengan con nuevos productos.

En el otro tipo, (proveedores especializados), las empresas son por lo general pequeñas, se crean muchas innovaciones por empresas fuera del sector, (especialmente grandes clientes tales como los fabricantes de automóviles), y las innovaciones que las empresas crean se dirigen a otros sectores, (diversificación tecnológica). Ejemplos son la ingeniería mecánica y eléctrica. En el otro grupo sobre todo se dan innovaciones de proceso. En los sectores dominados por proveedores estas innovaciones son creadas sobre todo por proveedores. En el tipo de sector intensivo en escala la mayoría de las innovaciones de proceso se dan en las empresas en el sector y son innovaciones para ese sector.

En sus explicación de los flujos de tecnología entre sectores Pavitt enfatiza las pautas de producción y uso de las innovaciones, sugiriendo de esta forma que las empresas en un sector, o crean innovaciones, o usan las creadas en otro sector. Sin embargo, también comentó que en muchos sectores otras empresas son importantes fuentes de innovaciones creadas por empresas del sector. Uno de los ejemplos mencionados es el de los fabricantes en el sector de automoción, que crean un número considerable de innovaciones de proceso, que normalmente deberían haber sido creadas por el sector de máquinas.

8) Conclusiones:

La necesidad de innovación organizativa es especialmente importante en Europa, en donde la brecha existente entre el esfuerzo investigador y los resultados innovadores sugiere que nuestro continente presenta una clara debilidad a la hora de pasar desde el descubrimiento científico a la innovación, y desde la innovación al mercado. Esta debilidad se deriva de nuestra incapacidad para romper con los modelos organizativos heredados del "fordismo", sea en lo referente a la organización en el seno de una fábrica, o en lo referente a la dirección de las actividades de I+D.

Para ello parece necesario abandonar la vieja visión *secuencial o lineal* de la relación entre investigación e innovación. Es necesario en cambio adoptar un modelo *iterativo*, estableciendo intercambios de información permanentes entre los actores. *Análogamente, la investigación ya no puede concebirse en una completa ignorancia de las demandas, los límites de la producción o los mercados.* De hecho, a menudo serán los imperativos de la producción los que guiarán el diseño.

Al examinar la relevancia de los cambios organizativos es necesario distinguir tres esferas en la actividad industrial: producción, I+D y gestión de los recursos humanos. Es necesario distinguir tres niveles de actividad integradora. El primer nivel consiste en que cada una de las tres esferas de la empresa, (producción, I+D, y Recursos Humanos), requiere innovaciones organizativas. El segundo nivel de integración se refiere a las relaciones entre sí de estas tres funciones en el seno de la empresa. Exige vínculos más fuertes entre ellas y la disolución de muchas de las divisiones funcionales. El tercer y último nivel de integración surge entre la empresa y su entorno. Requiere una

integración más estrecha entre fabricantes por una parte y suministradores y consumidores por otra, (integración vertical); y también una cooperación más estrecha entre empresas asociadas al mismo sector, (integración horizontal).

Está en la naturaleza de las propias estructuras organizativas y del cambio organizativo *la inexistencia* de una “mejor manera” de organización y diseño de puestos de trabajo. La tarea, por tanto, es la búsqueda continúa de lo que podría llamarse “práctica mejorada”. Para ello sería conveniente que se difundieran entre las pequeñas y medianas empresas, con mayores dificultades, libros con ejemplos de éxito en innovación organizativa.

En el pasado, muchos economistas se limitaban a contemplar el proceso de innovación desde una visión reduccionista, en la que se observaba fundamentalmente el nivel de gasto en I+D de la empresa. En la última parte de este capítulo hemos observado muchos otros aspectos, desde la estrategia de la empresa a su organización, o a las relaciones con otras empresas.

El cambio organizativo y los cambios en las habilidades y en las capacidades de gestión son esenciales para conseguir los beneficios cuantitativos y cualitativos derivados de la introducción de nuevas tecnologías.

Capítulo 7

Las nuevas estrategias organizativas de las empresas

1) Introducción

En el capítulo anterior llegábamos a la conclusión de que la innovación organizativa en Europa es esencial. También veíamos que para mejorar la capacidad innovadora de las empresas son necesarios cambios organizativos en cada una de las esferas de la empresa, en las relaciones entre ellas, y en las formas de cooperación de la empresa con su entorno. Al intentar esbozar una visión de la naturaleza del proceso de innovación hemos visto su interrelación con los aspectos estratégicos de la empresa. Todo ello nos lleva a constatar la relevancia del cambio organizativo y de las capacidades de gestión para conseguir los beneficios derivados de la introducción de las nuevas tecnologías.

En este capítulo vamos continuar con estos temas. En esta ocasión lo que queremos examinar es la forma en la que las empresas están intentando conseguir la flexibilidad y la adaptabilidad en la producción de bienes y servicios. También se intenta considerar *el impacto de sus estrategias* en los puestos de trabajo y comparar los desarrollos a nivel de empresa con los que están teniendo lugar en el conjunto del mercado de trabajo. Por último se intenta hacer un breve resumen sobre la forma en la que las nuevas tecnologías están cambiando los métodos de fabricación. En el siguiente capítulo examinaremos la innovación organizativa desde el punto de vista de su incidencia en la gestión de los recursos humanos.

En un entorno cada vez más competitivo, las empresas están buscando estrategias más flexibles e innovadoras y nuevas formas de organización y producción que respondan mejor al proceso de globalización, a las cambiantes preferencias del consumidor y al cambio tecnológico. Cada vez hay mayor evidencia de que la organización del diseño, producción y distribución de bienes y servicios a nivel de empresa es la clave para la adopción y uso de las nuevas tecnologías y por tanto para la competitividad. La reestructuración parece estar ocurriendo en la mayoría de los sectores económicos.

El proceso está más avanzado en la fabricación y en los servicios comercializables, pues son los sectores más expuestos a la competencia internacional. La reestructuración interna se ve acompañada a menudo por estrategias que persiguen aumentar las transacciones externas y los vínculos con otras empresas con el objetivo de reducir costes, aumentar la especialización, ganar economías de escala y diversificar los riesgos. Las nuevas prácticas de organización del trabajo, complementarias y creadas alrededor de las tecnologías de la información y de la comunicación (ICT), han sido a menudo descritas como prácticas de trabajo de alto rendimiento, que conducen a un mejor funcionamiento de los puestos de trabajo.

La nueva organización del trabajo intenta conseguir mayor flexibilidad funcional y numérica, usando estrategias internas y externas para aumentar la adaptabilidad. Tiene algunas de las siguientes características.

-mayor especialización de las unidades de negocio, (se centra en las actividades “núcleo”).

- más vínculos horizontales entre empresas, ya sea para subcontratar (compra de componentes o de servicios que son parte del producto final de la unidad), o para proveerse de servicios auxiliares fuera (transporte, limpieza, etc...).

-es un complemento esencial del uso efectivo de la tecnología.

-se da mayor importancia a las comunicaciones y a los vínculos horizontales, y menos a los jerárquicos o verticales.

-la información se recoge en más niveles y es canalizada de forma menos jerárquica.

-la autoridad para actuar depende menos de modelos jerárquicos de autoridad.

-se aprovechan mejor los empleados más receptivos y mejor formados.

-aumenta la rotación de puestos y se diversifica más la habilidades de cada uno de ellos, borrando las diferencias entre las actividades tradicionales entre trabajos.

-los grupos pequeños que se autogestionan son normales y adoptan mayor responsabilidad.

Las características de cada organización, su combinación, y su importancia varían de acuerdo con el sector, el tamaño de la empresa, y de cierto número de impactos sobre los recursos humanos que tienen que ver con la flexibilidad y con el esfuerzo del trabajador. Se forman grupos "núcleo" de empleados bien formados cuya flexibilidad se logra mediante el desarrollo de capacidades multidisciplinares. Al mismo tiempo se forman otros grupos de trabajadores periféricos que facilitan la flexibilidad mediante la reducción de los costes de despido y mediante una mayor flexibilidad de las horas trabajadas (flexibilidad numérica).

La educación y la formación son más importantes, sobre todo en el caso de los trabajadores núcleo. Por último, la diferenciación de sueldos aumenta a medida que el pago por habilidades y rendimientos se vincula con mayor precisión a las características de cada trabajador y a los factores de la empresa. Otras técnicas tales como el reparto de beneficios o el pago de las sugerencias se pueden establecer para asegurar un mayor esfuerzo del trabajador. Además se dedican más recursos a la detección y selección de empleados potenciales.

La mayor parte de lo que se ha escrito sobre la forma de emplear a la fuerza de trabajo a nivel de empresa distingue entre dos tipos de flexibilidad. La *flexibilidad funcional* normalmente implica enfoques al trabajo cualificados y basados en la cooperación que dependen de la calidad de la fuerza de trabajo. Sus características más tradicionales son: el desplazamiento del diseño y de las fronteras de trabajo lejos de las tradicionales, normalmente más estrechas, la movilidad entre tareas, habilidades amplias y variadas y la formación continua e

intensa. El equipo de trabajo autónomo, con variedad de funciones, que se auto gestiona, es un indicador de este tipo de flexibilidad.

La *flexibilidad numérica* normalmente implica cambios en la cantidad de fuerza de trabajo. Estos cambios cuantitativos incluyen, por ejemplo, el número de empleados, de horas de trabajo, el uso de empleados a tiempo parcial, el uso de empleados con contratos temporales y precarios, y el uso de principios liberales de contratación y despido.

También se da una dimensión espacial al ajuste. La *flexibilidad interna* se refiere a operaciones realizadas dentro de la empresa o dentro de la estructura contractual existente en ella. La *flexibilidad externa* implica interacción en los mercados, por lo general fuera de la empresa; también implica el cambio de la naturaleza y del tipo de los contratos. Por lo general ha habido bastante solapamiento entre la flexibilidad funcional y la interna, y entre la numérica y la externa.

Las empresas que persiguen una organización y una producción más flexibles pueden cambiar la composición de su flexibilidad funcional y numérica para ajustar el empleo de la fuerza de trabajo de la forma que mejor le convenga. Además, pueden desplazar el lugar del ajuste, moviéndolo fuera si en el pasado habían dependido de mecanismos internos.

Las empresas pueden basarse en variaciones internas de las horas trabajadas en vez de usar la contratación y el despido (externos), para conseguir sus objetivos de flexibilidad numérica. Para adquirir ciertas competencias especializadas también pueden elegir el aprovisionamiento externo de algunas actividades, en vez de realizar una reestructuración interna de las ocupaciones.

De esta forma, los países que recurren normalmente a mercados externos y a estrategias que dependen sobre todo de la flexibilidad numérica han mostrado mayor interés en realizar ajustes numéricos y funcionales dentro de la empresa.

El interés en la empresa de alto rendimiento en las mejores prácticas de empresa, en países tales como Australia, Canadá, los Estados Unidos y el Reino Unido se han centrado en la forma de conseguir flexibilidad funcional y mejorar la calidad de la fuerza de trabajo.

En el escenario más protegido de Europa, el movimiento ha ido en la dirección de un mayor uso de la flexibilidad numérica y de los ajustes externos de funciones. Algunos ejemplos son el aumento del empleo autónomo en Italia, señales de mayor aprovisionamiento externo en Alemania y el crecimiento de las agencias temporales en donde son permitidas.

Aunque se ha prestado una gran atención a estas prácticas y a sus implicaciones, el alcance con el que se usan y su impacto ha sido poco explorado en los distintos países. En los siguientes apartados vamos a repasar las encuestas entre sectores y los estudios de caso a nivel de empresa para examinar la evidencia empírica y evaluar su impacto. Sin embargo, en primer lugar parece útil clarificar la relación entre la tecnología y la organización de la empresa.

La hipótesis que está implícita en este capítulo es que la tecnología proporciona nuevas oportunidades para expandir la oferta de productos y servicios, aumentando la productividad y de esa forma el empleo, pero que al mismo tiempo *la organización de las empresas y el marco institucional que opera en el momento de la introducción de los cambios organizativos determinan la eficacia del impacto de la adopción de las nuevas tecnología y del propio cambio organizativo.*

Como habíamos señalado en otro apartado de este trabajo, los vínculos entre la tecnología y las ganancias de la productividad han sido muy debatidos y se han propuesto muchos argumentos para explicar la contradicción observada entre la amplia introducción y difusión de las nuevas tecnologías y el menor crecimiento de la productividad, (la paradoja de Solow).

Para explicar esta contradicción en la actualidad se están sugiriendo cada vez más los factores relacionados con las estructuras organizativas, la capacidad de gestión y la formación de la fuerza de trabajo.

Sin las estructuras organizativas apropiadas, una fuerza de trabajo cualificada y una gestión capaz, las nuevas tecnologías no obtienen el impacto deseado sobre la producción, la productividad y el empleo.

Además, la mayoría de las empresas se adaptan a la mayor competencia reorganizando sus actividades y mejorando la calidad de los productos y la flexibilidad de la producción, lo que puede no aparecer en las medidas tradicionales de producción o de productividad.

El cambio organizativo y los cambios en las habilidades y en las capacidades de gestión son esenciales para conseguir los beneficios cuantitativos y cualitativos derivados de la introducción de nuevas tecnologías.

2) El alcance del cambio organizativo:

Aunque las estructuras organizativas que se están adoptando presentan similitudes, las empresas no adoptan con facilidad ni con rapidez las nuevas tecnologías por lo que en muchos casos todavía no se han beneficiado de su adopción.

Las considerables diferencias entre las estructuras organizativas, las habilidades y las capacidades de gestión entre sectores, empresas y países, determinan la forma en la que la tecnología es introducida y su impacto en la producción y el empleo.

Si la reestructuración y la adopción de nuevas prácticas están impulsadas por las condiciones de la competencia, probablemente sean más evidentes en los sectores expuestos a la competencia y en las grandes empresas, que normalmente suelen tener un mayor grado de internacionalización.

Todo un conjunto de informes intersectoriales indican la amplia difusión de las nuevas formas de organización del trabajo. En conjunto, los resultados son similares en muchos países, lo que sugiere condiciones de competencia comunes y similitudes en las

prácticas. Por otra parte, hay que señalar que las definiciones de nueva organización del trabajo varían y que la fabricación está más estudiada que los servicios.

En los Estados Unidos, algunos informes sobre servicios y fabricación muestran un uso moderadamente alto de nuevas y flexibles prácticas de trabajo. Osterman^{*} señala que el 37% de los centros con 50 o más empleados realizan un uso intensivo de prácticas flexibles de trabajo, (equipos de trabajo autodirigidos, rotación de puestos de trabajo, solución de problemas de los empleados, gestión de la calidad total).

Otro informe^{**} sobre centros de trabajo señalaba la existencia de frecuentes debates sobre problemas relacionados con el trabajo (54%), un uso moderadamente amplio de la gestión de calidad total (37%), pero no tanta rotación de puestos de trabajo ni tanto "benchmarking". La mitad de los encuestados en la fabricación y un tercio de los de servicios informaron sobre reorganización del trabajo, siendo las más frecuentes la formación, la calidad total de la gestión, el reparto de beneficios o el "empowerment".

En Australia en 1990 más de un tercio de los lugares de trabajo encuestados había introducido nueva tecnología, reorganizado las estructuras de gestión, cambiado el personal de gestión más mayor, y reestructurado de forma significativa las prácticas de trabajo en los dos años precedentes[†]. La cuarta parte de las empresas australianas de fabricación y un 14% de las de servicios habían aplicado técnicas de gestión avanzadas o habían cambiado las estructuras de gestión o del lugar de trabajo en 1993.

En el Reino Unido casi la mitad de las empresas había adoptado nuevas estructuras de comunicación en 1990^{††}.

En Suecia, más del 25% de centros de trabajo y de servicios habían adoptado la nueva organización del trabajo^{†††}.

En Francia, casi el 80% de las empresas de la fabricación con más de 50 empleados habían reorganizado su producción entre 1988 y 1993, habiendo realizado cambios significativos en el 40%.

^{*} Osterman, P., *How Common is Workplace Transformation and Who Adopts It?*, *Industrial and Labour Relations Review*, Vol. 47(2), pp. 173-188, 1994.

^{**} Lynch, L.M. and R. Zemsky, *EQW National Employers Survey: First Results*, EQW, mimeo, February, 1995.

[†] Callus, R. A. Morehead, M. Cully and J. Buchanan, *Industrial Relations at Work: The Australian Workplace Industrial Relations Survey*, AGPS, Canberra, 1992.

^{††} Millward, N. *The New Industrial Relations?*, Policy Studies Institute, London, 1994.

^{†††} NUTEK, *Swedish Country Report*, Stockholm, 1996.

Como se puede ver en el cuadro*, es más probable el uso de tecnologías avanzadas de la fabricación entre las empresas que se habían reorganizado.

| Reorganización según el tamaño de la empresa y la tecnología en Francia. % de Empresas | | | | | | | |
|---|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Empresas | Reorgani- zadas | No reorganiz- adas | 50-199 empleados | 200-499 empleados | 500-999 empleados | Más de 1000 empleados | de Total |
| <i>Usan robots o herramientas CNC</i> | 48 | 19 | 36 | 54 | 62 | 72 | 43 |
| <i>Introducen sistemas asistidos por ordenador para control de stocks</i> | 66 | 38 | 56 | 71 | 64 | 74 | 60 |
| <i>gestión de la producción</i> | 63 | 27 | 50 | 65 | 72 | 77 | 55 |
| <i>diseño y producción</i> | 46 | 20 | 35 | 48 | 53 | 77 | 40 |
| <i>gestión del mantenimiento</i> | 18 | 6 | 9 | 20 | 36 | 52 | 14 |

En conjunto, parece haber una abundante evidencia de cambio organizativo. Es descrito de forma distinta en los distintos países, pero en conjunto se puede afirmar que alrededor del 25% de las empresas parecen haberse desplazado hacia las nuevas estructuras, siendo las de fabricación las más adelantadas.

La mejora de las comunicaciones es una característica fundamental del cambio, mientras que los conceptos de gestión de calidad son ampliamente difundidos. Sin embargo, algunos atributos de las nuevas formas tales como el pago por habilidades y competencias o los equipos autónomos de trabajo pueden ser menos frecuentes en algunos países.

A pesar de la amplia adopción de muchas de las características de la nueva organización, el escenario varía dependiendo del tamaño de la empresa, (es más probable que la adopten las grandes empresas, sometidas a una mayor competencia y contando con mayores recursos). Además, muchos sectores y actividades pueden tener poco margen para adoptar muchas de las detalladas características de la nueva organización, aun cuando intenten mejorar la calidad y aumentar la receptividad.

Los niveles de adopción de la nueva organización son mayores en las grandes empresas de la fabricación. Dentro de ellas las que lo hacen con mayor frecuencia son las suministradoras de bienes de equipo, montaje, y las de automoción. Dentro de los servicios, los financieros destacan por la adopción de equipos de trabajo y de nuevas estructuras de comunicación.

* Tabla: Reorganización de las empresas según el tamaño y según el tipo de tecnología en Francia (%).
Fuente: Fréchou, H and Greenan N, *Les 4 Pages des Statistiques Industrielles*, SESSI, January, 1995.

Las razones comentadas para adoptar las nuevas formas organizativas normalmente se centran *en la elevación de la competitividad mediante la mejora de la calidad y la difusión de la flexibilidad*, más que en una actuación directa sobre la productividad o los costes.

Las características asociadas con la adopción de prácticas flexibles de trabajo y los modelos de organización basados en la participación incluyen la venta de productos en los mercados internacionales, el uso de tecnología que exija altos niveles de cualificación, actitudes de gestión positivas hacia los empleados y estrategias que pongan el énfasis en el servicio al cliente, la calidad o la variedad (Osterman 1994 en EE.UU, Fréchou and Greenan, 1995 para Francia, NUTEK, 1996 para Suecia). Las empresas japonesas son las que han adoptado este tipo de prácticas con mayor frecuencia.

Aunque tan sólo un 25% de las empresas parecen haber adoptado estas nuevas formas de organización, en algunos casos puede haber poco margen para continuar con el proceso de adopción de la producción flexible, debido a que las prácticas ya se han difundido ampliamente o a una excesiva especialización. Por ejemplo, aunque las empresas de fabricación de equipos tienen un amplio margen de adopción en áreas claves de organización del trabajo y de recursos humanos, el margen es mucho menor en la producción. Sin embargo, *en general muchos autores entienden que el margen en Europa de mejora y adopción de las nuevas formas de organización es muy amplio*.

A pesar de este amplio margen de adopción y de las presiones de la competencia, todavía quedan muchas barreras. Algunas son externas, (falta de demanda, unas perspectivas económicas que impiden la adopción); económicas, (alto coste, falta de financiación); de gestión (la dirección no tiene una estrategia o no ve la necesidad); relacionadas con la información, (no se sabe lo que funciona y lo que no); o con los recursos humanos, (limitaciones en las habilidades de gestión o incapacidad de moverse hacia sistemas de trabajo multitarea).

Por lo general se entiende que los obstáculos a la adopción de las nuevas formas de producción y de producción son internos a la empresa, siendo el conservadurismo en la gestión y la falta de una orientación estratégica dos de las causas más frecuentes para la falta de adopción. Mientras que las carencias en recursos humanos y gestión impiden la inversión en las nuevas prácticas organizativas, la falta de capital y los altos costes dificultan las inversiones en nuevas tecnologías**. La adopción de nuevas estructuras tales como los equipos autónomos que se auto gestionan puede ser difícil y poco frecuente por carencias en información, recursos humanos y gestión.

3) Cambios en las tareas y en la organización del trabajo:

Los cambios en la organización del trabajo se realizan para aumentar la eficacia económica y empresarial. Sin embargo, las estructuras de las empresas varían ampliamente según el tamaño, sector de actividad económica, región o país. Como es imposible describir un modelo general, parece más aconsejable revisar algunos sectores

^{*} De Meyer, A. *Manufacturing Delivers!. But will That be Enough?*, INSEAD, Fontainebleau, 1994.

^{**} Manufacturing Institute. *Technology on the Factory Floor*, The Manufacturing Institute, Washington, DC, December, 1994.

En este apartado se intenta describir brevemente las particularidades que se pueden encontrar en la reorganización de tres sectores: Automoción, servicios financieros y sanidad.

3.1) Automoción:

El desafío de la industria de la automoción ha sido desarrollar un nuevo método de producción que haga un mejor uso de los recursos de trabajo y de capital para aumentar la flexibilidad y la receptividad a los deseos del consumidor.

a) *Tecnología y producción*: el sector se ha reorganizado fundamentalmente adoptando versiones modificadas del sistema de producción “magro” (lean), desarrollado por los fabricantes de coches japoneses. Los clientes ordenan un producto con las características deseadas y los fabricantes intentan satisfacer esa demanda tan rápidamente como sea posible. Esto ha significado:

- cambio desde los sistemas de montaje secuenciados por máquinas a los de flujo paralelo.
- cambio desde estructuras organizativas basadas en la función a las basadas en el proceso.
- reducción del grado de integración vertical.
- aumento de la integración entre las distintas actividades.
- reducción del número de niveles jerárquicos.
- descentralización de las estructuras de gestión mediante el establecimiento de centros de beneficio o de coste.
- reducción del número de proveedores y el establecimiento de acuerdos con ellos.
- aumento de la sensibilidad hacia los clientes para definir el desarrollo de los productos.

La transición tuvo más éxito cuando el productor estuvo expuesto a la competencia japonesa y pudo adaptar los conceptos de producción japoneses a entornos culturales y normativos distintos, y cuando la mayor parte de la estructura productiva y organizativa fue diseñada de nuevo*.

b) *Organización del trabajo*: los cambios radicales en las prácticas tecnológicas y de producción adoptadas por los fabricantes de Europa y de Estados Unidos fueron acompañados por cambios igualmente radicales en la organización del trabajo. El desplazamiento hacia la desintegración vertical, la adopción de tecnologías ahorradoras del trabajo en la planta y la eliminación de puestos de gestión media contribuyeron a una drástica reducción de los niveles de empleo. Esto se consiguió mediante una mezcla de jubilaciones anticipadas, recortes de sueldos, y extinciones de contratos con trabajadores extranjeros. Esta reducción de tamaño fue parcialmente compensada por un nivel más alto de empleo en los proveedores de componentes, que vieron como crecía su papel y su peso.

Los trabajadores de cuello azul fueron reorganizados en equipos de trabajo. Los equipos de trabajo estaban formados por un número relativamente pequeño de

* Casadio, *Evidence from Firm-Level Case Studies: Motor Vehicles, Health Care, Financial Services*, Insights Consulting, Paris, 1995.

trabajadores poco cualificados, pero capaces de realizar distintas tareas bajo la coordinación de un jefe de equipo ayudado por un técnico. Los equipos de trabajo se relacionaban entre sí mediante una relación cliente proveedor, y los trabajadores podían ser transferidos de un equipo a otro. Los círculos de calidad se reúnen cada cierto tiempo para discutir y resolver los problemas de producción.

Entre los trabajadores de cuello blanco, los gestores de nivel medio son los que más sufren por la introducción de tecnologías de la información. La alta dirección puede ser informada y responder con mayor velocidad sobre cualquier cosa que ocurra en la empresa. Los empleados de todos los niveles tienen mayor acceso a la información y son incentivados a proponer sugerencias a la dirección. Como los trabajadores deben realizar una variedad de tareas, un requisito *esencial es un alto grado de adaptabilidad*. Lo que es más importante, como la necesidad de integración entre las distintas actividades aumenta, se pide a los trabajadores que sean capaces de discutir, comunicar y colaborar con otros trabajadores.

3.2) Servicios financieros:

El desafío más importante para el sector de los servicios financieros ha sido la adopción y el uso de la tecnología de la información de una forma eficiente, en un contexto de creciente competencia internacional, con organigramas de personal que a menudo reflejan estructuras anticuadas intensivas en mano de obra en las filiales. La liberalización y la privatización están aumentando la competencia en mercados tradicionalmente protegidos. Estas presiones están obligando a la gestión a diseñar y a aplicar una fuerte reorganización para poder sobrevivir. Los objetivos estratégicos más importantes son :

- Un desplazamiento desde una mentalidad administrativa a una de consultoría financiera.
- Mejora del marketing mediante la introducción de productos nuevos de alta calidad, nuevos servicios y nuevos canales de distribución.

a) Tecnología y Producción: Como se verá en otro capítulo de este trabajo, el impacto de las aplicaciones de las tecnologías de la información en el sector de los servicios financieros es potencialmente enorme. La mayoría de los procedimientos administrativos internos son ahora realizados en soporte electrónico. El fraude de las tarjetas de crédito puede ser detectado y evitado con mayor facilidad. Servicios completamente nuevos tales como los servicios multimedia o los de banca a distancia están siendo probados. Las compañías de seguros intercambian información para verificar los registros de los clientes.

A pesar de todas estas ventajas potenciales, las instituciones financieras se están encontrando con dificultades a la hora de elegir entre la visión estratégica y la táctica. Los bancos ya están llenos de ordenadores y de procedimientos basados en las tecnologías de la información, mientras que se están introduciendo constantemente nuevos productos y servicios. Las instituciones financieras sienten claramente la necesidad de unas estrategias de tecnologías de la información coherentes, y se están dedicando importantes recursos a la aplicación y desarrollo. Sin embargo, la creciente competitividad distrae la atención de las operaciones a largo plazo a las de corto. (Casadio, 1995).

b) Organización del trabajo: Como se analiza con mayor profundidad en otro capítulo, los cambios actuales están teniendo un impacto significativo en el empleo tanto en términos cuantitativos como cualitativos. La reducción de tamaño y la reingeniería están presentes en todos sitios, a medida que los gestores intentan sacar partido de el potencial ahorrador de trabajo de las nuevas aplicaciones de las Tecnologías de la Información. Además, las tecnologías de la información permiten reorganizar y a la vez circunvalar la estructura tradicional de filiales. Durante la transición se crean equipos de trabajo destinados a rediseñar los sistemas y los flujos de trabajo. Los empleados están menos orientados hacia las transacciones y más hacia el cliente y se crean pequeñas empresas en las que los empleados son responsables de todas las operaciones. La participación financiera en el rendimiento de la empresa es relativamente usual. Los problemas culturales parecen ofrecer la mayor barrera al cambio, especialmente para la adopción de tecnologías de la información. Los gestores, por ejemplo, dan la bienvenida a la introducción. Sin embargo, a menudo rechazan asumir la responsabilidad de su uso.

3.3) La Sanidad:

Los servicios de sanidad están haciendo la transición hacia un sistema de flujo orientado al proceso con el objetivo de hacer un uso más eficaz del equipamiento de los hospitales y para conseguir un uso más individualizado de las habilidades especializadas del cuidado de pacientes intensivo en mano de obra. La sanidad está siendo reformada en la mayoría de los países industrializados a medida que los gobiernos controlan con mayor precisión los gastos en sanidad para reducir los déficit públicos, y a medida que los pacientes demandan una mejor atención.

En el pasado se prestaba poca atención a los costes. Hay ahora una tendencia hacia un “cuidado gestionado”, como medio de mejorar la eficiencia en los hospitales. De esta forma, el sistema de servicio por honorario está siendo sustituido por un honorario plano que asume el cuidado completo de cualquier persona cubierta, siendo los proveedores del servicio responsables de la gestión de los costes. También hay una atención hacia una mayor integración entre los distintos proveedores de cuidados sanitarios, (hospitales, médicos, enfermeras, servicio de ambulancia, etc.) y el resto de instituciones con una responsabilidad en la sanidad (compañías de seguros y agencias gubernamentales).

El cuidado de los pacientes en los hospitales está siendo restringido a los procedimientos más serios, mientras que los menos graves se lleva a cabo en servicios fuera de hospital. De forma simultánea, se están estableciendo redes entre proveedores de sanidad para mantener registros de los encuentros que los pacientes han tenido en el pasado con el servicio sanitario, para reducir la duplicación de pruebas y para mejorar el tiempo necesario para tratar a cada uno. La difusión de estas dos tendencias principales están siendo ralentizadas por barreras políticas y culturales. La plantilla de médicos en algunos hospitales está presionando en contra del cambio organizativo. Por último, el sector sanitario ha sido uno de los menos conectados en términos de intercambio de información. Hay también desafíos importantes relacionados con la conciliación del intercambio de información de pacientes y la protección de su intimidad.

a) Tecnología y Producción: Uno de los objetivos principales de los esfuerzos de los hospitales es la reducción de las pérdidas de tiempo. Esto implica tanto el tiempo empleado por los pacientes en esperar el tratamiento inicial, como el necesario para recibir los tratamientos complementarios en el caso en el que sean necesarios. También el tiempo perdido por culpa de que los empleados o las instalaciones se quedan inactivos. Los cambios diseñados para reducir la pérdida de tiempo son:

- cambio desde las especialidades funcionales a las “familias de productos” o tecnología de grupo;
- la adopción de rotación rápida de equipos en las instalaciones de cirugía;
- el desplazamiento desde “el empuje hacia la producción” hasta la “producción impulsada por los clientes”;
- el aumento en el uso de cuidado de los pacientes fuera del hospital.

La creación de sistemas integrados de suministro requiere la introducción masiva de tecnologías de información, tanto a nivel de los hospitales como a nivel de las redes de proveedores de cuidado sanitario. Los hospitales están adoptando sistemas de

información con una arquitectura abierta, que permiten que la información sobre los pacientes pueda ser obtenida desde cualquier punto de la red; esto ofrece un claro contraste con las organizaciones de otros sectores en donde la coordinación interna es de la mayor importancia. Los obstáculos proceden de la falta de adecuación de las tecnologías, la ausencia de estándares comunes y el excesivo recurso al papel. La necesidad de una mayor integración parece también evidente en el área de la investigación en productos farmacéuticos.

b) Organización del trabajo: la reorganización de los procesos en el sector de la sanidad está impulsado por factores tecnológicos tales como los avances en tecnología médica, factores exógenos, como la presión por contener los costes, y factores puramente endógenos. Un ejemplo de este último tipo de factores es el aportado por la reorganización del cuidado aportado por las enfermeras en los hospitales de Estados Unidos. Hasta finales de los 60, los equipos de enfermeras eran la principal forma de organización, y las enfermeras en todos los niveles profesionales trabajaban juntas para proporcionar cuidado a los pacientes. Esto implicaba el efecto no perseguido de mover a muchas enfermeras altamente cualificadas desde el cuidado directo del paciente a la gestión y la administración.

A finales de los 60, los equipos de enfermería fueron sustituidos gradualmente por la enfermería de atención básica, de forma que el paciente y no la tarea se convirtió en la prioridad principal. Las enfermeras registradas ganaron más autonomía y responsabilidad en el campo del cuidado del paciente. *La enfermería enfocada a la atención al paciente* parece una forma de organización más adecuada, ya que de esta forma las enfermeras dedican más tiempo trabajando en atención directa y menos en trabajos de administración y custodia. Los pacientes conectados a maquinaria altamente sofisticada necesitan la atención de enfermeras con habilidades de intervención y de supervisión.

A nivel de organización, la complejidad que supone la adopción de tecnologías de información para implantar sistemas abiertos está llevando a la aparición del Oficial Jefe de Información, (Chief Information Officer). El CIO no sólo implanta los sistemas informáticos sino que es también el arquitecto de un plan de información estratégica, y juega un papel primordial en el diseño y en la implementación de los cambios que sean necesarios para adaptar las organizaciones de los hospitales.

Por último, a medida que los pacientes tienen mayores oportunidades para elegir sus proveedores de cuidados sanitarios, los hospitales están generando un nuevo conjunto de indicadores de calidad, tales como el tiempo de espera hasta las citas, la duración de las listas de espera y otros (Casadio 1995).

En Estados Unidos los centros han adoptado una amplia variedad de prácticas de trabajo, de forma que la gestión de calidad y los equipos de trabajo son relativamente frecuentes.

| | Total | Just time | in Equipos de trabajo | Gestión de la calidad total | Círculos de calidad | Revisión de colegas | Pago por conocimi ento | Implicaci ón en la compra de tecnologi a | Rotación de puestos de trabajo. |
|----------------------------|-------|--------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|---|---|
| Cuota sobre el total | 100 | 8.0 | 9.7 | 14.6 | 3.3 | 7.6 | 6.8 | 10.9 | 8.6 |
| Cuota con educación formal | 70.9 | 73.7 | 83.6 | 86.6 | 89.5 | 89.0 | 84.8 | 84.5 | 84.6 |

Como se puede apreciar en la tabla⁷, los que adoptan este tipo de prácticas suelen estar más formados que los que no. Otros estudios sugieren que en los centros de servicios, los equipos que se dirigen a sí mismos son más frecuentes, mientras que en los de fabricación es más usual la rotación de puestos de trabajo.

En la fabricación, el trabajo se ha vuelto *más colectivo* después de haber adoptado el cambio organizativo; los distintos tipos de trabajadores, (sobre todo operadores y técnicos,) se combinan para trabajar en las mismas tareas, y los equipos autónomos se utilizan cada vez más a medida que se debilitan los vínculos jerárquicos. El desplazamiento hacia estructuras de organización y de comunicación *más horizontales* se refleja tanto en la reorganización en el *interior* de la empresa alrededor de la cadena de producción, como en *los vínculos entre empresas*, (outsourcing).

Las empresas reorganizadas desarrollan mejores vínculos con proveedores y clientes para mejorar la calidad y reducir los retrasos y los stocks. En el sector de la fabricación, en Francia, cerca de un 25% de las empresas se han desplazado al modelo más flexible de empresa, con una responsabilidad mayor del trabajador, creación de grupos y equipos independientes de trabajo, eliminación de capas intermedias de gestión, descentralización y reducción de jerarquías, mayores exigencias de habilidades y mayor polivalencia. Es más probable que este tipo de empresa use AMT (Advanced Manufacturing Technology), y equipos ayudados por ordenadores⁸.

Como se puede ver en el cuadro⁹, la difusión de aspectos de la nueva organización en los sectores de montaje de Alemania, (trabajo de metal, maquinaria y equipos), difiere ampliamente. El sistema de producción "magro" está bastante difundido. El conocimiento específico y multidisciplinar está especialmente difundido en el área de organización del trabajo. También la formación de equipos autónomos de trabajo; la cuarta parte de las empresas han adoptado control directo de la calidad de los productos, y cerca de un sexto ha adoptado nuevas formas de desarrollo de productos.

Los cambios en la organización del trabajo son los cambios más comunes derivados de la introducción de AMT en la fabricación danesa; persiguen introducir estructuras de gestión más horizontales y aumentar la toma de decisiones y la responsabilidad entre los empleados.

⁷ Tabla: Adopción de nuevas prácticas de trabajo en Estados Unidos. Fuente: tomado de Franzis *et al.* 1995

⁸ Greenan, N. *Technologie, changement organisationnel, qualifications et emploi: Une étude empirique sur l'industrie manufacturière*, INSEE, Document de travail G9504, April 1995.

⁹ Tabla: Uso de nuevos métodos de producción y de organización en la producción de bienes de inversión de Alemania. Fuente: ISI. 1995

| <i>Producción</i> | <i>%</i> | <i>Organización del trabajo</i> | <i>de %</i> | <i>Calidad</i> | <i>%</i> | <i>Desarrollo de producto</i> | <i>de %</i> |
|-------------------------------------|----------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|-------------|
| <i>Planta orientada al producto</i> | 35 | Integración actividades | de 8 | Círculo de calidad | 15 | Estandarización y variedad | 15 |
| <i>Subcontratación</i> | 18 | Grupos de trabajo | 14 | Procesos de control de la calidad | 25 | Equipos de desarrollo | 16 |
| <i>Stock cero</i> | 49 | Conocimientos y habilidades | 30 | | | Cooperación con proveedores | 18 |
| <i>Just in time</i> | 30 | 6 | | | | | |

En España se puede contemplar un desplazamiento hacia una mayor implicación del empleado, una reorganización del trabajo para reducir las jerarquías y cambiar los horarios de trabajo, reparto de beneficios, cambios en los contenidos del trabajo y formación. Las tendencias más importantes son la asunción de mayor responsabilidad, jerarquías aplanadas, cadenas de decisión más cortas y movimientos en los canales de comunicación para aumentar la interdependencia dentro y entre los equipos*.

En conjunto, las encuestas intersectoriales confirman la difusión de la reorganización del lugar de trabajo y el desarrollo de lugares de trabajo de alto rendimiento que implican *enfoques responsables, horizontales y basados en la colaboración*. Puede haber diferencias entre países y organizaciones en estilo e intensidad de adopción, y en algunos países puede haber dificultades para adoptar algunas variantes de la nueva organización.

4) Impacto y efectos del cambio organizativo:

Se puede esperar que la nueva organización afecte las variables económicas a nivel de empresa y a nivel agregado de las siguientes formas:

-la producción, el empleo y la productividad mediante una producción más eficaz de bienes y servicios.

-una reducción del tamaño medio de las empresas y de las unidades de producción (downsizing).

-un desplazamiento hacia la compra de inputs desde el sector servicios ("outsourcing").

- una subida del nivel educativo y una mayor importancia de la formación.
- un desplazamiento de los puestos de trabajo hacia los grupos de cuello blanco más formados.
- aumento de la dispersión de sueldos dentro de cada categoría ocupacional a medida que el sueldo se vincula al rendimiento de la empresa y de la persona, y una mayor variación de horarios debido a la difusión del tiempo parcial.

* Saez, F. *Tecnología y Empleo en España: Situación y perspectivas*, Instituto de Estudios y Análisis Económicos. Madrid, 1991.

- mayor uso de los contratos laborales temporales o a tiempo parcial para los trabajadores periféricos.

¿Pero cuál es el impacto y los efectos del cambio organizativo en la producción, en el empleo y en la productividad? ¿Son las nuevas formas de organización más eficaces a la hora de estimular la creación de empleo, la elevación de la productividad y la producción? Este apartado intenta responder a estas preguntas.

Un estudio de la experiencia en Estados Unidos^{*} mostraba que la nueva organización del trabajo y las prácticas específicas del lugar de trabajo, tales como la implicación del empleado, los sistemas alternativos de pago y la formación muestran a menudo una correlación con una mayor productividad. Estas y otras prácticas se asocian con una mayor productividad *cuando se implementan a la vez*. Un repaso de los impactos del cambio tecnológico y organizativo en Canadá^{**}, concluía que la asociación entre tecnología y rendimiento de la empresa es positiva, pero que los efectos sobre el crecimiento del empleo tienden a ser débiles y que los racimos de innovaciones organizativas pueden dar lugar a un mejor rendimiento en este campo. Las empresas innovadoras desde el punto de vista de la tecnología y de la organización suelen conceder una prima a los trabajadores más cualificados y tienden a pagarles más.

Las encuestas de opinión sobre el impacto de las innovaciones organizativas son normalmente positivas. Se citan con frecuencia la mejora de la productividad, de la moral del trabajador, de la satisfacción del cliente, del tiempo necesario para el envío de los productos, refinamientos técnicos y mayores beneficios. Los efectos positivos aumentan con el número de cambios introducidos y con la existencia de programas de formación en el puesto de trabajo.

Betcherman^{*} *et al.* informó sobre una mejora de las tendencias en el rendimiento de la fuerza de trabajo y en los costes por unidad en los centros canadienses que adoptaban modelos basados en la participación. A pesar de la mejora en el rendimiento de la empresa, el impacto sobre el empleo *puede ser menos positivo*. Una encuesta sobre la introducción de tecnología y el cambio organizativo en una región del Reino Unido^{**} mostraba que los efectos netos sobre el empleo derivados del cambio organizativo eran negativos, y que este tipo de efectos era distinto al derivado del cambio tecnológico.

Un estudio[†] realizado en Estados Unidos muestra que hay fuertes vínculos entre la formación del personal y las nuevas prácticas de trabajo. Sin embargo, en muchos casos no se observaba ningún efecto directo sobre la productividad en el corto plazo. Probablemente la razón se encuentra en los retrasos y desfases que se producen al introducir las nuevas prácticas, cuyo efecto no se nota más que en el medio plazo.

^{*} Kling, J. *High Performance Work Systems and Firm Performance*, Monthly Labor Review, US Department of Labor, May, 1995.

^{**} Canadá, *Technological and Organisational Change and Labour Demand/Flexible Enterprise: Human Resource Implications*, Country Report for Canada, informe presentado en el tercer encuentro sobre expertos nacionales que tuvo lugar en Madrid, 12-13 Febrero, 1996.

^{*} Betcherman, G. K. McMullen, N. Lechie and C. Caron. *The Canadian Workplace in Transition*, Queen's University Industrial Relations Centre, Kingston, Ontario, 1994.

^{**} Campbell, M. *The Employment Effects of New Technology and Organizational Change: An Empirical Study*, New Technology, Work and Employment, Vol. 8, pp. 134-40 1994.

[†] Lynch, L.M. and S.E. Black, *Beyond the Incidence of Training: Evidence from a National Employers Survey*, NBER Working Paper 5231, Cambridge, MA, 1995.

Por otro lado, *la forma* en la que las nuevas prácticas de trabajo se introducen y se implementan determina parcialmente su impacto. Probablemente cuando se introducen en grupos su impacto es mayor. Un estudio^{††} realizado en 35 líneas de montaje de la industria del acero en Estados Unidos mostraba que las nuevas prácticas de trabajo, (equipos de resolución de problemas, planes de reparto de beneficios, pago por conocimiento, formación), tenían un efecto positivo sobre la productividad, especialmente cuando se introducían juntas.

El impacto positivo del cambio organizativo sobre la productividad y el empleo en las empresas de la fabricación queda claramente demostrado en un estudio danés. Las empresas que combinaban los cambios en las estructuras de gestión y en la organización del trabajo con la introducción de AMT tienen la productividad y el crecimiento del empleo más alto.

Las empresas que simplemente introducían AMT en cambio no tenían una productividad del trabajo superior a las que no la adoptaban, aunque su rendimiento mejoraba con el tiempo. Después de la introducción de las tecnologías de la información las empresas a menudo mostraban descensos momentáneos de la productividad, que luego empezaba a subir. El crecimiento en la productividad y en el empleo estaba fuertemente asociado a cambios en la estructura de gestión*.

Los análisis en Francia^{**} tienden a sugerir que, en conjunto, el cambio organizativo en la fabricación *está asociado con estrategias de calidad*. También sugieren que sólo cuando se intensifica el uso de la tecnología se produce un impacto positivo sobre el empleo. La productividad también está afectada por los aspectos de seguridad y de salud que se derivan de la nueva organización del trabajo y de la introducción de tecnología. Hay evidencia de que los accidentes laborales han disminuido a medida que la nueva tecnología y las nuevas formas de organización se difunden en la industria. Por otro lado, también las nuevas tecnologías pueden tener efectos perversos para la salud (enfermedades cardiovasculares, dolores de espalda, estrés).

En definitiva, *hay pocos vínculos directos entre las nuevas formas organizativas, la productividad y el empleo. La línea de causalidad es más circular y descansa en el uso combinado de todo un conjunto de prácticas de trabajo y de estructuras organizativas*. Prácticas de trabajo tales como la implicación del empleado, el pago de las competencias y otras formas de aumentar el esfuerzo del trabajador se suelen combinar con la variedad de tareas o con la formación, y *tienen mayor impacto cuando se usan como un sistema, con un diseño integrado, en el lugar de trabajo*. De esta forma, es el *conjunto de estrategias* asociadas con la reorganización del lugar de trabajo, incluyendo la formación en la empresa y una fuerza de trabajo altamente cualificada, lo que mejora el rendimiento, y hace que estos cambios sean sostenibles y duraderos.

^{††} Ichniowski, C. K. Shaw, and G. Prennushi. *The Effects of Human Resource Management Practices on Productivity*, Working Paper, Columbia University, March, 1994.

• Nyholm, J. *Information Technology, Productivity and Employment in the Danish Manufacturing Sector*, ponencia presentada en el encuentro sobre *The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment*, Washington, DC, 1-2 Mayo, 1995.

^{**}Greenan, N. *Technologie, changement organisationnel, qualifications et emploi: Une étude empirique sur l'industrie manufacturière*, INSEE, Document de travail G9504, April 1995.

5) La Formación de redes y el aprovisionamiento externo:

La compra de bienes y servicios en el exterior permite la especialización, reduce riesgos, aumenta la flexibilidad y puede dar lugar a una reducción del tamaño de la empresa. El aprovisionamiento externo, ("outsourcing"), es una de las muchas formas que las empresas están usando para innovar en la cooperación y en la formación de vínculos con otras empresas para mejorar la competitividad.

Este tipo de vínculos permite a las empresas usar activos complementarios, (tales como el I+D, conocimiento del mercado, habilidades de gestión), o inputs (tales como componentes especializados), desde una perspectiva a largo plazo y con mayores beneficios de los que se obtendrían mediante acuerdos puntuales de mercado. Tienen la ventaja de permitir una mayor especialización a las empresas de compra y a las de suministro, conseguir economías de escala y de gama derivadas de la especialización, y reducir los costes, (incluyendo los laborales). Una característica de la cooperación entre empresas ha sido el crecimiento de los vínculos formados por razones tecnológicas, muchos de los cuales son internacionales.

Aunque las distinciones están a menudo poco claras, el aprovisionamiento externo normalmente adopta dos formas: compra de inputs, componentes y servicios que son incorporados directamente en los bienes y servicios vendidos por la empresa compradora; y compra de inputs o servicios que apoyan a las actividades núcleo de la empresa, (servicios de consultoría, de limpieza...).

En Francia*, la subcontratación industrial ha doblado su importancia desde mediados de los 70, es común a todos los sectores de la industria, especialmente maquinaria y montaje, y es especialmente usada por las grandes empresas. Alrededor del 75% implican relaciones a largo plazo entre comprador y proveedor. Aunque la subcontratación para satisfacer el aumento de la demanda depende en gran medida del ciclo de negocio, en conjunto, este tipo de subcontratación ha ido perdiendo importancia en relación a la basada en la especialización, más a largo plazo.

Sin embargo, hay evidencia de que el aprovisionamiento externo no está necesariamente vinculado a las nuevas formas de organización. Las firmas reorganizadas de Suecia tienen un mayor número de interacciones con clientes (NUTEK, 1996). Sin embargo, los contactos con otras empresas no han aumentado más del promedio, lo que sugiere que el aprovisionamiento externo es una estrategia común a todas las empresas, independientemente de la forma organizativa que adopten, pero que por lo general los proveedores de mayor éxito suelen ser también innovadores en organización.

En términos de sectores económicos el financiero, el de seguros, el inmobiliario y los servicios a las empresas son los que están más asociados con el aprovisionamiento externo de servicios de empresa. De hecho, comparado con otros sectores, este grupo de actividades de servicios son los que han mostrado un mayor crecimiento del empleo en las economías desarrolladas, siendo el otro área de crecimiento los servicios sociales, personales y a la comunidad.

* Ministère de l'Industrie, des Postes et Télécommunications et du Commerce extérieur. *Le recours à la sous-traitance industrielle. Une reprise teintée d'incertitude, 1995.*

Se puede encontrar evidencia de un mayor aprovisionamiento externo de servicios especializados en el auto empleo. Los años 80 vieron como muchos de los que se dedicaban al autoempleo lo hacían proporcionando servicios de alto nivel a las empresas bajo contrato, lo que nos recuerda que el aprovisionamiento externo puede tener lugar a distintos niveles dentro de una empresa. En este sentido, un estudio de Abraham y Taylor** encontraba que la contratación de personal poco cualificado suele estar relacionado con el deseo de reducir los costes de personal, mientras que la contratación de nivel superior se asocia con el aumento de la especialización y con la ventaja comparativa de los proveedores externos.

Este estudio no apoya la idea de que el aprovisionamiento externo esté relacionado con la volatilidad de la demanda de producción y *sugiere que pueda ser causado por las normas sobre salarios dentro de cada centro de trabajo*. De esta forma, encontraba que en los centros en donde lo usual eran los salarios altos, se tendía al aprovisionamiento externo de los puestos de menor nivel, y en los de salarios bajos se subcontraban los puestos altos, lo que sugiere que las empresas *desean preservar un sentido de la equidad interna*.

El aprovisionamiento externo, el crecimiento de las redes y de los vínculos externos de las empresas pueden implicar tan sólo a la economía nacional o también a otros países. A medida que bajan los costes de transporte y comunicación, la organización y envío de bienes y servicios a través de fronteras internacionales se vuelve más fácil y barata.

De hecho hay una fuerte evidencia* de una tendencia a largo plazo hacia *un aprovisionamiento internacional más frecuente en el caso de los inputs intermedios de producción*. En un conjunto de sectores económicos de la mayoría de los países avanzados, los inputs intermedios están siendo cada vez más comprados en el exterior. El crecimiento absoluto más fuerte del aprovisionamiento internacional se ha dado en Canadá, Francia y Alemania, siendo el más débil el japonés. En comparación al aprovisionamiento nacional, el internacional se ha dado sobre todo en los sectores de montaje intensivos en alta tecnología como son los ordenadores, los coches, la electrónica y la aeronáutica. También en bienes de consumo tales como ropa y textil.

Por otro lado, también hay evidencia de que la globalización *tiene una fuerte dimensión regional y local*. Los sectores de montaje, tales como el del automóvil se han adaptado a la competencia mediante la adopción de métodos de producción “magra,” (“lean production”) y de subcontratación con empresas con una presencia local o regional, que aseguren el envío “just in time”, como ya hemos visto en el apartado que le hemos dedicado.

Además, cada vez hay más evidencia de que las multinacionales tienden a invertir en regiones en donde operan empresas similares, y en donde ya hay una infraestructura física e intangible bien desarrollada+. De esta forma, la globalización

** Abraham, K.G. and S.K. Taylor, *Firms' Use of Outside Contractors: Theory and Evidence*, NBER Working Paper No. 4468, Cambridge, MA, 1993.

* Wyckoff, A. *The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Labor Productivity*, Economics of Innovation and New Technologies, Vol. 3, 1995.

+ De Vet, J.M: *Globalisation and Local and Regional Competitiveness*, STI Review, No. 13, OECD, Paris, 1993.

tiende a reforzar la especialización local y regional, lo que tiene importantes implicaciones para la cantidad y la calidad del empleo local. El balance entre el coste y las ventajas de calidad de un aprovisionamiento internacional y las externalidades y la puntualidad que se derivan de la proximidad local determinan el grado con el que las empresas elegirán una u otra forma a la hora de realizar sus operaciones.

6) Las nuevas tecnologías en la fabricación:

6.1) Introducción:

Desde el inicio de la revolución industrial, las máquinas y las formas inanimadas de energía han sido empleadas para aumentar la producción y reducir a la vez la cantidad de mano de obra necesaria para fabricar un producto. Ya en 1880, fabricantes como, American Tobacco Company, Quaker Oats, Pillsbury, Diamond Match, Campbell Soup, Procter & Gamble, H.J. Heinz y Eastman Kodak, empezaron a experimentar con maquinaria para procesos continuos de fabricación. Estas máquinas necesitaban poca mano de obra y eran capaces de producir volúmenes masivos de productos de forma más o menos automatizada. Los trabajadores se limitaban a alimentar de materias primas el proceso, dejando que fuesen las máquinas las que conformasen, moldeasen y empaquetasen el producto terminado.

La Diamond Match Company introdujo en 1881 una máquina de proceso continuo y pronto produjo miles de millones de cerillas de forma automática. Más o menos en la misma época, Procter & Gamble introdujo el proceso continuo en la fabricación de jabones, lanzando su nuevo producto, el Ivory, y convirtiéndolo en un producto tradicional del hogar americano en menos de una década. George Eastman inventó un método continuo para la fabricación de negativos fotográficos, llevando a su compañía a una posición privilegiada en la economía nacional. Pillsbury y otras empresas dedicadas a la manipulación del grano, introdujeron máquinas para procesos continuos en las actividades de molienda, produciendo harinas de alta calidad en grandes volúmenes y a muy bajo coste, empleando, en el proceso equipos con poca mano de obra.

Las tecnologías de proceso continuo introdujeron y representaron un cambio radical en la fabricación. La idea de la producción de bienes de forma automática, empleando mano de obra casi inexistente, ya no era algo utópico. En la actualidad, *las nuevas tecnologías de las comunicaciones y de la información están haciendo posible la aparición de sistemas para la fabricación en proceso continuo mucho más sofisticados.*

Las nuevas máquinas permiten revoluciones, pero no las inician. Los cambios que se están dando en la fabricación no han sido todos causados por las máquinas. Sin embargo, su ritmo y naturaleza están influidos por la aparición de un amplio abanico de nuevas tecnologías de fabricación.

La introducción masiva de nuevas tecnologías en la fabricación ha sido *acelerada por el comercio*. Las industrias en los países ricos se enfrenta a una competencia cada vez mayor por parte del resto del mundo. Salarios bajos en muchos países emergentes obligan a muchas empresas a mejorar su productividad por cualquier medio, a menudo por medio de la automatización de sus empresas. En respuesta a la apuesta por la excelencia que Japón hizo en los años ochenta, los directivos de todo el mundo han dedicado grandes esfuerzos a la mejora de la calidad.

Al mismo tiempo, los mercados se iban fragmentando, tanto en tamaño como en el tiempo. Los ciclos de producto se han acortado, reduciendo las series de producción y acelerando la caducidad de los sistemas de fabricación diseñados para un solo producto.

Mientras tanto, los consumidores exigen productos a la medida de sus necesidades. La era del consumo en masa puede estar acabando, lo que también significaría el fin de la era de la producción en masa.

Muchas empresas responden a estas tendencias intentando producir exactamente lo que el cliente pide, sin tomar en consideración si otros clientes también lo van a pedir o si la empresa lo ha hecho en el pasado. Para conseguir este objetivo, se recurre a máquinas multitarea, que puedan ofrecer productos personalizados, baratos, fabricados en poco tiempo. Aunque difícil, no es un objetivo imposible, pues muchas empresas lo están ya consiguiendo.

Pero para ello es esencial entender la esencia de esta revolución en métodos de fabricación, que no es la mejora en la calidad, aunque las máquinas puedan, en determinadas circunstancias proporcionar una calidad superior y más fiable que la de cualquier trabajador humano. Tampoco es la flexibilidad, aunque las máquinas computerizadas puedan cambiar de producto en el tiempo en el que se tarda en pulsar un ratón. Ni tampoco es el tiempo, aunque las máquinas actuales trabajan a gran velocidad, sin necesidad de descanso. En realidad es *una revolución de la información*.

La parte clave de una máquina controlada por ordenador es el punto en el que sin necesidad de intervención humana, la información se hace materia. Estos dos mundos son muy diferentes. El mundo inmaterial de la información permite una perfección que la tierra no puede igualar; formas puras y certezas absolutas. La materia en cambio es impredecible, incomoda, imperfecta. Sin embargo, mientras que la materia es sólida, manipulable, y agarrable, la información es fluida, difícil de agarrar o controlar. Es fácil de compartir, potencialmente sin fronteras, mientras que la materia es limitada, lo que constituye su fuerza al mismo tiempo que su debilidad.

Hasta hace poco sólo había un lugar en el que los dos mundos podían encontrarse: en los seres humanos. La gente vive en los dos mundos, criaturas de pensamiento y acción, y siempre han utilizado su pensamiento para mejorar sus obras. Siempre han encontrado formas para que el mundo material incorpore información, no sólo de forma explícita, como es el caso de la escritura o las grabaciones, sino también de forma implícita. Una herramienta bien diseñada incorpora información incluso si nunca ha estado cerca de un ordenador. Ahora, sin embargo, la información puede fluir libre de la materia o de la mente, en el ámbito que existe dentro y entre ordenadores. Esta libertad ofrece un gran potencial; el conocimiento puede ser compartido más libremente, puede ser multiplicado y cambiado continuamente a bajo coste. El ordenador permite a los fabricantes intentar nuevas ideas o jugar con hipótesis en formas que hasta ahora no eran posibles.

El desafío es hacer que este nuevo ámbito de pensamiento sea compatible con el viejo mundo de los hechos, en un momento en el que el pensamiento y el hecho no están combinados en el mismo cuerpo. Algunas veces esto significará que hay que limitar la torpeza del mundo material. Una herramienta de corte controlada por ordenador es inútil a no ser que se use en el sitio justo; un robot no puede recoger un componente ligeramente mal colocado. Las máquinas pertenecen demasiado al mundo de la información como para tener la destreza que ha adquirido la mente humana a lo largo del tiempo para evitar que el cuerpo tropiece con objetos. Otras veces, es el mundo de la información el que debe ser frenado; su libertad y perfección limitadas; los

programas de ordenador deben ser obligados a comportarse de forma parecida a los objetos del mundo material con los que se relacionan.

Los avances técnicos están introduciendo nuevos productos, nuevos materiales con los que fabricarlos y nuevas herramientas a aplicar a estos materiales. Sin embargo, las herramientas, aun las más sofisticadas, *necesitan usuarios*. Las empresas que piensen que todos sus problemas se pueden arreglar con un poco de tecnología, están equivocadas. General Motors invirtió miles de millones en la automatización de sus plantas en los años ochenta, para luego no conseguir resultados*. Cuando la tecnología cambia, el trabajo también cambia. Y cuando el trabajo cambia, la compañía también debe cambiar.

La forma de trabajar fue cambiada por la tecnología desde inicios de la revolución industrial. En la era de la información, sin embargo, los cambios realizados al incorporar una nueva tecnología se han convertido en un proceso curiosamente reflexivo. Cuando las compañías se basaban en el producto, la planta y el producto, la infraestructura de la información descansaba básicamente en la organización de la gente. Las compañías se organizaban en grupos funcionales y en jerarquías de gestión diseñadas para llevar la información apropiada al nivel adecuado de toma de decisiones, para luego transmitir las ordenes resultantes.

Ahora que la información ha sido liberada de los límites materiales, manifestados en libros y ficheros, y puede fluir a lo largo de canales sin necesidad de intervención humana, *la mayor parte de la estructura debe ser replanteada desde el principio*. Las empresas de fabricación que estaban estructuradas para transferir y controlar información pueden ser reconstruidas alrededor del proceso de producción. La tecnología de la información usada en el proceso puede ayudar en la reconstrucción. Precisamente es la tecnología de la información la que forja el enlace entre la ingeniería del producto y la reingeniería de la empresa.

En estos momentos, una parte importante de la industria manufacturera no ha cambiado radicalmente su planteamiento. Es una superficie engañosa que esconde herramientas y métodos que han cambiado de forma revolucionaria. Las nuevas tecnologías, que unen la planta de fabricación con la tienda de forma mucha más intensa que en el pasado, están ya exigiendo una completa revisión de los planteamientos de fabricación actuales. En algunas empresas, no limitadas por la herencia del pasado, los cambios serán revolucionarios y se incorporarán desde el principio, en el diseño del negocio. En otras, el cambio será más gradual.

Un ejemplo interesante es el de la fábrica de armas Beretta, en Gardone, norte de Italia. La familia Beretta ha estado en el negocio desde 1526, por lo que reclama el título de la dinastía industrial más antigua. Hoy en día es un fabricante flexible, altamente automatizado, inteligente utilizador de la tecnología más recientes. Sus cañones están hechos de acero frío, por una máquina que puede ser programada para fabricar pistolas y rifles de todo tipo. En su evolución desde gremios artesanales a empresa global, ha observado una revolución tan dramática como la de cualquiera de sus productos.

* Jeremy Rifkin. *El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era*. Editorial Paidós. 1996.

El principal cambio ocurrió en Estados Unidos, a principios del siglo XIX, cuando se sentaron las bases de la fabricación moderna. En New Haven, Eli Whitney puso en práctica su idea de que si las partes de una pistola eran fabricadas con la suficiente precisión, las pistolas podían ser montadas desde cualquier pieza, en vez de requerir la fabricación de piezas hechas a la medida de cada una de ellas. El ingeniero de la ciudad de Nueva York, Marc Brunel, entendió como dividir el trabajo de fabricación de los bloques de madera usados en el equipamiento de los soldados en una serie de moldes específicos. Llevó la idea a Inglaterra y pidió 43 máquinas especializadas para estas tareas a Henry Maudslay. Con ellas, diez hombres podían realizar el trabajo de 100.

El concepto de Whitney de partes intercambiables fue la base del sistema americano de fabricación, que rápidamente se extendió desde el negocio de las armas al de la maquinaria agrícola, y luego a casi toda la producción de máquinas. Requería herramientas cada vez más precisas, que poco a poco salían al mercado. La idea de Brunel de dividir el trabajo en tareas, para luego crear herramientas especializadas para cada una de las tareas nacidas de esta división, eventualmente dio lugar a la producción en masa del siglo veinte, cuyo apogeo tuvo lugar en la segunda guerra mundial, cuando la línea de producción fordista era capaz de suministrar un bombardero B-17 cada 63 minutos.

Sólo las empresas capaces de grandes inversiones y de estricto control sobre sus trabajadores podían sacar partido de estas tecnologías. Al prohibir el sistema de gremios, Napoleon obligó a los propietarios de fraguas a convertirse en modernos capitalistas. Hasta entonces, la artesanía de los fabricantes de armas pasaba de padres a hijos, excepto en las numerosas ocasiones en las que el hijo era abatido a tiros primero, ya que los ciudadanos de Gardone mostraron una alarmante tendencia a usar las armas para resolver sus disputas profesionales y personales.

En las nuevas empresas de los siglos XIX y XX, la relación entre hombres, máquinas y trabajo fue transformada. El cambio no sólo fue debido a mayor número de máquinas. La era de las máquinas se iniciaba en la Europa del siglo XVIII. Las máquinas ayudaban a los hombres a hacer las cosas mejor y al mismo tiempo, el hombre empezaba a introducir las nociones mecánicas en su visión del mundo. Los relojes habían capturado al tiempo del cielo para colocarlo en casas y bolsillos mientras que Newton introducía la fuerza de la gravedad. La ciencia de la mecánica, el estudio de la fuerza y de la materia era cada vez más popular. La idea de progreso, la fe en la razón pura, carente de emociones, se difundían en la era de las luces, y transmitían a los hombres de la época la sensación de que cualquier problema era resoluble. Laplace, el físico más importante de la Francia de la época, proclamaba la existencia de un intelecto supremo que podía entender todo el universo, y predecir sus movimientos indefinidamente, reforzando de esta forma el enfoque mecanicista de la naturaleza.

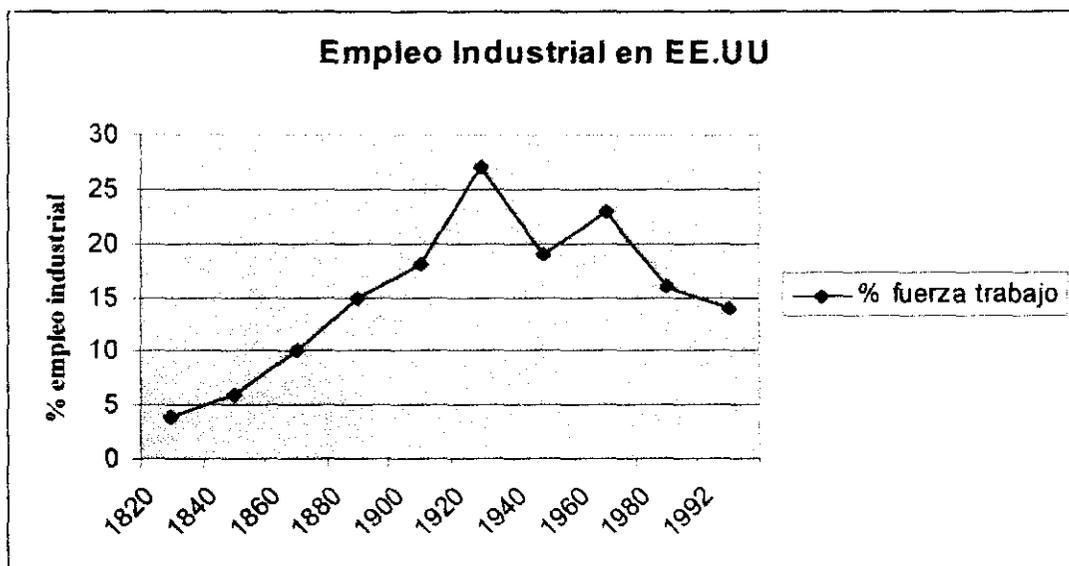
Como era de prever, este enfoque dio como resultado un fuerte interés por el estudio de las máquinas. Cuando no estaba viajando por Italia, coleccionando arte para su amigo Napoleon, Gaspard Monge, colega de Laplace, desarrolló las matemáticas de la geometría descriptiva, aplicándolas a la tarea del desarrollo de nuevas máquinas. Su obra es la base del moderno dibujo técnico, que hizo posible el florecimiento posterior de la industria americana. Permitía a gente que nunca había visto una pieza fabricarla

con suficiente precisión. En el pasado, los fabricantes sólo podían aprender la forma de una nueva pieza cuando la veían.

La innovación más espectacular de principios del siglo XIX fue el telar de Jacquard. Desarrollado en 1804, podía ser programado para producir diseños diferentes dependiendo de las tarjetas perforadas que introdujeses. Cuando Charles Babbage intentó construir la primera computadora en Inglaterra, usó las tarjetas perforadas de Jacquard para la programación. En cierto sentido, todas las máquinas programables posteriores son una evolución del telar.

Fue la tecnología del telar de Jacquard, con su capacidad para convertir la abstracción en pautas físicas, la que inspiró las primeras incursiones en la automatización de herramientas para la maquinaria después de la segunda guerra mundial. No era la única tecnología posible. Era posible, por ejemplo, grabar los movimientos de un experto mecánico para luego volver a reproducirlos, en vez de concebir los movimientos en secuencias matemáticas, codificarlos en un medio de almacenamiento y luego conseguir que las máquinas los realizarán.

Sin embargo, fue el control numérico, y no la grabación/reproducción, la que consiguió el apoyo del complejo industrial-militar de Estados Unidos. Les permitió hacer cosas que no podían confiar a mecánicos, realizando partes finamente trabajadas para nuevos aviones de alto rendimiento. También les permitió sustituir a personas por máquinas en la planta de fabricación*.



6.2) Los Robots:

Las herramientas controladas numéricamente se convirtieron, sin excesivo esfuerzo, en las herramientas controladas numéricamente por ordenador. Al mismo tiempo, un nuevo tipo de automatización empezó a aparecer: *los robots industriales*. Aquí el control por ordenador cobró más importancia. Ya no se trataba tan sólo de

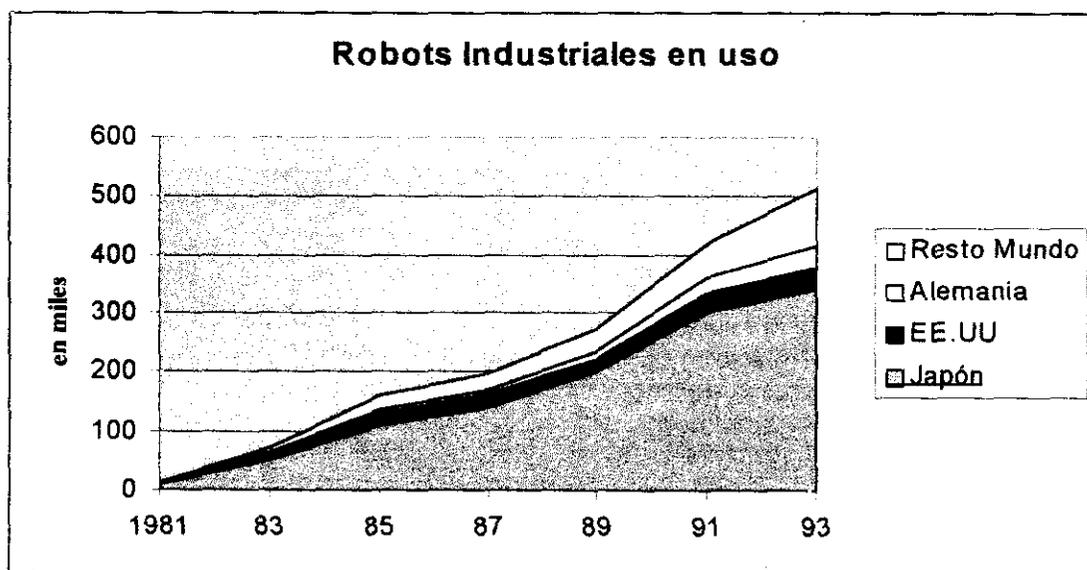
* Gráfico: Empleo Industrial en EE.UU. Fuente: Oficina de Estadísticas de trabajo de EE.UU. Departamento de Comercio.

imitar al control humano de una herramienta; se trataba de imitar, de forma aproximada, a un ser humano. Mientras que había herramientas antes del control automático, no había robots. No tienen sentido si no hay una fuente de información humana que los anime.

Sin embargo, los robots no han desplazado a los hombres y mujeres completamente, a pesar del hecho de que su llegada levantase una nueva ola de especulación sobre la fábrica sin trabajadores*. Tienen un papel en la fabricación, y han sido bien usados en Japón, donde han aportado fuertes incrementos en la productividad. Los japoneses han entendido que, si la tarea está bien diseñada para el robot, éste lo hará bien. Sin embargo, todavía no es capaz de sustituir a las personas en trabajos en los que se requiere la innata habilidad humana de encajar el mundo de las ideas y las intenciones con el de los hechos y los objetos.

Esto no significa que los robots no puedan hacer algunas cosas que la gente hace. En el instituto de investigación Fraunhofer Gesellschaft, en Stuttgart, los robots hacen tareas que hasta hace poco eran impensables. Realizan instalaciones eléctricas, cambian enchufes, colocan protecciones de goma alrededor de los coches, o tensan raquetas de tenis. Los robots no son capaces de hacer estas tareas porque sean inteligentes, sino porque la gente que está detrás de ellos lo es. La inteligencia radica en los trucos que permiten a los robots realizar tareas en formas muy distintas a las personas.

El objetivo de este instituto es salvar puestos de trabajo a nivel local. Gracias a los robots pueden conseguir que las fábricas alemanas puedan seguir siendo lo suficientemente productivas como para evitar que trabajos como el de tensado de raquetas se mueva a países de salario bajo. Puede haber menos puestos de trabajo en la fábrica que raquetas, pero al menos la fábrica se queda en Alemania, dando lugar a trabajos en el sector servicios que la apoyen.



* Gráfico: Robots Industriales en uso. Fuente: Naciones Unidas.

Es opinión comúnmente aceptada que el origen de los avances científicos y tecnológicos más significativos en el campo de la automática moderna y la robótica, puede situarse al final de los años 60 y comienzo de los 70, cuando los Estados Unidos lanzaron su programa espacial para poner un hombre en la luna, aportando enormes recursos económicos y humanos. El enorme esfuerzo realizado en el campo de la astronáutica y del espacio tuvo una gran repercusión en otras áreas de la actividad humana. Especialmente se realizaron avances significativos en el desarrollo de ciencia y tecnología para los grandes sistemas; desde la teoría general de sistemas dinámicos multivariantes, teoría de control, modelado y simulación de sistemas complejos, hasta tecnologías y aplicaciones concretas, dedicadas al control de procesos industriales, sistemas automatizados de fabricación, robots y sistemas robotizados.

Sin embargo, la etapa que afianzó industrialmente los logros conseguidos y que fue decisiva para el desarrollo de la automática industrial y la robótica fue la comprendida entre el final de los años 70 y mediados de los 80. En ella se produjeron enormes avances en la miniaturización de circuitos electrónicos, y aparecieron en el mercado microprocesadores baratos y de gran potencia de cálculo.

El decrecimiento, casi exponencial en las últimas décadas, del precio de la potencia de cálculo ha causado un gran impacto en la configuración de sistemas y en sus procedimientos de control. Como hemos visto en otro capítulo, la microelectrónica, hoy en día, ofrece densidades de integración y velocidades de procesamiento que están sirviendo para desarrollar nuevos productos y sistemas.

La tendencia más claramente definida hoy día en el campo de la automática y la robótica, y con más posibilidades para el futuro, es la introducción de inteligencia en los componentes y sistemas de control de plantas y procesos industriales. Las redes neuronales artificiales pueden ser utilizadas en el control de procesos industriales para realizar tareas de reconocimiento de situaciones y determinación de regímenes de control, diagnosis y percepción de situaciones del proceso, etc. Las redes neuronales son utilizadas, dentro de la inteligencia artificial, como un método para el aprendizaje de las máquinas y mediante ellas puede conseguirse configurar sistemas de automatización adaptativos; esto es, capaces de aprender y de adaptarse automáticamente a situaciones que pudieran producirse en un proceso técnico.

Según E. Puente, experto en robótica en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales⁷, los robots actuales son manipuladores un tanto rígidos, con cuatro o más grados de libertad, reprogramables, que pueden manipular herramientas o piezas de pesos comprendidos entre unos gramos y cientos de kilos, con un grado de precisión y repetitividad bastante elevados. De hecho tratan de reproducir los movimientos de un ser humano; pero lo hacen con bastante esfuerzo y torpeza.

Sin embargo, en pocos años los robots serán dispositivos más flexibles y adaptables, posiblemente con dos o más brazos, construidos con materiales ligeros como plásticos o composites, con una eficacia que residirá sobre todo en su sistema de control. El progreso de la tecnología de los microprocesadores y de la microelectrónica permiten pensar que en pocos años existirán sistemas de control para robots capaces de procesar información a velocidades próximas a la de la luz, lo que permitirá que el robot

⁷ Puente E. *Automática, Robots y Robótica*, Conferencia pronunciada en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Madrid, 1994.

pueda reaccionar ante cambios en su entorno de trabajo con la misma velocidad y eficacia que el hombre. Paralelamente, la evolución de la inteligencia artificial, (lógica borrosa, redes neuronales y sistemas expertos), permitirá a los robots del futuro emprender acciones correctoras en fracciones de segundo, durante el desarrollo de sus actividades; igual que el ser humano.

En los próximos años se acelerará la evolución de los robots dotándolos de un considerable grado de inteligencia. La primera generación de robots del próximo siglo será capaz de navegar con eficiencia sobre un pavimento llano, y con una cierta seguridad sobre terreno accidentado, parcialmente estructurado. Será así mismo capaz de manipular la mayor parte de los objetos y de situarse en el entorno que los rodea.

Continuará el desarrollo de los actuales sistemas sensoriales destinados a dar a máquinas y robots la posibilidad de sentir y discurrir sobre el entorno que les rodea, de forma que al ir aumentando su competencia irán teniendo ocasión de tomar cada vez más decisiones en forma autónoma. Algunos científicos piensan que, como los hombres y los animales racionales, el futuro de la robótica vendrá condicionado por el desarrollo de sistemas capaces de ver y moverse en el mundo físico, utilizando una buena capacidad de razonamiento y autonomía.

En cuanto a consideraciones de tipo tecnológico, uno de los primeros aspectos que deberá ser tenido en cuenta es el peso; especialmente en los robots móviles, con un peso exagerado de baterías, motores y estructura, que tenderán a ser modificados hasta llegar a pesos próximos a los del ser humano. Se moverán sobre ruedas, o ruedas con suspensión telescópica controlada, con recorrido vertical próximo a un metro; lo que les permitirá desplazarse por pavimentos lisos, irregulares, subir escaleras, sobrepasar obstáculos, como rocas de tamaño mediano etc.

El sistema de manipulación dispondrá de dos o más brazos, terminados en pinzas manipuladoras diestras, coordinadas con un sistema sensorial, que facilite información sobre el entorno a través de cámaras de visión, escáners con láseres, sistemas de ultrasonidos, sensores de proximidad y táctiles, etc. Para conseguir navegar, localizar visualmente objetos y controlar el movimiento de sus brazos se estima que el robot del futuro necesitará una potencia de cálculo de mil millones de operaciones lógicas por segundo, lo que como ya hemos comentado, será posible alcanzar a comienzos del próximo siglo.

6.3) El Diseño Asistido por Ordenador:

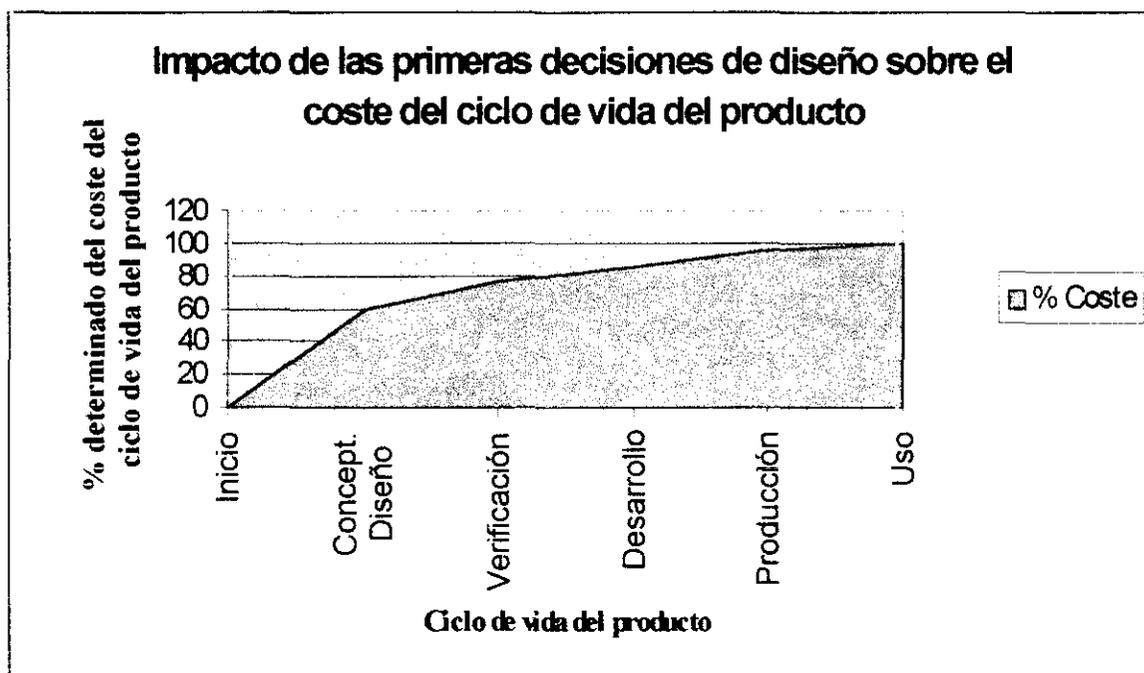
Mientras tanto, la automatización del diseño, gracias las nuevas tecnologías, (CAD o "Computer Aided Design"), está aportando grandes *mejoras en velocidad y precisión*. En una de las mayores fábricas del mundo, la de Boeing, en Seattle, un 777 es montado sin necesidad de ensayos previos. Normalmente la compañía construiría maquetas de un nuevo modelo de avión para asegurarse de que cada una de las millones de piezas que lo componen encajan*. Sin embargo, en el caso del 777, los trabajadores no han realizado ni un solo ensayo. La maqueta existe, pero no es material, sino que se compone de billones de bits de información almacenados en los principales ordenadores de la compañía.

* The Economist. *Survey, Manufacturing Technology*, The Economist, March 5th, 1994.

El desarrollo del 777 ha sido uno de los intentos más amplios de diseño asistido por ordenador. Usando las representaciones que la computadora ofrecía de las diferentes partes del avión, los ingenieros confirmaban que todas las piezas encajaban, incluso antes de que éstas fueran fabricadas. Su comprobación parece haber sido bastante buena, pues el margen de error no sobrepasó la centésima parte de un milímetro.

Es fácil infravalorar el poder de las sencillas imágenes que CAD pone en las pantallas, sobre todo si se las compara con otros gráficos computerizados como son los de la industria del cine o de la comunicación. Sin embargo, aunque no sean espectaculares, CAD permite transmitir diseños directamente a máquinas, que los ejecutarán a la perfección; ofrece nuevas herramientas a los diseñadores; y permite a las empresas cambiar la forma en la que organizan el diseño.

Un buen diseño es clave para la fabricación. Es la diferencia entre un producto fiable, barato y fácil de arreglar, y un montón de chatarra. Como se puede ver en el gráfico*, la mitad del coste del ciclo de vida de un producto está determinado por su



diseño original; el 80% puede ser fijado para cuando la producción se inicia. De esta forma, el diseñador necesita toda la ayuda que pueda.

CAD proporciona ventajas en tiempo y precisión. El dibujo técnico es una tarea lenta. En el caso en el que las pantallas de CAD no fuesen más que pizarras de dibujo tecnológicamente sofisticadas, todavía serían útiles; algunos estudios prueban que puede reducir el tiempo necesario para dibujar un diseño en un 90%. Se pueden realizar copias perfectas con tan sólo tocar un botón, mientras que los cambios se pueden introducir de forma rápida y fácil.

* Gráfico: Impacto de las primeras decisiones de diseño sobre el coste del ciclo de vida del producto.
Fuente: Laboratorio Draper, Cambridge.

Un diseño realizado por CAD puede ser enviado fácilmente de un sitio a otro, si los dos ordenadores utilizan el mismo sistema, y transmitido a sistemas de herramientas controladas numéricamente por ordenador, (CNC tool systems). De esta forma, los subcontratistas saben exactamente lo que se les pide; y si lo fabrican con precisión, algo que las herramientas CNC deberían hacer sin gran dificultad, las piezas encajarán perfectamente. El impacto de la capacidad de CAD para proporcionar "montaje digital previo" se puede ver en grandes operaciones, como es el caso del ensamblado de las alas del Boeing 777, y en otras más pequeñas.

Aunque los aviones son construidos en rodajas, hay muchos sistemas- el aire acondicionado, la calefacción, las tuberías o los sistemas electrónicos- que envuelven a todo el conjunto. Normalmente los conductos y tubería requeridos para todo esto son añadidos durante el ensamblaje. Ahora, sin embargo, las rodajas del avión vienen con todos los espacios y tubos necesarios, que además enlazan con los de las otras rodajas del avión de la misma forma que lo hacían en la pantalla. De hecho, las herramientas normalmente utilizadas para pulir y terminar de encajar las partes del avión durante el montaje, apenas han sido utilizadas en el caso del 777.

Las ventajas de CAD significan que los proyectos más grandes y complejos de ingeniería ahora dependen de esta tecnología. Si las grandes compañías utilizan CAD, los subcontratistas deben recibir los diseños en forma de información CAD, para luego suministrarla a sus máquinas controladas por computadora (CNC). Esto a menudo supone un problema ya que hay muchos sistemas de CAD en el mercado, por lo que la transmisión de información de un sistema de fabricación a otro no es tan fácil como debería ser. Según Mitchell Fleischer en el Instituto de Tecnología Industrial de Ann Arbor, en Michigan, casi un 25% de los diseños transmitidos como ficheros de CAD a otros centros de fabricación, deben ser impresos y nuevamente introducidos al ordenador, debido a la pobreza de las traducciones de los programas de diferentes sistemas. En esas circunstancias, los costes y el tiempo suben, con la instalación del CAD. Para simplificar, muchas empresas imponen su elección de CAD a los subcontratistas. Esto implica que muchos de ellos acaban con muchos sistemas.

Hay un estándar para las transmisiones CAD, que se llama "IGES". Sin embargo, los distintos sistemas lo pueden enfocar en formas distintas, lo que causa problemas. STEP, un nuevo estándar, ofrece más prestaciones, pues IGES es un estándar para dibujo técnico, por lo que describe los objetos en términos exclusivamente geométricos. Por el contrario, los creadores de STEP lo han diseñado para ir más allá del vocabulario de las imágenes y proporcionar una forma de describir las piezas en los términos de lo que son para un diseñador, incluyendo además mucha información sobre el producto. De esta forma refleja el cambio en la fabricación de este tipo de sistemas, que ha evolucionado desde sistemas CAD para realizar dibujos asistidos por ordenador, hasta el embrión de algo mucho más importante.

Todavía hay muchas pizarras de diseño asistido por ordenador, ofreciendo capacidades sencillas de CAD a personas que tienen un ordenador personal. Sin embargo, en los medios profesionales de vanguardia ya se pueden encontrar sistemas capaces de trabajar no sólo con la *geometría sino también con las características del producto*. Un diseñador puede señalar uno de los lados de una parte, señalar a la máquina que allí quiere un agujero, y el agujero aparece. El diseñador no tiene por que especificar las relaciones geométricas del agujero con el resto de los lados. Ni siquiera

tiene que dibujarlo. Si quiere un botón o un tirador, entonces aparecerán el botón o el tirador. De esta forma, al usar conceptos naturales, la herramienta se aproxima a los pensamientos del diseñador.

Parametric Technology, lidera en la aplicación de esta tecnología, con su software ProEngineer. Si por cualquier razón debe ser cambiada una característica del diseño, el programa realizará ese cambio, así como todos los que sean necesarios para garantizar que todo el diseño sigue siendo consistente. El sistema funciona recordando toda la historia del diseño en la pantalla; cuando se realiza un cambio, el programa vuelve al punto en la historia de la pieza donde la característica que está siendo cambiada apareció por primera vez, realiza el cambio, y después recorre toda la historia, arreglando todo lo que esté relacionado con la característica cambiada.

Esta tecnología ha sido la clave del impresionante crecimiento de Parametric. Otras compañías han imitado este sistema para conseguir el mismo objetivo. Los nuevos sistemas proporcionan al diseñador la mayor ventaja derivada del mundo de la información; la capacidad de preguntar “que pasaría si”, comprobando alternativas sin necesidad de intentarlas en el mundo material. Todo lo que se requiere es poder de procesamiento, cuyo coste es irrisorio en la actualidad. También proporcionan flexibilidad. Si se realiza un cambio en un sistema paramétrico, en un fase tardía del diseño, es como si el cambio si hubiese realizado en una de las primeras fases. De esta forma, las modernas herramientas de CAD reducen los costes de los cambios de última hora.

Por supuesto que lo ideal es evitar los cambios de última hora, acertando desde el principio. El esfuerzo en mejorar la calidad de los productos y en reducir el tiempo necesario para introducirlos en el mercado ha llevado al “*diseño concurrente*”. Tradicionalmente el diseño y la producción han estado separados por una pared metafórica. El diseño acabado es lanzado por encima de esta pared, momento en el cual los diseñadores inician un nuevo trabajo, mientras que los especialistas en producción se dan cuenta, a veces, que el diseño es inviable.

La idea del diseño concurrente es que los diseñadores trabajan en estrecha coordinación con todos los demás profesionales implicados en el desarrollo del producto; lo que antes se hacía en línea ahora se debe hacer en paralelo, de forma que los de fabricación tienen su aportación a lo largo de todo el proceso de diseño, consiguiendo que la viabilidad de producción sea más probable.

Hasta el siglo XIX no había necesidad del diseño concurrente; todo ocurría en una sola mente. El diseñador construiría el producto, o por lo menos sería el jefe del equipo de artesanos. La creciente complejidad de los productos, así como el deseo de facilitar el flujo de la información, llevaron a los directivos a dividir a las empresas en departamentos.

El objetivo de cualquier equipo de diseño concurrente es recrear la mente del artesano de antaño, viendo todos los aspectos del proceso a la vez. Para que esto ocurra *se deben superar las divisiones tradicionales de una empresa*. Esta es la razón por la cual el diseño concurrente requiere tiempo y esfuerzo de gestión. Boeing colocaba a los trabajadores en los equipos de diseño según la sección del avión en la que estuviesen

trabajando y no tanto según las divisiones funcionales de la compañía. Los clientes, la fabricación y el mantenimiento estaban presentes en todo el proceso.

Imitar a una sola mente es algo difícil a conseguir por un equipo, incluso si la estructura es la apropiada. Tiene que saber lo que está pensando, comunicar sus pensamientos de forma clara y sin ambigüedades, saber cuando se debe realizar un cambio, y cuales sería las implicaciones de éste. Esto es lo que los nuevos sistemas CAD aportan. Permiten a los diseñadores ver los efectos que los cambios sugeridos acarrearán en formas que antes sólo eran accesibles para personas con capacidades mentales excepcionales. Dan a todo el mundo un rigor y una sensibilidad espacial que hasta entonces era privilegio de unos pocos. Aportan además la posibilidad de que estas visiones sean almacenadas y enviadas a otros lugares. Además de ser una herramienta de diseño, CAD es una tecnología de comunicación que une todo el conocimiento de un equipo.

Las empresas quieren productos con diseños rápidos y buenos. Si hay voluntad por parte de la organización, las tecnologías de la información pueden ayudar. También quiere una gama más amplia de productos que sean fabricados en el momento justo. La automatización tradicional, líneas de producción con herramientas y fijaciones insertas en ella, no puede ayudar a conseguir este objetivo. Sólo ofrece alta eficacia cuando la gama de productos es limitada, y cuando la producción es constante, de forma que sólo tiene sentido cuando las series de producto son largas. Al aportar flexibilidad, la llegada de máquinas programables ha cambiado esta situación.

6.4) La Fabricación flexible:

Uniendo herramientas para máquinas controladas por ordenador con robots y poniéndolas bajo el control de ordenadores de gran capacidad se consigue un sistema de fabricación flexible (flexible manufacturing system o FMS). Esta abreviación es equívoca pues sugiere que la flexibilidad es una sola cualidad que puede ser lograda al reunir las máquinas con la programación. En realidad, la flexibilidad cubre muchas virtudes, al igual que algunos defectos; y estas virtudes residen en la compañía en su conjunto, y no sólo en las máquinas de la planta de fabricación. El aspecto positivo es que cuando el concepto de flexibilidad se entiende bien, las computadoras pueden ayudar mucho más de lo que lo han hecho hasta ahora.

Daniel Whitney, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, identifica varios tipos distintos de flexibilidad. Hay flexibilidad de suministros, que permite hacer el mismo producto aun cuando las piezas necesarias se presenten en formas poco usuales. También hay flexibilidad dentro de la producción, que permite que muchos productos se puedan fabricar en series de diferente tamaño, al mismo tiempo, en el mismo sistema. También hay flexibilidad de procesos, que permite que productos totalmente nuevos se fabriquen fácil y rápidamente. Y por último hay flexibilidad en el sentido de tener una segunda oportunidad en el caso en el que se tome una decisión errónea. Él sospecha que la mayoría de las empresas lo que desean es este último tipo de flexibilidad. Sin embargo, esta es precisamente la que todavía no es posible. En cuanto al primer tipo, probablemente no sea necesaria en un sistema bien llevado. La flexibilidad en la producción y en los procesos sí puede ser conseguida, como demuestra la investigación que el Dr. Whitney realizó en el caso de Nippondenso, la empresas de componentes de coches más grande del Japón.

Los robots y las máquinas programables usadas en el FMS reflejan la fe en la flexibilidad como parte del proceso de fabricación. Sin embargo, hay mucho más. *La flexibilidad puede ser parte del producto, diseñado en él desde el principio.* Con el diseño apropiado puedes limitar la necesidad de flexibilidad en el proceso de fabricación y, lo que es más importante, definir las fronteras de esa flexibilidad desde el principio. El objetivo es *no ser más flexible de lo que sea necesario, dada la variedad de productos que está siendo producida.* Nippondenso consigue este objetivo introduciendo la flexibilidad, implícita ya en el diseño del producto, sólo en la última fase del montaje. Aunque éste está muy automatizado, el trabajo necesario no es demasiado complejo: los robots pueden permitirse tareas fáciles porque la inteligencia reside en la forma en que los productos están diseñados.

Nippondenso consigue este objetivo de distintas formas. La primera es minimizando el número de piezas. La segunda es por medio de los módulos y la estandarización. Si la diferencia entre dos radiadores es tan sólo su longitud, pueden compartir gran número de componentes. Con el diseño apropiado, muchos productos diferentes pueden ser fabricados con piezas muy parecidas. La tercera es el principio del montaje parcial. Si un producto medio ensamblado encaja sólo, no hay necesidad de fijaciones o ensambles. Contra menos ensambles, más flexibilidad. Esto es también un logro derivado de un buen diseño.

Si la mismas piezas son usadas para distintos productos, y los distintos productos no requieren manipulaciones muy diversas, entonces la flexibilidad puede ser conseguida sin perder eficacia. La planta de fabricación es organizada para maximizar estas ventajas. La mayoría de los robots y de los demás instrumentos son desarrollados dentro de la misma empresa, como parte del mismo proceso de diseño de los productos. Los robots no están diseñados para ser especialmente diestros o listos ya que el trabajo que realizan está diseñado para que no sean necesarias estas habilidades. *El desarrollo del producto y el del proceso se retroalimentan continuamente.*

El Dr. Whitney señala la tendencia presente en las compañías japonesas a comprar las piezas y en cambio montar ellas sus propios sistemas de fabricación, mientras que las empresas americanas tienden a hacer lo contrario. Pero el hecho de que la flexibilidad puede ser lograda sin que la fabricación en sí misma sea flexible no explica por qué la fabricación flexible, el supuesto objetivo de la FMS, es tan difícil de lograr.

Dado un buen diseño, no es imposible, y en la actualidad se pueden encontrar sistemas de fabricación flexible bien diseñados. Sin embargo, también hay muchos que no son exactamente los que se esperaba, por lo que el crecimiento en las ventas FMS no ha cumplido las expectativas. De hecho, numerosas empresas industriales y de servicios tuvieron, y siguen teniendo, problemas a la hora de introducir nuevas tecnología informáticas en los procesos productivos*.

David Upton, de la Escuela de Negocios de Harvard, echa la culpa a la parte del sistema que en principio debía aportar la flexibilidad: el ordenador. Es el ordenador el

* Fleck, J. *Configurations crystallising contingency*, The International Journal of Human Factors in Manufacturing, vol. 3, núm. 1, pp. 15-36, 1993.

que hace que un FMS sea un sistema; sin él, un FMS es tan sólo un montón de robots y de herramientas.

El problema es que los sistemas informáticos tradicionales no son muy flexibles. El hecho de que la información sea en sí misma fluida no significa que los sistemas sobre los que fluye permitan la flexibilidad. Más bien al contrario, por lo general son excesivamente rígidos. Un sistema que incorpore un FMS debe ser complejo para poder seguir la pista de todo, reconociendo los distintos fallos y arreglándolos. Si la gama de productos que fabrica el FMS cambia, a menudo su software también debe ser cambiado. Si el propio FMS cambia, es necesario realizar más cambios. El software necesario para adaptarse a estos cambios es complejo y extremadamente difícil de arreglar, mucho más difícil de cambiar que el hardware, que en último término puede ser comprado y reemplazado.

Estas rigideces no son exclusivas de los sistemas de fabricación flexible. El Dr. Upton las ha encontrado en otros sitios en los que se ha dejado que los ordenadores retomen el control de la fabricación. Un ejemplo claro es el de la industria de papel fino. Hay una fuerte correlación entre la flexibilidad, en el sentido de capacidad de moverse de un producto a otro, y la llegada de la fabricación integrada por ordenador. Sin embargo, esta correlación es negativa. Las plantas flexibles son aquellas en las que la gente está continuamente buscando la flexibilidad, no aquellas en las que la flexibilidad ha sido programada.

El problema es que la fabricación es extraordinariamente complicada; y la capacidad de los ordenadores actuales para encontrar soluciones perfectas en el mundo de la información no es suficiente para enfrentarse a esa complejidad. La mayoría de las empresas no sabe en realidad como hace lo que hace; sus soluciones han evolucionado de forma inconsciente. Un buen sistema de fabricación se auto regula: los empleados que pueden ver lo que está ocurriendo, están continuamente introduciendo pequeñas mejoras.

Sin embargo, un sistema informático, centralizado y jerarquizado, del tipo de los que tienen la mayoría de las empresas, no puede seguir el ritmo de continua adaptación. Careciendo de la capacidad para evolucionar, se debe inventar un sistema de controles, controles que a su vez restringen la capacidad del sistema para adaptarse. Aún así, ocasionalmente aparece el caos. El Dr. Upton encontró que las plantas de fabricación de papel integradas por ordenador tenían fallos catastróficos con más frecuencia que las tradicionales.

Estos casos ilustran el problema de falta de flexibilidad al que se enfrentan las grandes empresas en periodos de cambios tecnológicos y organizativos. Eliasson* y otros economistas han argumentado que las grandes empresas europeas son, a menudo, incapaces de adaptarse a estos rápidos cambios. También argumenta que la experiencia de IBM al intentar introducirse en el campo de las telecomunicaciones a través de la adquisición de Rolm demuestra la dificultad que encuentran estas empresas para financiar las adquisiciones, incluso cuando disponen de cuantiosos recursos, muchos de ellos dedicados a la I+D. IBM no es la única gran empresa informática que ha tenido

* Eliasson, G. *Business competence, organisational learning and economic growth*, en F. Scherer y M. Perlman (eds). *Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth*, Ann Arbor, University of Michigan Press. pp. 251-277. 1992.

problemas en los últimos tiempos, pero ilustra con claridad las dificultades que surgen ante la necesidad de adaptar el modelo directivo y la cultura empresarial a los cambios tecnológicos.

El Dr. Upton ofrece una nueva perspectiva a la automatización que denomina *heterarquía*, en vez de jerarquía. Cada pieza llega a la fábrica con un chip incorporado. El chip sabe lo que se debe hacer con la pieza, y emite al resto del sistema cual debe ser el primer paso del proceso. Las máquinas en la fábrica se preguntan si son capaces de realizarlo; las que pueden se plantean cuanto trabajo deben realizar, y, basándose en esa estimación, se ofrecen a manipular la pieza. El chip escucha todas las ofertas y realiza su elección. Cuando todo ha sido hecho, la pieza deja la planta, pero en cambio el chip se vuelve al principio del proceso, a negociar para otra pieza. Con el tiempo, los chips aprenden en qué máquinas se debe confiar.

El encanto de esta idea es que no hay jerarquía. Cada chip sólo necesita saber una cosa- un producto o una máquina- y sus necesidades y capacidades. Los fallos en el sistema son siempre locales. La eficiencia procede de la mano invisible del mercado. Los cambios son fáciles. Añade nuevos productos y las máquinas todavía los harán, si pueden, sin necesidad de una nueva programación. Añade nuevas máquinas y los productos que las necesitan las usarán.

En el mundo real, en donde los ensamblajes y las soldaduras, entre otras cosas, son necesarios, este tipo de sistema puede ser una utopía durante muchos años. Sin embargo, puede ser un ejercicio intelectual interesante, así como una metáfora sugestiva para un tipo de programación de ordenador que puede proporcionar ventajas similares.

La computación "orientada al objeto", se inició como una forma de modelar el mundo real. Los "objetos" incluidos son paquetes de información envueltos en programación que se aplica a esa información. Este tipo de programación aplicada a un FMS puede aportar grandes mejoras. En vez de intentar controlar el estado de todas las partes del sistema de una forma centralizada, tendría diferentes objetos dentro de él, que representarían a los productos, los robots y las herramientas, que sabrían como relacionarse entre sí, que podrían seguir reglas como las de la factoría basada en las reglas del mercado del Dr. Upton. Si cambias el sistema, das al ordenador nuevos objetos. No es necesario, de esta forma, volver a escribir el programa desde el principio. No hay necesidad de estar continuamente innovando. La evolución es muy eficaz en un mundo en donde se ha dicho a la información que se comporte como si tuviese que evolucionar. Este tipo de programas están, en la actualidad, siendo muy útiles para organizar los factores de producción, las partes, el trabajo, el capital y, lo que es más importante, *el tiempo*.

En el mundo moderno, todo el mundo puede llevar un reloj con él y saber la hora en todo momento. Antes de la revolución industrial, sólo la atenta observación de los cielos podía proporcionar precisión, mientras que los pocos relojes existentes eran demasiado grandes para poder ser desplazados. Con la industrialización, el tiempo empezó a ser controlado, pagado, dividido; el silbido de las fábricas marcaba el inicio de la jornada, y los cronómetros de Taylor lo medían con exactitud.

En la actualidad, la obsesión de la industria con el tiempo se ha centrado en dos aspectos; el tiempo necesario para poner un producto en el mercado, (time to market), y

la capacidad de estar justo a tiempo, (just in time). El primer aspecto depende fundamentalmente del diseño; just in time depende en cambio de la forma de trabajar. En una compañía que esté convencida del valor de estar justo a tiempo, las ordenes no dan lugar a un pequeño viaje al almacén, sino que desencadenan directamente la producción. *No tiene tanto que ver con la tecnología como con la gestión y el diseño del trabajo.*

La idea es evitar que el capital se quede atado al trabajo en curso. Si se entiende al sistema de producción como a una máquina, el trabajo en curso serían las tolerancias entre las piezas de la máquina. Es tolerancia en tiempo y dinero, no en espacio: el inventario entre dos partes del proceso representa el grado de incertidumbre sobre el tiempo necesario para ejecutar cualquiera de ellas, y sobre la velocidad con la que el conjunto del sistema debe trabajar. Las máquinas controladas por ordenador y el CAD han permitido a los ingenieros fabricar rutinariamente piezas con una mínima tolerancia. ¿Pueden tecnologías parecidas hacer lo mismo con las tolerancias de tiempo?

Según *12 Technologies*, antes conocido como *Intellection*, sí que pueden. Esta compañía, basada en Dallas, parte de un análisis de las debilidades del enfoque just in time. En este sistema, el mensaje para aumentar o disminuir el ritmo viaja hacia arriba, desde el cliente hasta el suministrador de componentes. Si el proceso es sencillo, esta tarea es fácil. Sin embargo, si el proceso tiene muchas ramas y es demasiado complicado, puede haber atascos que distorsionen su velocidad. Y si los cambios en el mercado son muy rápidos, más rápidos que el tiempo necesario para que la información pase por todas las fases del proceso de fabricación, entonces el sistema pierde estabilidad, como un péndulo obligado a girar más allá de su recorrido habitual.

La solución que propone esta empresa es sencilla: un programa que planea las trayectorias del trabajo a través de la planta de fabricación, diciendo qué partes se necesitan, donde, y qué máquinas las harán. Hace ya tiempo que se podían encontrar este tipo de programas en el mercado. Sin embargo, *Ritmo*, el producto de 12 Technologies, es mejor en los detalles. Un enfoque orientado al objeto le permite resolver problemas de coordinación mirando a la situación inicial y al desenlace deseado, encajando a las dos situaciones. El resultado es que Ritmo puede realizar planes de trabajo en minutos y no en días. Esto significa que las tolerancias de tiempo están más ajustadas. Si el sistema da buenos resultados en horas, no hay necesidad de mantener almacenada una semana entera de producción. Otra ventaja de Ritmo es que puede ser usada para coordinar el trabajo de cada máquina.

Un ejemplo en el que se pueden ver a las nuevas tecnología funcionando de forma coordinada es la planta de fabricación "*Fusion*" de Motorola. *Fusion* es el nombre que la compañía ha dado a una familia de teléfonos diseñados para ser fácilmente adaptados al cliente. Cuando un cliente llama y pide una especificación determinada, (un color, tamaño, o sonido), el sistema informatizado se asegura, en un entorno de fabricación virtual, que con ella se puede fabricar un producto. Luego da una serie de ordenes a la planta de fabricación y supervisa el montaje. No se produce nada mientras no haya un pedido en firme. Es la producción en masa en series de un solo producto.

Las ventajas van más allá de una sola fábrica. Hewlett-Packard se ha dado cuenta, recientemente, de que no está suministrando a sus clientes con la velocidad a la que le gustaría. Una base de datos de todas las fábricas de la compañía, mostrando

donde está cada cosa, es parte de la solución. La otra parte son *cambios en la actitud y en la gestión. Su nueva tecnología es parte de una re ingeniería del equipo directivo; los cambios implicados sólo tienen sentido cuando se ponen todos en contexto.*

Este tipo de re ingeniería está proliferando en numerosas compañías, que intentan sacar el máximo partido de las nuevas tecnologías. ¿Qué tipo de empresas podría eventualmente aparecer de todas estas transformaciones?

6.5) Incidencia en las empresas:

Una de las visiones más influyentes en los últimos años sobre el futuro de la fabricación se conoce como "*la fabricación ágil*". Desarrollada en "la estrategia para la industria manufacturera del siglo XXI", un informe elaborado por el Instituto Iacocca de la Universidad de Lehigh, para el departamento de defensa de Estados Unidos. Además de las tradicionales virtudes de velocidad y eficiencia, las empresas que adopten la fabricación ágil deben ser sensibles a las necesidades de los demás. También deben cooperar.

La agilidad reside en la capacidad para producir un producto, sin estar circunscrita a una sola compañía. A los visionarios les gusta hablar de empresas virtuales, en las que se forman coaliciones "ad hoc" para llevar a cabo una idea prometedora. Nace una idea, se realiza un diseño, se verifica, se construyen las piezas, se montan dando lugar a un producto, se da publicidad al producto y se le envía al destinatario, satisfaciendo así una necesidad. Cada paso de este proceso puede ser realizado por una empresa distinta.

Hay varias condiciones para que este tipo de iniciativa tenga éxito. La primera es una *comunicación clara*, (en este campo puede ayudar el nuevo estándar para la transmisión de información sobre un producto: STEP). La segunda es la *previsibilidad*. La esencia de la fabricación ágil es la sensibilidad al tiempo. Las distintas compañías implicadas deben conocer bien sus capacidades, y el tiempo que les va a llevar realizar sus tareas. Esto es lo que las nuevas tecnologías de gestión ahora permiten. Cuando se está montando una empresa virtual, se debe saber exactamente la dimensión de las partes que la componen, no tanto en términos de tamaño longitud o anchura sino más bien en la velocidad y calidad de los procesos de cada una de ellas. En la actualidad, sin embargo, pocas empresas son capaces de medir estos parámetros con precisión.

A pesar de todo, ya se pueden notar los embriones de este tipo de mundos virtuales. Uno de ellos se puede encontrar al sur de Gardone: las fábricas textiles de Prato. En el siglo XVIII, los viejos gremios fueron unificados en hilanderías verticalmente integradas. En los años 70, las hilanderías se volvieron a dividir en pequeñas unidades. Ahora han hecho posible un lugar de encuentro de capacidades y habilidades que se refuerzan mutuamente, coordinadas por unos cuantos corredores y apoyadas por un grupo unido de vendedores al por menor. La industria, que estaba decayendo hace unos años, ahora florece.

El Dr. Upton, y su colega Ramchandran Jaikumar han señalado que hay un potencial creciente para que esto ocurra en otras industrias. Los centros de fabricación que pueden trabajar a partir de ficheros CAD, se están extendiendo. El tamaño de muchos fabricantes está reduciéndose. Con una herramienta CNC de varios usos, un

hombre puede ofrecerse para realizar trabajos que en el pasado hubiesen requerido a todo un taller. La programación versátil de tareas aumenta las capacidades de este tipo de máquinas. Las redes de información necesarias para unir este tipo de lugares están ya casi a punto, ofreciendo alta velocidad en la transmisión de datos a cualquier usuario que los desee en un país avanzado. El software para realizar buenos modelos de producto se está escribiendo ahora.

Ciertos economistas schumpeterianos⁷ han argumentado que incluso las mayores empresas tienen la capacidad de aprender y adaptarse a los cambios y que aún disfrutan de importantes ventajas derivadas de las economías de escala. Su teoría es apoyada por Simonetti⁸ que, analizando los cambios en las listas de las grandes empresas de la revista *Fortune*, demuestra que la mayoría de las empresas teóricamente “desaparecidas” son empresas que se han fusionado o han sido compradas por otras y han cambiado de nombre.

Los resultados de un minucioso estudio sobre la industria electrónica en Finlandia⁹ han sido sorprendentemente similares. Las grandes empresas han ido reduciendo su tamaño y las PYME han crecido en algunos sectores de la industria; sin embargo, y al mismo tiempo, se está desarrollando una tendencia a la concentración empresarial en ciertos sectores y una nueva ola de fusiones.

Estas tendencias, de alguna forma contradictorias, son características de un periodo de reajuste estructural. En cualquier caso, es evidente que las PYME se han convertido en importantes fuentes de creación de empleo y de flexibilidad del sistema productivo en la mayor parte de las economías de la OCDE. Incluso en países como Japón y Corea del Sur, donde los grandes conglomerados empresariales han mostrado una gran capacidad de innovación, las PYME son cada día más importantes aunque, a menudo, en una relación simbiótica con las grandes empresas a través de redes. Sirva de ejemplo el caso Samsung Electronic Company, una empresa coreana que en 1990 creó un Centro de Formación en Tecnología Electrónica donde el 20% de las plazas están destinadas a las 2.000 pequeñas y medianas empresas con las que coopera.

⁷ Pavitt, K. *Chips and trajectories: how does the semi-conductor influence the direction of technical change?*, en R. Macleod (ed.), *Technology and the Human Prospect*, Londres, Pinter, 1986.

⁸ Simonetti, R. *The long-run performance of large firms: a study of changes in the Fortune list 1964-1988*, University of Sussex, 1993.

⁹ Lovio, R. *Evolution of Firm Communities in New Industries: The Case of the Finnish Electronics Industry*, Helsinki, Helsinki School of Economics, 1994.

6.6) El caso Swatch:

Como hemos visto en la primera parte, una de las primeras causas del fallo de la *economía europea para mantener su posición competitiva*, a pesar de invertir recursos comparativamente abundantes en tecnologías e investigación, es su vinculación a formas de organización industrial ya anticuadas. El desafío es ahora doble: introducir nuevas técnicas de organización en tres esferas (producción, I+D y gestión de recursos humanos), y avanzar hacia formas más profundas de integración dentro de cada una de estas esferas, entre las tres esferas, y entre la empresa y el mundo exterior.

El caso Swatch refleja este proceso de reestructuración en la esfera de la producción. Swatch fue capaz de recuperar la posición dominante de la industria relojera suiza a través de una aproximación innovadora a la nueva tecnología del cuarzo. *Mediante un compromiso con el diseño y la variedad, y mediante un decidido programa de diseño para la fabricación*, fue capaz de dominar el segmento bajo del mercado con diseños novedosos y en constante cambio, ofrecidos a bajo precio. Hay que señalar que no sólo se introdujeron nuevas técnicas organizativas en la producción, sino que las empresas vincularon la organización de la producción a las otras dos esferas (I+D y gestión de los recursos humanos), además de reestructurar sus relaciones con suministradores externos y consumidores.

En este apartado voy a destacar algunos aspectos del estudio realizado por Benjamin Coriat y Ronny Bianchi*, pues creo que pueden ser ilustrativos del tipo de innovación organizativa que es necesaria en otras empresas. Como ya se ha comentado antes, está en la naturaleza de las propias estructuras organizativas la inexistencia de una mejor manera (mejor práctica) de organización. Las organizaciones se crean para servir a una variedad de funciones en diversos contextos sociales y económicos, y en diferentes periodos de tiempo. Sin embargo, el examen y estudio de casos de adaptación que han tenido éxito puede ayudar a inspirar a otras empresas a encontrar lo que podríamos denominar una "práctica mejorada". Es en este sentido en el que entiendo que se debería difundir libros que recojan los ejemplos de empresas que hayan tenido éxito en este terreno.

El caso Swatch constituye un modelo en más de un sentido. Ilustra una de las escasas experiencias en las que un negocio europeo de sus características ha sido capaz de resistir y tomar la iniciativa frente a la ofensiva lanzada por los países de extremo oriente (con Hong Kong y Japón a la cabeza). Swatch no sólo ha triunfado en la recuperación de mercados perdidos, sino también en la reconquista del dominio suizo del mercado.

La clave del éxito de la estrategia de Swatch estuvo en que no se trató de una respuesta pasiva a la ofensiva japonesa. Swatch no se sometió a la competencia en los productos destinados al segmento más bajo, y tampoco intentó imitar la estrategia de la tecnología del cuarzo impuesta por los japoneses. En su lugar, desarrolló una estrategia que le permitía alterar las reglas y condiciones de sus competidores. Aparte de los aspectos relativos al diseño y al Marketing, a los que nos referiremos más adelante, ello implicaba que el propio producto debía ser completamente renovado. Swatch sólo

* Benjamin Coriat y Ronny Bianchi, *Swatch, una respuesta europea al desafío japonés*, dentro de *Los Desafíos de Europa: Innovación organizativa, Competitividad y Empleo*, Estudios Institucionales, S.L., 1997.

encontró la solución mediante la modificación total de la conexión clásica entre el diseño del producto y sus condiciones de fabricación; o, en otras palabras, entre las tecnologías del proceso y del producto. Desde esta perspectiva, el Swatch era un producto absolutamente innovador.

Para simplificar, las innovaciones del Swatch se referían a tres aspectos. En primer lugar, el reloj Swatch fue diseñado para reducir tanto como fuera posible el número de componentes. En segundo lugar, dichos componentes fueron en sí mismo diseñados para que su ensamblaje fuese auténticamente original, (y muy barato), siguiendo una técnica denominada "ensamblaje vertical". Finalmente, una parte esencial de dicho ensamblaje era realizada en una línea de montaje muy automatizada.

Cada una de estas importantes innovaciones sólo fue posible mediante la confrontación y resolución de un amplio número de dificultades técnicas. No obstante, la elección de determinados extras básicos estructuró y tuvo gran peso en el diseño conjunto. Por ejemplo, la innovación más profunda se derivó de la decisión de adoptar una caja de plástico, que fue una solución inspirada por el Tissot Astrolon. Una vez tomada esta decisión, fue necesario diseñar técnicas de soldadura por ultrasonidos para la fijación del cristal a la caja de plástico. Del mismo modo, hubo que resolver el difícil problema de fijar la pulsera al reloj.

Reducir en más de un 50% el número de piezas que componen un reloj constituye un logro tecnológico por sí mismo. Esto condicionó e hizo posibles las innovaciones en el montaje, que difería en gran medida de los métodos tradicionales. El proceso tradicional de producción se llevaba a cabo en tres fases: fabricación de la caja, fabricación de las piezas y montaje del mecanismo, e instalación del mecanismo en la caja. Swatch combinó estas tres fases en una sola. La simplificación fue de tal calibre, que permitió reducir la fase de ensamblaje del Swatch a sólo ocho operaciones básicas, (en lugar de las decenas o centenares de operaciones empleadas en el ensamblaje tradicional).

Reducción del número de piezas necesarias para fabricar un reloj de pulsera

| | |
|-----------------------------------|------------|
| <i>Reloj mecánico tradicional</i> | 130 piezas |
| <i>Reloj electrónico</i> | 90 piezas |
| <i>Swatch</i> | 52 piezas |

Conviene añadir algo más sobre el proceso de montaje del Swatch. La utilización de robots es práctica común de otros fabricantes. Sin embargo, no se emplea ningún robot en la fabricación del Swatch. La razón, según los ingenieros que diseñaron el proceso de montaje, es que en la producción en masa es absolutamente innecesario el uso de maquinaria sofisticada y polivalente para ejecutar aquello que una máquina normal podría realizar perfectamente. Por ello, la automatización se basó en equipamiento eficiente y relativamente simple, con lo que no era necesario preocuparse por los problemas de mantenimiento y ajuste que daría una línea de montaje robotizada.

Todos estos cambios trajeron consigo importantes beneficios. Las innovaciones en la mayor parte del diseño y la fabricación, junto con las relativas a la automatización, permitieron a Suiza, a pesar del alto coste de su mano de obra, producir un reloj de

cuarzo análogo a un precio de venta de 50 FS y con un coste de producción en torno a los 10 FS.

Por importantes que hayan sido, estas innovaciones en el diseño del reloj no hubiesen tenido éxito de no haber ido acompañadas de una revolución simultánea en las técnicas del Marketing a través de una política comercial particularmente innovadora. Esta política de Marketing sólo podía dar resultado si se fundamentaba en una política de diferenciación del producto, lo que a su vez exigía un alto grado de flexibilidad en la estructura productiva de Swatch. Estas fueron las razones definitivas del éxito.

En lo que se refiere al Marketing, Swatch se distinguió por un conjunto de prácticas muy innovadoras para un fabricante de relojes. Pueden resumirse del siguiente modo.

La novedad más importante era que el producto se vendía en grandes superficies, lo que suponía que podía atraer a un público muy amplio y no representaba una competencia para los canales tradicionales de distribución. Para asegurarse de que el público lo descubriera, el lanzamiento de los productos, (y la renovación de las colecciones), venía respaldado por fuertes campañas de publicidad que ponían el énfasis en el hecho de que un reloj "se adquiría para mostrar quién era uno mismo, o más a menudo, para mostrar como consideramos a la persona a quien se lo vamos a regalar". Uno de los anuncios de Swatch decía simplemente "Solo imagina". Cuando era necesario, el marketing se hacía muy agresivo; y es así como un Swatch de 165 metros de largo terminó colgando de edificios céntricos en Frankfurt, Barcelona y Tokio.

Un punto clave es que, en el momento en el que el producto estaba penetrando en las grandes redes de distribución, la imagen del Swatch se construyó en torno a la idea de garantizar a sus poseedores la "exclusividad de un producto fabricado en masa". Para lograrlo, las colecciones se renovaban dos veces al año, y ello creaba un problema cuya solución exigía flexibilidad en la producción. La renovación permanente hacía que la gente olvidase la banalidad de un producto destinado al mercado más bajo, creando la ilusión de un producto hecho a medida. Estimuló una carrera sin precedentes para adquirir los nuevos modelos que, de este modo, se transformaron en objetos de coleccionista: modelos particularmente prestigiosos, como por ejemplo los relojes diseñados por Kiki Picasso o Mimmo Pladino, alcanzaron un valor de 50000 FS a principios de los 90.

Se prestó especial atención al diseño externo de los relojes. Tanto las cajas como las correas se hicieron de colores. Existían múltiples facetas en el diseño de las manecillas y los números. Además, pintores y decoradores famosos diseñaron series especiales; y estas series temáticas no eran renovadas, sino que sólo eran válidas para una colección.

Por último, no se debe olvidar que esta estrategia de marketing, cuyo objetivo era presentar al Swatch como un objeto de distinción, arte y colección, trabajaba con un producto que se vendía a un precio muy bajo: en torno a los 40 FS para los modelos más baratos.

Se ha puesto el énfasis en que la variedad de productos ofrecida y la capacidad de Swatch para renovarla constituía un elemento esencial de la estrategia de Swatch. La

pregunta era cómo podía alcanzarse este nivel de variedad sin comprometer el coste, que no podía rebasar ciertos límites.

Una parte de la respuesta ya se ha dado en los párrafos precedentes. Las novedades en el proceso y el producto Swatch dieron origen a una rebaja importante de costes de producción. La reducción en el número de componentes y la consecuente reducción del número de operaciones de montaje y ensamblado constituyó un factor clave en la competitividad del Swatch. Es necesario añadir ahora otros elementos esenciales que explican como pueden reconciliarse series largas y variedad, producción en masa y diferenciación.

Hay que decir que a pesar de las diferencias, el Swatch continúa siendo esencialmente un producto estandarizado en el sentido de que al menos, las tecnologías que lo han hecho como es, tales como su forma (esfera redonda), son idénticas para todos los modelos de cada colección. La característica distintiva de cada cambio de diseño se introducía sólo a través del color y los detalles gráficos, en la pulsera y en la esfera, y en el tamaño de ésta última. Así, la viabilidad de la estrategia de producto a largo plazo de la empresa se asentaba sobre lo que casi puede calificarse de principios tradicionales de producción en serie y de las economías de escala que se asocian a la misma.

Otro elemento clave en la estrategia de Swatch, que condicionaba su política de diferenciación, está vinculado a la puesta en marcha de una estrategia modular en la concepción del producto. La estrategia del diseño se apoya en subgrupos estandarizados que se ajustan a diferentes especificaciones según el modelo. El uso de equipamiento flexible permitía la fabricación de los distintos formatos necesarios para los diferentes módulos. De este modo, podían adoptarse rápidamente los cambios exigidos por la política de diferenciación.

Del caso de Swatch se pueden extraer varias lecciones. La primera de ellas es que este caso ilustra el modo en que se puede hacer frente al desafío lanzado por los japoneses y los países asiáticos en vías de desarrollo, por parte de países en los que los costes de producción, y en especial los de la mano de obra, son considerablemente altos.

La segunda lección se refiere a la importancia de las estrategias de marketing y distribución. En la era de la globalización, es decisivo dominar esta dimensión. La habilidad que Swatch tuvo para romper con los circuitos tradicionales a fin de promocionar su producto de una forma global, sin perder por ello la imagen asociada a la etiqueta "Swiss Made", merece ser tomada en consideración por otras empresas europeas.

Por último, este caso nos recuerda la importancia de la unión entre los planos técnico, social, y de organización, para la innovación y la competitividad. El reloj Swatch sólo llegó a ser posible mediante la unión de los beneficios derivados de la innovación del producto y del marketing. La gestión de estos distintos planos implicó profundos cambios en la división del trabajo entre los actores de la industria. El empleo de nuevos tipos de relaciones de cooperación entre empresas del sector fue también esencial para el éxito del proyecto.

6.7) Importancia de los Recursos Humanos:

A finales de los años 80 el MIT financió un estudio sobre el rendimiento industrial en Estados Unidos, que se denominó "Made in America"^{*}. Nueve equipos estudiaron a nueve sectores de la fabricación a nivel de empresa y a nivel de sector, por medio de entrevistas a todos los empleados, desde la planta de montaje hasta la alta dirección. El objetivo era identificar los puntos fuertes y débiles que había en cada sector. Cada equipo funcionaba sin conocer el trabajo de los demás. Los resultados obtenidos de forma independiente se comparaban entre sí, para intentar identificar pautas comunes que ayudaran a localizar las fortalezas y las debilidades del rendimiento industrial en Estados Unidos.

Entre 1991 y 1995, Francia[†], Suecia y Japón realizaron estudios similares. Frederick Taylor buscaba la mejor manera de realizar el trabajo, con sus medidas y sus cronómetros. Pero puede no haber una única mejor manera. En un mundo flexible hay muchas maneras y muchas valoraciones de coste beneficio entre ellas. Lo mejor depende de la jerarquía de valores de cada uno. Lo mismo ocurre con las diversas respuestas a la nueva tecnología. La fabricación ágil, las empresas virtuales y otras técnicas proporcionan una gama de elecciones, que pueden ser acertadas para algunos, pero no para otros.

Al final de todos los estudios se realizó una conferencia internacional en el MIT, en donde estas conclusiones se combinaron con las de los Estados Unidos, bajo la dirección de los profesores Richard Lester y Suzanne Berger, del Centro para el rendimiento industrial del MIT. El encuentro dio lugar a una conclusión final sobre cuáles eran los puntos fuertes más comunes entre las mejores empresas de la fabricación en el mundo. Son los siguientes:

- 1) Unos recursos humanos cuidadosamente gestionados y compuestos por personas bien educadas y continuamente formadas, a los que se les da cada vez mayor responsabilidad, y a los que se les aprecia y recompensa de forma adecuada.
- 2) Una gran cooperación dentro de las empresas, con los proveedores, con los competidores y con el gobierno.
- 3) Una especial atención a la fabricación por medio del total dominio de las nuevas tecnologías de la fabricación, el énfasis en los procesos y la mejora continua.
- 4) Una buena adaptación al entorno internacional mediante el conocimiento y el interés de los hábitos y los intereses de los demás, la compra de las mejoras tecnológicas y a los mejores proveedores del mundo, y la comparación con las prácticas realizadas por los mejores competidores del mundo.

Además se llegó a otra conclusión general, que coincide con todo lo que hemos desarrollado antes:

"Se ha producido una ruptura desde el fordismo tradicional, en donde la producción en masa era lo normal y en donde los trabajadores individuales eran un coste

^{*} Dertouzos, M.L. R.J. Lester and R.M. Solow, *Made in America*, Cambridge, MA, MIT Press, 1989.

[†] Taddei, D. and B. Coriat (ed.) *Made in France, L'Industrie française dans le compétition mondiale*, Hachette: le Livre de Poche, 1993.

que había que minimizar. El nuevo enfoque a la fabricación pone el énfasis en las personas y en los equipos de trabajadores polivalentes y educados a los que hay que estar continuamente formando, que comparten responsabilidades, están bien comunicados entre sí y se autogobiernan. En comparación a las formas tradicionales de fabricación, estos trabajadores dan lugar a un número menor de productos continuamente renovados y adaptados a las necesidades de los clientes, que llegan a los mercados con mayor velocidad, menor coste y mejor calidad”

Esta nueva ética en la fabricación, con su énfasis en las personas, era tan común por todo el mundo, que los distintos equipos nacionales le dieron un nombre. Los suecos lo llamaban el desarrollo del “capital humano”. Los japoneses lo bautizaron “humanware”, los franceses “Toyotismo”, y los americanos “la nueva ciudadanía americana”.

En su libro “Die Fraktale Fabrik”, Hans-Jürgen Warnecke, director del Instituto Fraunhofer en Stuttgart, usa una imagen geométrica. No la perfecta geometría Euclídea de los dibujos CAD, sino la nueva geometría de los fractales, figuras infinitamente complejas generadas a partir de las matemáticas que se organizan a sí mismas en formas regulares aunque impredecibles. Sus formas distintivas se repiten en diferentes escalas, como si fuesen ecos geométricos que van desapareciendo hacia lo infinitamente pequeño. La imagen es la del impulso del trabajador gracias a la tecnología, de forma que la organización local de los equipos en la planta de fabricación se parece a la organización de toda la empresa. Esta repetida complejidad es el resultado de un solo objetivo corporativo.

Los fractales son generados por ordenador. Una fábrica fractal depende de los ordenadores, pero también de la gente, y de las nuevas posibilidades entre tareas que han sido tradicionalmente aburridas. Un hombre que trabajase con una herramienta solía mirar hacia dentro, concentrado en usarla bien. Ahora que la herramienta hace el trabajo prácticamente sola, puede mirar hacia fuera, al flujo de trabajo que va desde y hacia la herramienta, y puede pensar en formas de mejorar su mantenimiento o su uso.

El trabajo en la época de Taylor exigía que el hombre ignorase todo menos lo que estaba haciendo en ese momento; *el trabajo automatizado permite en cambio que la naturaleza del trabajo, su flujo, su calidad, su diseño, sea también parte de la reflexión y de la experiencia de los trabajadores.*

Esto es posible, aunque no tiene por qué suceder necesariamente. La tecnología no obliga *sino que permite*. El futuro en algunas fábricas puede llegar a ser el de un sofisticado Taylorismo, de forma que el trabajo esté controlado por redes que estén fuera del alcance de los trabajadores. John Alic, de la Oficina de Asesoramiento sobre Tecnología del Congreso de Estados Unidos, señala que las nuevas tecnologías pueden hacer que el trabajo sea más opaco, más difícil de entender para el trabajador. Sin embargo, hay estudios que muestran que en los centros de trabajo en los que se da control sobre las nuevas tecnologías a la planta de fabricación, la tecnología es mejor utilizada que en el resto de los sitios. La gente no sólo plantea problemas sino que también ofrece soluciones. A menudo terminan organizándose mejor de lo que los jefes esperaban. La toma de decisiones descentralizada parece una consecuencia natural de una información descentralizada.

Según Michael Dertouzos*, las tecnologías de la información pueden ayudar a los trabajadores a tener una educación continua y actualizada. También pueden fomentar la cooperación en el seno de los equipos. Y por supuesto puede ayudar a los trabajadores a mejorar la fabricación por medio de sesiones comunes de diseño en las que el personal de fabricación, el de marketing y el de diseño se junten para realizar simulaciones y pruebas de productos y servicios mucho antes de que sean lanzados al mercado. Además, las tecnologías de la información dan acceso instantáneo a sus vecinos globales, de forma que en el futuro será difícil para cualquier empresa encontrar una excusa para no compararse con las mejores del mundo en su continua búsqueda de mejorar sus productos y sus servicios.

Todas estas posibilidades pueden dar lugar a una mejora en el rendimiento industrial. Sin embargo, no deberíamos exagerar las capacidades de estas tecnologías, que a menudo no suponen un alivio o una solución a muchos problemas en el rendimiento industrial, ni una garantía de que se van a lograr las mejores prácticas. Lo que es más importante, estas tecnologías inciden tan sólo indirectamente en lo que es el factor más importante para el rendimiento industrial: el profundo énfasis en las personas, y en equipos comunicados entre sí, que comparten responsabilidades y que se autogobiernan.

De esta forma, las organizaciones que más cuidan, respetan y aprecian a sus trabajadores son las que mayores ventajas tendrán sobre sus competidores. Estas actitudes serán cada vez más importantes a medida que las nuevas tecnologías se despliegan, pues los empleados poseerán, gracias a su mayor conocimiento, una cuota más importante de los medios de producción.

La teoría de Frederick Taylor era una sociología mecánica, una teoría de la fábrica como una máquina en la que el flujo de información y el trabajo estaban incorporados en productos materiales. *De esta forma se desperdiciaba la inteligencia del trabajador. Ahora debe volver a ser aprovechada. La información se está desprendiendo de todo soporte material. Para unir las brechas que surgen entre ideas y hechos por ahora son necesarias las personas. Una visión post Taylorista necesita entender claramente los aspectos no mecánicos del proceso, derivado de la gente que interviene en él: la capacidad para adaptarse y responder, la de formar coaliciones o la de mantener un equilibrio interno complejo.*

Las máquinas no pueden actuar como seres vivos. Sin embargo, las fábricas y los sistemas de fabricación sí que pueden. La imagen de la máquina ha sido proyectada en las fábricas desde principios del siglo XIX. Ahora la ciencia dominante es la biología. Es precisamente en la capacidad que tienen los seres vivos para evolucionar o reproducirse, para actuar o para procesar información, en donde se encontrarán los nuevos paradigmas de la fabricación.

* Dertouzos, Michael, *What will be. How the New World of Information will Change our Lives*, Ed. Harper Edge, 1997.

7) Conclusiones:

Este capítulo se ha centrado en las estructuras organizativas que complementan a las nuevas tecnologías, determinan su eficacia, y en último término su contribución al crecimiento económico y al empleo.

Las estrategias organizativas que acompañan la introducción y el uso de las tecnologías de la información han sido impulsadas por la necesidad de una mayor flexibilidad en los sectores en donde la competencia internacional es más pronunciada. En respuesta a estas condiciones más competitivas hay dos estrategias para conseguir flexibilidad: una implica la flexibilidad "funcional" (habilidades, formación y responsabilidad), la otra la podríamos denominar flexibilidad "numérica" (dedicación total o parcial, tiempo de trabajo, contratación y despido). La flexibilidad interna y la funcional se solapan en gran medida, de la misma forma que lo hacen la externa y la numérica. Además las empresas y los países a menudo adoptan una mezcla de las dos estrategias. En este capítulo al principio nos centramos en su adopción a nivel de empresa y en algunas características de la organización del trabajo orientada a las funciones, para luego compararlas con desarrollos de conjunto.

La nueva organización del trabajo se basa en cualificaciones más altas y más diversificadas y en responsabilidades horizontales más ampliamente distribuidas dentro y entre las empresas. Probablemente ha sido adoptada por la cuarta parte de las empresas, especialmente las grandes, y sobre todo en el sector de la fabricación. Dentro de la fabricación son los sectores de montaje, sobre todo el de fabricación de automóviles, los más representativos de estos cambios.

Como hemos visto, se pone el acento en la calidad y en la flexibilidad, en la reducción del uso de capital y en el desplazamiento desde la integración vertical a los acuerdos horizontales, incluyendo la compra de servicios de desarrollo a proveedores de componentes estrechamente asociados. En los servicios, la nueva organización es menos frecuente. Sin embargo, los servicios financieros y los empresariales, al enfrentarse a una mayor competencia ya han empezado a adoptarla. A pesar del gran interés que despierta la nueva organización, hay poco margen para adoptarla en algunos sectores especializados. Además, en el pasado los sectores protegidos al comercio, los de servicios al consumidor y algunos públicos han tenido pocos incentivos para hacerlo.

Las consecuencias más importantes de estos cambios son las siguientes. La nueva organización se basa en niveles altos de cualificación y una mayor responsabilidad y comunicación horizontal. El análisis a nivel de empresa muestra claramente que las ganancias de productividad están positivamente relacionadas con la formación y la educación y que hay fuertes vínculos entre la organización, las cualificaciones y la formación, por un lado, y la productividad y la competitividad por el otro.

Las líneas de causalidad no son simples y descansan en un uso combinado de un racimo de estructuras organizativas y de prácticas de trabajo. Prácticas de trabajo tales como la implicación de los empleados, el pago por competencias y otras formas de aumentar el esfuerzo del trabajador, normalmente se combinan con la formación y la polyvalencia de cualificaciones, teniendo el mayor impacto cuando se usan en un sistema de trabajo. Es precisamente el conjunto de estrategias asociadas con la

reorganización del trabajo y con la competitividad de la empresa, incluyendo una fuerza de trabajo altamente cualificada en continua formación, lo que mejora el rendimiento.

De esta forma, es probable que los cambios organizativos se sostengan por tener claros beneficios a nivel de empresa. Por otro lado, los impactos del cambio organizativo y del cambio tecnológico asociado va a depender de la forma en la que la mejora en el rendimiento de la empresa se traduce, mediante los efectos sobre los precios y los ingresos, en el nivel general del empleo. Los impactos también van a estar determinados por el grado de adopción. Aunque hay razones competitivas importantes y un gran margen para la adopción de las nuevas estructuras organizativas y practicas de trabajo, todavía quedan muchos obstáculos a nivel de empresa, muchos de los cuales son internos y están relacionados con los directivos.

Capítulo 8

La incidencia del cambio tecnológico y organizativo sobre la gestión de recursos humanos.

1) Introducción:

Como hemos visto en el capítulo anterior, la nueva organización se basa en niveles altos de cualificación y una mayor responsabilidad y comunicación horizontal.

Ya hemos comentado que la necesidad de innovación organizativa es especialmente importante en Europa, en donde la brecha existente entre el esfuerzo investigador y los resultados innovadores sugiere que nuestro continente presenta una clara debilidad a la hora de pasar desde el descubrimiento científico a la innovación, y desde la innovación al mercado.

Para superar esta debilidad parece necesario abandonar la vieja visión secuencial o lineal de la relación entre investigación e innovación. Es necesario en cambio adoptar un modelo *iterativo*, estableciendo intercambios de información entre los actores y conectando a la investigación con los mercados.

Además hay que tomar conciencia de que no hay una “mejor manera” de organización y diseño de puestos de trabajo, sino que hay que concentrarse en lo que podríamos denominar una “*práctica mejorada*”. En esta búsqueda puede ser útil tener en cuenta otros casos de éxito en innovación organizativa.

Por otro lado, aunque no haya una fórmula mágica, sí se puede hablar de principios generales que podrían inspirar a todas las empresas en su búsqueda del planteamiento organizativo que mejor se adapte a sus intereses.

El primer principio es *la interrelación y la complementariedad* de la innovación organizativa con la introducción de nuevas tecnologías. Por supuesto que las innovaciones organizativas no implican necesariamente el uso de tecnologías avanzadas de la información, o en general, innovaciones técnicas. Pero si se introducen estas tecnologías, hay que ser consciente de que van exigir un cambio en la organización del trabajo. Y la forma en la que se reorganice la empresa va a decidir la rentabilidad económica que se derive de su introducción.

De esta forma, las empresas que han introducido nuevas tecnologías sin haber reflexionado previamente sobre su incidencia en la organización del trabajo han gastado el dinero en vano. En definitiva, hay que tener en cuenta que optar por un tipo de tecnología es ya en sí mismo una decisión organizativa, y que una vez tomada una opción tecnológica es necesario complementar su aplicación con nuevos criterios organizativos.

El segundo principio es el *de la visión integradora* del cambio organizativo. Hay que entender que el cambio en una esfera de la actividad industrial afecta a las demás esferas, y que a su vez, el cambio dentro de la empresa afecta a las relaciones de esta empresa con su entorno. De esta forma, parece esencial que los cambios organizativos no se introduzcan de forma aislada y desconexa, sino que respondan a

una estrategia global que tenga en cuenta las tres esferas de la actividad empresarial (producción I+D y gestión de los recursos humanos), y que tengan en cuenta además las relaciones de la empresa con su entorno, todo ello desde una filosofía que intente promover la cooperación. Esto es además consistente con la visión *iterativa* de la innovación, en la que ésta se genera por medio del intercambio de información entre todos los actores.

El tercer principio es *la importancia de los recursos humanos*. La calidad de la dirección sigue siendo tan importante como en el pasado. Pero la novedad es que las nuevas formas organizativas, para que funcionen, requieren a trabajadores polivalentes y educados, comprometidos con la organización, deseosos de seguir aprendiendo y de adoptar responsabilidades.

Este énfasis en las personas, tan importante para la competitividad empresarial, va a ser acentuado en los próximos años por las nuevas tecnologías. Por un lado, la tecnología sustituye al hombre en la realización de tareas mecánicas y repetitivas, permitiéndole de esa forma concentrarse en la naturaleza del trabajo, su flujo, su calidad y su diseño. Por otro lado, las tecnologías de la información pueden potenciar la formación continua y actualizada del trabajador y facilitar la cooperación en el seno de los equipos. De esta forma va a aumentar el valor para las empresas de los trabajadores polivalentes, las personas con mayor formación, capacidad de cooperación y de plasmación de las ideas en la realidad. Al mismo tiempo, este tipo de trabajadores, gracias a su mayor conocimiento, tendrá una mayor capacidad de negociación y de poder en el seno de la organización.

Todo esto nos lleva a la importancia de la gestión de los recursos humanos para el rendimiento de las organizaciones del futuro. Desde esta convicción, este capítulo examina los cambios en la estructura de ocupaciones y en la naturaleza del trabajo, y también analiza sus implicaciones para las demandas de formación. Luego examina cuatro áreas de gestión de recursos humanos en las que las empresas están realizando ajustes: exigencias de cualificaciones, compensaciones, tiempo de trabajo y seguridad en el empleo. Al repasar la evidencia, evalúa las relaciones entre los desarrollos en estas áreas y los cambios estructurales y estratégicos observados en las empresas.

2) Estructura ocupacional y puestos de trabajo:

Los cambios estratégicos, tecnológicos y organizativos realizados por las empresas están asociados a desplazamientos desde ocupaciones de cuello azul no cualificadas a las de cuello blanco cualificadas, y con una reducción potencial del número de categorías de ocupación.

Dentro de las ocupaciones, la especialización se reduce, y las tareas asociadas tienen una definición más abierta y dinámica. Estos cambios parecen estar fuertemente influidos por la introducción de la tecnología, la liberalización de los mercados y los cambios en las preferencias de los clientes.

En la fabricación, el número de categorías de ocupación se está reduciendo en muchos sectores tales como el de automoción. Al mismo tiempo, el trabajo se está organizando cada vez más alrededor de equipos de trabajo que en conjunto son

capaces de desempeñar muchas tareas. A veces los cambios en la tecnología y en la producción juegan un papel primordial. En la producción "just in time", por ejemplo, las responsabilidades de gestión de inventarios se han desplazado hacia actividades de producción, mientras que los equipos tradicionales de trabajo e incluso las líneas tradicionales de montaje son cada vez más responsables de un amplio número de tareas, incluyendo el seguimiento de los stocks.

La gestión de inventarios "just in time" ha afectado a la complejidad de ocupaciones en toda la cadena de suministro, a medida que todos los trabajadores, desde los conductores de camiones hasta los de almacén, se basan en las tecnologías de la información a la hora de dirigir y planificar el trabajo. Cadenas de suministro más cortas y el énfasis en la reducción del tiempo necesario para la producción han aumentado la responsabilidad del personal de producción sobre la supervisión de la calidad de los inputs que entran y del output que sale.

Este tipo de cambios se ha dado en escenarios diversos. Por ejemplo, los operadores de una línea de embotellamiento pueden tomar muestras que luego pueden analizar en laboratorios situados en la misma planta de fabricación. En una planta de fabricación de semiconductores, los técnicos pueden realizar sofisticadas pruebas como parte rutinaria del proceso de producción. Estas prácticas de control de calidad sustituyen a los escasos procedimientos que antes realizaban los especialistas, como parte de la última inspección, al final de la producción, lo que por lo general daba lugar a un alto número de defectos.

En sectores de servicios tales como la banca, el cambio en las ocupaciones se refleja en una difuminación de la división clásica que agrupaba a los puestos de trabajo en responsabilidades de atención al cliente, en "ventanilla", y los de retaguardia, relacionados con el procesamiento de transacciones, pues las tecnologías de la información permiten realizar las transacciones del cliente en tiempo real.

El resultado ha sido una diversificación de tareas y una fusión de especialidades, de forma que el servicio al cliente forma parte de una número creciente de puestos de trabajo. También se puede observar un desplazamiento desde los puestos puramente administrativos y mecánicos de cuello azul a otros más cualificados, técnicos y de gestión. La tendencia hacia una agrupación más amplia de categorías es más fuerte en países como Francia, en donde la liberalización de los mercados ha permitido una mayor integración de los distintos servicios financieros. Por otro lado, esta integración de los servicios al cliente también tiende a hacer que los puestos de trabajo *sean más complejos*.*

El desplazamiento de los centros sanitarios hacia un cuidado centrado en el paciente está provocando una fusión o consolidación de las especialidades de las enfermeras. Al mismo tiempo se produce una creciente especialización de puestos de trabajo relacionados con los equipos de diagnóstico y con los métodos avanzados de prueba. Sin embargo, este cambio se ha visto acompañado por la aparición de funciones de gestión diseñadas para mejorar el uso general de los equipos médicos.

* Casadio, C. *Evidence from Firm-Level Case Studies: Motor Vehicles, Health Care, Financial Services*, ponencia preparada para el Secretariado de la OCDE, París, 1995.

Todos estos desarrollos han hecho que las tareas de producción de los trabajadores sean más variadas y con frecuencia más complejas. Esta complejidad encuentra sus raíces en la fusión horizontal de distintos puestos de trabajo tales como el de montaje y el de control de la calidad. Pero también se deriva de la integración vertical de tareas de gestión tales como el control de los inventarios o la fijación de las primas de los seguros.

En todos estos casos, los desplazamientos han dependido de la capacidad de adaptación de los empleados, así como de la sofisticación de las tecnologías de la información. Al mismo tiempo, los puestos de trabajo de gestión y de supervisión han cambiado. No se definen tanto en términos de transmisión de información o de experiencia como en términos de fijación de objetivos y de supervisión de que se dan las condiciones necesarias para que la información fluya libremente.

Esta tendencia hacia la ampliación del número y de la complejidad de las responsabilidades dentro de cada ocupación no significa necesariamente un menor número de categorías de ocupación. Una encuesta realizada en lugares de trabajo con una alta presencia sindical de Ontario encontró poco cambio en el número de categorías de puestos de trabajo entre principios de los 80 y principios de los 90.

Aunque el número de centros de trabajo en donde las categorías de puestos de trabajo se redujeron creció desde un 33 a un 47%, el número de centros en los que aumentó también creció, aunque a un ritmo más lento, desde un 40 a un 43%. Esto puede ser debido, en parte, a la presión de los sindicatos que habrían insistido en mantener las categorías o clasificaciones tradicionales vigentes. También puede reflejar el lento ritmo con el que se cierra el desfase entre lo que es la práctica usual y lo que debería ser la práctica ideal.

Sin embargo, la menor diferenciación de ocupaciones y su mayor polivalencia, como resultado de los procesos de reestructuración, pueden ser manifestaciones transitorias de *una evolución general de la especialización desde funciones a tipos de clientes*. Esta evolución ya se puede ver en los servicios bancarios y financieros y, hasta cierto punto, en la sanidad.

3) Cambios en las exigencias de cualificación:

Estos cambios en el entorno y en el contenido de los puestos de trabajo han dado lugar a dos tipos de cambios en las exigencias de cualificación.

El primero es una elevación de la exigencia de cualificaciones mínimas para los nuevos contratados. El segundo es un desplazamiento hacia la exigencia de cualificaciones que no necesariamente se corresponden con títulos formales o diplomas.

Las dos tendencias, y especialmente la segunda, ha dado como resultado un cambio *en las prácticas de selección y en la formación continua del trabajador*.

Un análisis de los cambios en las cualificaciones exigidas por las compañías de seguros y los bancos en Francia, Alemania, Japón, Suecia, y Estados Unidos, identifica cambios derivados de la naturaleza de un trabajo que cada vez está menos estructurado

y es más imprevisible. Cada vez se pide menos que los trabajadores desempeñen tareas sencillas, bajo supervisión, en un entorno estable. A sensu contrario, lo que se pide cada vez más es que desempeñen tareas no rutinarias, a menudo en grupos de trabajo, con una mínima supervisión y en un entorno cambiante.

A nivel de gestión, el desplazamiento va desde la experiencia general a las habilidades específicas y a la capacidad de funcionar en ausencia de estructuras jerárquicas de autoridad. En los niveles intermedios, las exigencias de cualificación se han desplazado desde la capacidad para obedecer procedimientos a la capacidad de relacionarse con clientes y de resolver problemas. Las exigencias de habilidades de procesamiento o de entrada de datos prácticamente han desaparecido*.

En España también se han observado este tipo de cambios. Los autores entienden que en el futuro va a haber tres tipos de trabajadores: gestores que serán más autónomos y tendrán una mayor responsabilidad; empleados con gran variedad de habilidades capaces de desempeñar una amplia variedad de tareas comerciales y administrativas; empleados especializados en unidades centrales que proporcionan servicios a clientes y a empleados. Otras tareas rutinarias serían subcontratadas**.

Un análisis intersectorial de los cambios que se han producido en Estados Unidos identificaba la creciente importancia de las habilidades básicas, (tanto verbales como cuantitativas), las habilidades de comunicación y de trabajo en equipo, (hablar, escuchar y organizar), resolución de problemas, creatividad, motivación y afán de superación. En una encuesta más reciente, y como se puede ver en la siguiente tabla,*** los empresarios americanos indicaban que a la hora de tomar decisiones de selección de personal, ellos valoraban a las habilidades de comunicación y a las actitudes por encima de otros factores que reflejen conocimiento específico o competencias para un puesto de trabajo.

Jerarquía de factores en selección de personal

Escala de 1 a 5. 1= no importante; 5 =muy importante.

| Características del solicitante al puesto de trabajo | Puntuación |
|---|-------------------|
| Actitudes | 4,6 |
| Habilidades de Comunicación | 4,2 |
| Experiencia previa | 4,0 |
| Recomendaciones de otros empleados | 3,4 |
| Recomendaciones de otros empresarios | 3,4 |
| Conocimiento del sector | 3,2 |
| Años de escuela | 2,9 |
| Resultados en los tests de selección | 2,5 |
| Rendimiento académico | 2,5 |
| Prestigio del Centro Académico del solicitante | 2,5 |
| Recomendaciones del profesor | 2,1 |

* OECD: *Human Resources and Corporate Strategy: Technological Change in Banks and Insurance Companies*. OECD, Paris, 1988.

** Sánchez Muñoz, M.P., F. Sáez Fernandez y J. Rodríguez Pomedá, *Relaciones entre la Tecnología y el Empleo: Análisis del Caso Español*, informe de país presentado en el tercer encuentro de expertos nacionales sobre *Cambio Organizativo y Tecnológico y Demanda de Trabajo: La empresa flexible: implicaciones para los recursos humanos*. Madrid, 12-13 Febrero. 1996.

*** Tabla: Jerarquía de factores en selección de personal. Fuente: Lynch, L.M. and R. Zemsky, *EQW National Employers Survey: First Results*, EQW, mimeo, February, 1995.

En una consulta entre empresarios europeos, la mayoría puso énfasis en la importancia de individuos completos con una formación generalista, más que especializada, que sepan aprender como aprender y que estén motivados para seguir haciéndolo. Estos análisis coinciden con otros que colocan cada vez mayor énfasis en una amplia variedad de "cualificaciones", capacidades, conocimientos, atributos y cualidades de la personalidad que parecen cada vez más necesarias para puestos de trabajo que cada vez dependen más de equipos de trabajo y de capacidades de comunicación interpersonal.*

Algunos países han realizado encuestas intersectoriales de empresarios para examinar la relación entre el cambio tecnológico y organizativo y los distintos aspectos de la gestión de recursos humanos. Una de las encuestas, realizada en Suecia*, encontró que las empresas que habían sufrido algún proceso de reorganización tenían un sexto (1/6) más de probabilidad de haber aumentado las competencias exigidas a la plantilla.

Los cambios organizativos más importantes fueron la reducción en el número de capas de gestión, (las empresas reorganizadas tenían un 20% más de probabilidad de haber reducido el número de capas de gestión), y aumentos en los flujos de información, (75% de las empresas reorganizadas frente al 63% de las otras), y en el número de tareas y de responsabilidades de los trabajadores, (90 y 74% respectivamente).

En Dinamarca, una encuesta de empresas de la fabricación encontró que el uso de las tecnologías de la información en diseño y producción estaba relacionado con un fuerte declive de los trabajadores poco cualificados, combinado con una fuerte elevación de la demanda de cualificaciones medio-altas**.

Un análisis de los cambios organizativos y tecnológicos de las empresas de la fabricación en Francia, (Greenan, 1995), encontró que los cambios organizativos y tecnológicos tenían un mayor impacto en las habilidades exigidas a los trabajadores de menor nivel en comparación a las del personal técnico y de supervisión. Los cambios organizativos parecían haber tenido un mayor impacto que los tecnológicos. Como en la encuesta sueca, se encontró que las empresas que se movían a organizaciones más flexibles tenían plantillas de directivos más pequeñas, los empleados más cualificados tenían una cuota más alta de puestos de trabajo y los menos cualificados una menor. Sin embargo, entre las empresas que adoptaban formas de organización más flexibles, la cuota de gestores en el total del empleo tendía a subir.

En general los cambios tecnológicos y organizativos están limitados hasta cierto punto por el conjunto de habilidades de los recursos humanos de que dispone una empresa. En particular, las empresas que introducen ordenadores en la planta de fabricación o en servicio al cliente tienen una fuerza de trabajo más cualificada que las empresas que solo usan robots, máquinas de herramientas CNC u otras formas de tecnología.

* Carnevale, A. *America and the New Economy*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, CA, 1991.

* NUTEK, *Swedish Country Report*, Sockholm, 1996.

** Nyholm, J. *Information Technology, Productivity and Employment in the Danish Manufacturing Sector*, Washington, DC, 1-2 May, 1995.

Aunque el cambio tecnológico afecta al crecimiento de la fuerza de trabajo total de una empresa, los cambios organizativos alteran el tipo de exigencias de habilidades. De esta forma, una empresa que invierta en AMT, (Advanced Manufacturing Technology), pero que no se reorganice, experimentará un aumento en su fuerza de trabajo, pero ningún cambio en la estructura de habilidades. Si también se reorganiza el equilibrio de habilidades cambiará.

En la hipótesis más optimista, el cambio organizativo no tiene un impacto en los puestos de trabajo de menor cualificación. En la más pesimista juega un papel en la reducción de la cuota de este tipo de trabajadores en comparación con la de otras empresas. Por otro lado, la plantilla de gestores normalmente aumenta cuando hay un cambio organizativo, incluso si el cambio se ha diseñado para reducir el área de responsabilidades de la dirección. *Esto parece indicar que el cambio organizativo sirve para sustituir al trabajo poco cualificado por el más cualificado.*

4) Estrategias de las empresas para obtener las habilidades que desean:

Los cambios en las exigencias de cualificación están impulsados por fuerzas que en parte están fuera de la empresa, como es el caso de los vinculados al cambio tecnológico, y por otras fuerzas que están dentro de ella, como son las decisiones sobre salarios, productividad o sobre la forma en la que se debe organizar el trabajo.

En este contexto, las empresas se enfrentan a la elección de *formar o comprar*: estos es, formar a los trabajadores que ya tienen para que consigan las nuevas exigencias de cualificación, o contratar a trabajadores nuevos, ya cualificados.

A la hora de valorar la respuesta de las empresas, en las siguientes líneas se va a intentar examinar dos cuestiones. La primera es si hay alguna evidencia de que el empleo temporal, la subcontratación y otras prácticas que las empresas usan para obtener las habilidades y competencias que necesitan externamente están asociadas a otras estrategias para aumentar la capacidad de adaptación. La segunda es si algunos tipos de formación están asociados con otras estrategias para mejorar la capacidad de adaptación.

4.1) Estrategias externas:

Las empresas pueden responder a las nuevas exigencias de cualificación adaptando sus criterios de selección de personal. Estos nuevos criterios pueden encontrarse en el nivel inferior de la fuerza de trabajo de una empresa, en donde las exigencias de cualificación exigidas a los trabajadores de producción están subiendo*.

Aunque el aumento de la cuota de las personas con un nivel superior de cualificación puede, hasta cierto punto, afectar a las perspectivas de empleo de los menos cualificados, no hay una evidencia convincente sobre este efecto de "filtro" en un nivel macro.

Lo que parece más evidente a nivel de empresa es que, en tanto en cuanto se da este cambio tecnológico y organizativo, cada vez hay menos puestos de trabajo

* Katz, L. y K. Murphy *Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors*, Quarterly Journal of Economics. Vol. 107, pp. 35-78, 1992.

rutinarios a desempeñar por trabajadores poco cualificados en una estructura impuesta desde el exterior con procedimientos específicos y una supervisión constante. Además, parece que esto no sólo está ocurriendo en pequeñas empresas sino también en las grandes.

Esto tendería a sugerir que el “*nivel mínimo de cualificaciones*” por debajo del cual los empresarios no estarían dispuestos a contratar, *puede estar subiendo*. Aunque la situación varía dependiendo del empresario, el análisis agregado sugiere que la finalización de una formación profesional o de una educación secundaria, (bachillerato), es cada vez más el mínimo exigido por los empresarios. Entre otros factores, esta exigencia puede asegurar las mínimas competencias básicas para cubrir los puestos de trabajo de menor nivel, proporcionando a la vez la base para una formación del empleado más específica.

Esto coincide con la evidencia de estudios de caso realizado entre empresarios franceses en actividades tan diversas como el montaje de automóviles, el embotellamiento de refrescos, los servicios financieros, o la fabricación de semiconductores*. Todos ellos informaron sobre cambios relativamente pequeños en las exigencias de *educación formal* para los trabajadores de línea, (aunque los nuevos contratados están por lo general más cualificados debido al aumento general de los niveles de educación). Sin embargo, al mismo tiempo informaron *de fuertes aumentos en la complejidad de las prácticas de selección de personal* para identificar los candidatos con los rasgos que se consideran esenciales para las nuevas formas más flexibles de organización del trabajo.

4.2) Estrategias internas:

La educación y la formación profesional patrocinada por las empresas son las principales estrategias internas que las empresas usan para conseguir las nuevas exigencias de cualificación. La información disponible muestra una tendencia que va constantemente al alza. Las pautas del pasado en cuanto a participación y en cuanto a grado de formación se mantienen en cuanto a sectores: más en el sector financiero, seguros, y fabricación; menos en la construcción, agricultura y pesca. También se mantienen en cuanto a los que participan en los programas de formación, (los más cualificados), y en cuanto al tamaño de las empresas, (más las empresas medianas y grandes y menos las pequeñas).

Según Casadio (1995), los estudios de caso del sector de la automoción indican que los esfuerzos de formación han aumentado de forma substancial, aunque no con la misma intensidad para todas las categorías de trabajadores. Los nuevos empleados, que normalmente están más educados, son más flexibles y tienen mayor capacidad de comunicación, reciben sobre todo formación en el puesto de trabajo. Los jefes de equipo asumen normalmente la responsabilidad de formar a los trabajadores de cuello azul. Los empleados más antiguos asignados a nuevos puestos reciben más formación formal, que

** Andreassen, L.E. B. Coriat, F. Den Hertog y R. Kaplinsky, *Europe's Next Step: Organisational Innovation, Competition and Employment*, Frank Cass and Company, Ltd. Ilford, Essex, 1995.

* OECD 1994b, *The OECD Jobs Study: Evidence and Explanations; Part I: Labour Markets Trends and Underlying Forces of Change*, OECD, Paris, 1994.

* OECD 1995a, *Case Studies of Enterprise Visits*, ponencia preparada por el Secretariado de la OCDE junto con BIAC, OCDE, Paris, 1995.

puede ser impartida interna o externamente. Por último, los empleados que ocupan puestos menos importantes reciben poca formación.

Hay evidencia de que los cambios a nivel de planta han polarizado a la fuerza de trabajo: los trabajadores más cualificados reciben formación continua así como una mayor responsabilidad mientras que los de producción sufren una pérdida progresiva de cualificaciones. Existe cierta preocupación en relación a las posibilidades de promoción o de hacer carrera profesional a la luz del achatamiento de las estructuras organizativas. En este sentido la falta de oportunidades para avanzar profesionalmente crea una mayor rotación de personal, (se van a otras empresas), y una cierta pérdida de motivación, lo que hasta cierto punto contrarresta los esfuerzos de formación.

En la sanidad, la necesidad de cualificaciones más flexibles y avanzadas ha sobrepasado la capacidad de formación de las instituciones. En una encuesta, casi la mitad de los que contestaron citaban a la falta de adecuación de la formación por encima de los problemas técnicos como el principal obstáculo a la hora de crear los nuevos sistemas de atención de pacientes, (Casadio, 1995).

En los servicios financieros, la pauta es hasta cierto punto distinta. Una encuesta de empresas europeas muestra que los bancos están dedicando más recursos a la formación. Sin embargo, la formación se dirige principalmente a los niveles más altos, (directivos). Los bancos tienden a buscar cursos más cortos, especializados, impartidos por instituciones externas. Hay señales de que se empiezan a difundir enfoques más generales, basados, por ejemplo, en acuerdos entre los bancos y las universidades, o en talleres de desarrollo de los empleados. Estos programas de desarrollo de los recursos humanos son cada vez más complementados por enfoques estratégicos de gestión de los recursos humanos basados en una evaluación sistemática de las necesidades de cualificación y de las competencias individuales de cada empleado.

En muchos aspectos, la formación sigue estando *desvinculada* del desarrollo estratégico de las empresas, y a menudo se inicia por razones que tienen poco que ver con la mejora del rendimiento en el puesto de trabajo. En este sentido, una encuesta canadiense*, realizada en 1987, sobre la formación aportada por empresarios, encontró que el 31 por ciento ofrecía "formación formal diseñada para desarrollar las capacidades profesionales de los trabajadores". Una segunda encuesta, realizada en 1991 encontró que el 70% proporcionaba algún tipo de formación. Sin embargo, un análisis más detallado de estos resultados mostraba que una proporción relativamente pequeña estaba en realidad dirigida a mejorar las cualificaciones relacionadas con el puesto de trabajo. Casi la mitad se relacionaban con la seguridad, la salud o con orientaciones generales. Otra encuesta entre empresarios canadienses encontró que tan solo el 20% tenían un plan formal de formación.

Una encuesta realizada entre empleadores de Estados Unidos encontró que tan sólo un poco más de un tercio de las empresas proporcionaban formación relacionada con el puesto de trabajo y menos de la mitad formación en capacidades para desempeñar mejor el puesto de trabajo**. De forma similar, una comparación de practicas de

* Betcherman G, D. McMullen, N. Lechie y C. Caron, *The Canadian Workplace in Transition*, Queen's University Industrial Relations Centre, Kingston, Ontario, 1994.

** Franzis, H.J, D.E. Herz y M.W. Horrigan, *Employer Provided Training: Results from a New Survey*, Monthly Labor Review. US Department of Labor, pp. 3-17, May 1995.

formación en Australia, Suecia y el Reino Unido *** llegaba a la conclusión de que la mayor parte de las decisiones de formación continuaban basándose en factores que no estaban directamente relacionados con la mejora del rendimiento de la empresa. Las decisiones de formación raramente se vinculaban a las decisiones de inversión y el desarrollo de los recursos humanos no se relacionaba de forma explícita con la ejecución de los planes de negocio. No es sorprendente que estos débiles vínculos entre la formación y el desarrollo de recursos humanos y de otros aspectos del desarrollo empresarial terminen reduciendo el impacto eventual de la formación en el rendimiento total de la empresa.

Los casos en los que la formación es tratada como un recurso estratégico de las empresas son aquellos en los que *los directivos la inician como parte de un cambio general de la tecnología, la organización y la estrategia empresarial*. Algunas investigaciones realizadas en Suecia, (NUTEK, 1996), indican que las empresas que están adoptando formas más flexibles de organización del trabajo tienen un 60% más de probabilidad de desarrollar planes de competencias individualizados para los empleados. Aunque la probabilidad de que ofrezcan educación formal es sólo un 10% superior, es tres veces más probable que introduzcan el desarrollo de competencias como parte del trabajo diario.

En Francia también hay evidencia de diferencias en el comportamiento formativo de las empresas de fabricación que adoptan a la vez cambios en la organización y las que no. (Greenan, 1995, p. 11).

En los Estados Unidos la evidencia es menos marcada, aunque bastante consistente con la de los otros países. Las diferencias son más claras en las empresas pequeñas de menos de 50 empleados. Las que introducen equipos de trabajo, gestión total de la calidad, revisión del rendimiento por colegas, primas por conocimiento, o implicación de los empleados en las decisiones sobre compra de tecnología, tienen una probabilidad un 25% superior de aportar formación para el puesto de trabajo que los que no introducen este tipo de prácticas. Se pueden encontrar relaciones similares en las empresas medias y grandes, aunque las diferencias entre los que innovan y los que no son más pequeñas. (Franzisz, *et. al.*, 1995, p.16).

Además de estas nuevas pautas de formación asociadas a la reorganización de las empresas, también se pueden observar cambios en los medios de impartir la formación, y de forma más amplia, en la forma en la que se da el aprendizaje. Hay cambios especialmente importantes en relación con los métodos formales e informales y con el uso de estrategias de desarrollo específicas para cada empleado.

4.3) Pautas comunes a las estrategias internas y externas al ajuste:

Algunos aspectos de la reorganización de las empresas dependen fuertemente del sector implicado, (grado de competencia nacional e internacional, naturaleza de la tecnología). Sin embargo, *los acuerdos institucionales específicos a cada país* también parecen influir en el grado en el que las empresas recurren a estrategias internas o externas a la hora de adaptarse las nuevas exigencias de cualificación.

*** OECD (1993a), *Employment Outlook*, OECD, Paris, 1993.

Las políticas del mercado de trabajo juegan un papel. La protección formal al empleo, (muchos países europeos), o la tradición fuertemente arraigada de empleo para toda la vida, (Japón), están claramente asociados con pautas de flexibilidad funcional. Tanto los empleados como el empleador tienen incentivos para comprometerse en más formación debido a que es más probable que ambos disfruten de los frutos de esa formación.

Para países con una mayor flexibilidad de contratación y despido en cambio, el retorno de la formación a largo plazo o del desarrollo de carreras profesionales es menos claro. (OCDE, 1994b, pp. 63-112).

Estos sesgos en las prácticas del mercado de trabajo son reforzados por las diferencias existentes en *los acuerdos institucionales para la formación y la educación inicial*. Los países con una mayor flexibilidad de contratación y despido por lo general tienen una formación profesional menos desarrollada. Aunque este tipo de países tiene un número cada vez mayor de trabajadores altamente cualificados, (educación secundaria o más alta), también tienen un gran número de trabajadores con muy bajo nivel educativo y sin formación profesional. Esto permite a los empresarios encontrar con facilidad tanto trabajadores cualificados especializados, como trabajadores poco cualificados.

En cambio, los países con menor flexibilidad para ajustar la cantidad de fuerza de trabajo, (la mayoría en Europa Occidental), tienen sistemas bien desarrollados de formación profesional. Aunque no hay muchos trabajadores con un nivel muy alto de cualificación, hay pocos que no tengan ninguna. La mayoría tienen lo que probablemente sea una mejor base para continuar aprendiendo, ya sea educación formal o informal. Esto da como resultado un mercado de trabajo relativamente pequeño de trabajadores poco cualificados.

Las diferencias en las cualificaciones iniciales de los trabajadores pueden ser importantes a la hora de decidir si las empresas adoptan un enfoque interno o externo a la hora de adaptarse a las nuevas exigencias de cualificación. Un factor que puede simplificar esta elección es el grado con el que las empresas pueden conseguir la deseada flexibilidad funcional interna con los empleados que ya tiene, recurriendo tan sólo a la formación impartida por una institución externa.

5) Política Salarial:

En cuanto a *sueldos y remuneraciones*, los cambios en la organización y en la estructura de la empresa están asociados con cambios en la política salarial.

La distintas dimensiones a considerar en la remuneración de un trabajador se pueden agrupar según el siguiente esquema general:

Parte fija: Incluye las dimensiones más estables de la remuneración (Remuneración según el nivel jerárquico, antigüedad, títulos académicos, etc).

Parte variable "cash": Incluye las dimensiones variables de la remuneración percibida "cash" (remuneración sobre beneficios, sobre otros objetivos, etc.).

Parte variable pagada con diversos instrumentos financieros: Incluye dimensiones fijas y variables de la remuneración no percibidas "cash", sino percibidas en forma de instrumentos financieros (opciones de compra de acciones, planes de pensiones, otros tipos de seguros, etc.).

Parte en especie: Incluye dimensiones fijas y variables de la remuneración como automóvil, vivienda, etc.

En estos momentos podemos encontrar cuatro tipos de remuneración vinculadas a los cambios organizativos y estratégicos que se están dando en las empresas, todas ellas variables:

- i) el sueldo relacionado con el rendimiento individual o de equipo;
- ii) el reparto de beneficios, ganancias o los planes de participación de los empleados en la propiedad;
- iii) las primas por cualificaciones o competencias; y
- iv) los pagos por sugerencias. Este tipo de remuneraciones se pueden dar individualmente o formando un paquete de medidas de compensación. Varían en términos de las formas que adoptan y de su importancia en relación al total del sueldo.

Un repaso* de los desarrollos que se han dado en los distintos sectores económicos encontró que en la automoción, en alimentación y en el procesamiento de bebidas, en donde la mano de obra sólo representa del 10 al 20% del total de los costes, las nuevas formas de remuneración están vinculadas a otros cambios dirigidos a conseguir *un uso más flexible de los equipos*.

En general, la aparición de nuevos tipos de ocupación, equipos de trabajo, y en general todos los cambios que se están dando en la organización del trabajo, están erosionando las formas tradicionales de remuneración y favoreciendo *otras nuevas asociadas al conocimiento, las competencias y el rendimiento*. Como resultado de esta evolución, las diferencias de sueldo entre categorías de trabajadores disminuyen, mientras que las que se dan *entre puestos de trabajo individualizados aumentan*.

Estas pautas se pueden observar a pesar de las fuertes diferencias existentes en las estructuras de ocupación. Un fabricante francés de coches está introduciendo equipos de trabajo en algunas de sus etapas de montaje. Cada equipo es responsable de tres o cuatro grupos principales de tareas. En el interior del grupo hay una rotación de funciones y de tareas, con cualificaciones que son normalmente complementarias. Sin embargo, en el conjunto de la fábrica, el número de categorías de puestos dentro de los trabajadores de la producción ha subido de 15 hace diez años a 40. En cambio, una planta embotelladora que abrió sus puertas a finales de los 80 ha adoptado una única categoría de puestos de trabajo para la mayoría de sus trabajadores de producción.

Sin embargo, y a pesar de las diferencias en la evolución de las estructuras de ocupación, las pautas de salarios divergen en las dos plantas, principalmente como resultado de la diferenciación que se realiza según el grado de competencia individual. En la planta de montaje de coches se evalúa la competencia individual basándose en el examen del conocimiento teórico del individuo por parte de una comisión independiente

* OCDE (1995^a), *Case Studies of Enterprise Visits*. OECD, París, 1995.

y en la evaluación del supervisor de su conocimiento aplicado. Los sueldos se fijan de acuerdo con las unidades de competencia que se hayan conseguido, el tiempo de duración en la empresa y su situación en la estructura de ocupación. En la planta embotelladora el sueldo se fija también sobre la base de la competencia individual, ajustada a la posición del individuo en comparación a sus colegas, y sobre el rendimiento.

En los dos casos, *las diferencias de sueldos se basan en las diferencias de adquisición de las habilidades* que se estima que sean importantes para el rendimiento de la empresa. El proceso suele ser supervisado con gran atención y por lo general no se basa en el rendimiento individual, pues este es muy difícil de aislar en una estructura de equipo (OCDE 1995 a).

La evidencia procedente de Canadá sugiere que se está dando un aumento constante del uso de prácticas *de remuneración variable*. En una encuesta, el número de empresas que afirmaron tener por lo menos un tipo de remuneración variable aumentó en un 30% desde 1986 a 1991. Las prácticas de remuneración variable son más frecuentes en empresas en las que se han producido fuertes cambios tecnológicos, en las grandes y en las que tienen menos presencia sindical. (Betcherman *et al.* 1994).

Los datos de Suecia no indican si las prácticas de fijación de sueldos han cambiado en las organizaciones que se han sometido al cambio organizativo y tecnológico. Sin embargo, sí indican que la diferencia de sueldos ha aumentado en el 43% de las empresas que se han reorganizado, en comparación con el 25% de las que no.

A finales de los 80 Australia introdujo cambios en el sistema centralizado de fijación de sueldos para vincular a los sueldos de forma más directa con las cualificaciones conseguidas mediante la formación, como medio de estimular a los individuos a mejorar sus habilidades y competencias⁺.

Aunque el Comité Nacional de Formación ("National Training Board") estableció un sistema para evaluar y reconocer las habilidades y las competencias, la ausencia de prácticas claras de evaluación, combinado con el desplazamiento desde la negociación centralizada a la realizada a nivel de empresa, limitó el alcance del impacto de la formación en la determinación de los sueldos.

En los Estados Unidos, en donde no hay un sistema centralizado de fijación de sueldos, un análisis realizado en el empresas de la fabricación encontró que las innovaciones en la remuneración, sobre todo el reparto de beneficios, la prima por habilidades y los bonos, eran más frecuentes en las empresas que habían adoptados prácticas flexibles de trabajo. (Osterman, 1994).

En España se observa un importante incremento de la retribución variable en las empresas españolas (49%), favorecido, con toda probabilidad, por la reactivación económica y los objetivos empresariales expansivos. En cambio se da un estancamiento del uso de los beneficios no monetarios debido a la creciente presión fiscal sobre los "*fringe benefits*" (los complementos salariales no monetarios).

⁺ OECD 1993 c). *Industry Training in Australia, Sweden and the United States*. OCDE. Paris, 1993.

Normalmente, el criterio para determinar la cuantía de la parte variable del salario se basa en el rendimiento individual, en contraste por ejemplo con los países escandinavos que tienden a utilizar el rendimiento del grupo o del departamento como indicador de los resultados del equipo de trabajo.

Los datos de España proceden de un artículo¹¹ basado en la nueva edición del Proyecto Cranfield-ESADE, un estudio internacional en gestión estratégica de recursos humanos que ha tomado la forma de una investigación comparativa internacional de políticas y prácticas organizativas en la gestión de los recursos humanos. Esta investigación analiza sistemáticamente las tendencias en la dirección de recursos humanos en las grandes empresas (más de 200 empleados).

El trabajo de campo se ha llevado a cabo a través de cuestionarios transmitidos anualmente por correo a las empresas. Los países participantes han recogido desde el año 1990 más de 25.000 cuestionarios de empresas del sector público y privado. ESADE lidera el proyecto en España. Además es miembro fundador del proyecto junto con otras cuatro universidades representantes de Alemania Occidental, Francia, Reino Unido y Suecia. Geográficamente, el Proyecto Cranfield se ha extendido en los últimos diez años desde los cinco países mencionados hasta la mayoría de los países europeos.

Se pueden observar distintos tipos de reparto de beneficios en los países más avanzados. Estos planes suelen ser aplicables sólo a una empresa y pretenden incentivar a los trabajadores a mejorar su rendimiento, a la vez que permiten a una empresa vincular una parte de su coste salarial al rendimiento empresarial, con lo que reducen el riesgo y estabilizan el empleo. El siguiente cuadro resume la evidencia de una reciente encuesta* de este tipo de prácticas.

| Reparto de beneficios en algunos países de la OCDE. | | | |
|--|---|----------------|---------------------|
| <i>País y tipo de práctica</i> | Grado de cobertura | Cambios | |
| <i>Francia</i> | | | |
| <i>Reparto liquidado de beneficios</i> | 19% de asalariados en 1992; 0,7% de empresas | Fuerte aumento | desde las 1990. |
| <i>Reparto diferido de beneficios</i> | 30% de asalariados y casi todas las grandes empresas. | Fuerte aumento | desde 1990 |
| <i>Alemania</i> | | | |
| <i>Reparto liquidado de beneficios</i> | 6% de asalariado y 1% de empresas | No hay datos | |
| <i>Reparto de beneficios en acciones</i> | 4% de empleados y 0,5% de empresas. | Ligero | declive desde 1983. |

¹¹ Mercé Mach, Mireia, Ceferí Soler, Aparicio, *Tendencias en las políticas y prácticas de la gestión de los recursos humanos*, ESADE asociación, número 82, Enero-Marzo 1999.

* Tabla: Reparto de beneficios en algunos países de la OCDE. Fuente: OCDE (1995b); *OECD Employment Outlook*, OCDE, Paris, 1995.

Reino Unido

| | | |
|--|---|----------------------|
| <i>Reparto líquido de beneficios</i> | 5% de empleados y 0,2% de empresas a fines de 1991 1993. | Fuerte aumento desde |
| <i>Reparto de beneficios en acciones</i> | 3% de empleados en 1992. | Aumento constante |

Estados Unidos

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| <i>Reparto líquido de beneficios</i> | 3% de empresas con más de 100 empleados | No hay cambios registrados |
| <i>Reparto diferido de beneficios</i> | 15% de empresas con más de 100 empleados | Fuerte aumento hasta 1989. Se ha suavizado en años 90. |

Como se puede apreciar, aunque la incidencia del reparto de beneficios es baja, ha estado aumentando. Entre los países que aparecen en el cuadro, Francia, el Reino Unido y Estados Unidos han experimentado aumentos en la incidencia del reparto de beneficios en la última década. El reparto de beneficios tiende a tener un impacto positivo sobre el rendimiento de la empresa, frecuentemente por medio del aumento de la motivación del trabajador.

En cuanto a las “empresas de aprendizaje”, aunque hay un acuerdo general entre ejecutivos sobre su concepto como lugares en los que se puede aprender en cualquier punto de la estructura empresarial, las estrategias para conseguir llegar a ella varían ampliamente.

Una planta de montaje de coches en Francia, deseosa de que los empleados expresaran sus ideas, pagaba pequeñas primas en el caso en el que recibiese sugerencias interesantes. Se parte del punto de vista de que la realización de sugerencias es una forma constructiva de fomentar la participación y la iniciativa de los empleados. Aunque no hay cifras precisas disponibles, algunos directivos señalaron que el número de sugerencias está subiendo, y que la suma de dinero pagada en concepto de primas por sugerencias llegaba a ser el 0,1% de la cantidad dedicada a los salarios.

Otra planta de montaje de coches, también en Francia, adopta una estrategia distinta. Un equipo de ingenieros evalúa las sugerencias de los empleados, decide su viabilidad técnica y estima los costes y beneficios de su aplicación. Cuando se adoptan sugerencias, los empleados tienen derecho a recibir una parte de los beneficios, con un máximo de 100.000 francos.

Un fabricante francés de semiconductores, fuertemente comprometido con la formación continua también tiene un programa de sugerencias. Se estimula la participación de los equipos, de forma que si se adopta alguna sugerencia, se recompensa al equipo mediante primas (OCDE 1995 a).

6) Tiempo de trabajo:

Como ya hemos visto, a medida que las empresas se someten a cambios tecnológicos y estructurales, también alteran la forma en que seleccionan, forman y pagan a los empleados. Otra forma de aumentar la capacidad de adaptación de las

empresas es mediante la variación del factor trabajo mediante *variaciones del tiempo de trabajo*.

Las variaciones en el tiempo de trabajo han adoptado tradicionalmente la forma de cambios en la semana negociada o legislada, y, hasta cierto punto, mediante variaciones en el tiempo planeado de trabajo mediante el uso de empleados a tiempo parcial.

Ultimamente ha habido un mayor uso de empleo a tiempo parcial, y unas variaciones más duraderas de los horarios de trabajo. Estas variaciones son el resultado de acuerdos colectivos entre empresarios y sindicatos, regulaciones del mercado de trabajo, desplazamientos en la oferta de mano de obra, y cambios en la demanda de trabajo. En este apartado nos vamos a centrar en *los cambios en la demanda de trabajo* como consecuencias de los cambios en la estructura y en el comportamiento de las empresas.

El interés de las empresas en variar el tiempo de trabajo ha reflejado las variaciones cíclicas y estacionales que se dan en la actividad empresarial. Ultimamente también ha reflejado la necesidad de usar a la fuerza de trabajo de forma más flexible, con el fin de adaptarla mejor a las pautas de las necesidades del consumidor, el uso de la maquinaria, y la necesidad de tener en cuenta las necesidades de formación y de desarrollo humano de los trabajadores.

En la fabricación, la duración del tiempo de trabajo ha sido impulsada por la creciente intensidad de capital y por el deseo de aumentar las tasas de utilización para así reducir los costes unitarios del capital. Al mismo tiempo, AMT ("Advanced Manufacturing Technology"), ha permitido un uso más flexible de los equipos. Este impulso general hacia el aumento de las tasas de utilización, sin embargo, ha venido en un momento en el que la semana laboral media se ha reducido.

El resultado ha sido que las empresas han intentado encontrar nuevas formas de "ajustar" los horarios de funcionamiento con los de sus empleados. Estas formas incluyen la mezcla de turnos a tiempo total con los de tiempo parcial, la variación de la duración de los cierres anuales, y la distribución del tiempo de trabajo en períodos más largos de una semana.

Sin embargo, la adopción de horarios más flexibles, combinado con semanas de trabajo más cortas y vacaciones más largas, supone que los planes de plantilla son mucho más complejos que bajo regímenes de producción estandarizada. Esto puede crear problemas de producción y de control de calidad en sistemas operativos que dependen cada vez más de la comunicación entre los distintos componentes.

El uso más amplio de equipos de trabajo y de unidades de montaje en grupo ha demostrado ser un importante complemento a los acuerdos más flexibles de trabajo, pues ha hecho más fácil asegurar que haya cierta coincidencia de personal en los distintos turnos, y que se compensen las ausencias, mejorando a la vez la interacción social y la calidad del trabajo.

Fuera de la fabricación, el impulso que mueve a los horarios flexibles de trabajo es distinto. Como son menos intensivos en capital, *las empresas de servicios* no tienen

las mismas presiones para aumentar la capacidad y las tasas de utilización. Como los costes laborales representan el 60% o más de los costes totales, el interés de los empleadores en el tiempo flexible de trabajo se ha vinculado de forma más estrecha con la naturaleza de la producción de los servicios, y con las preferencias de los consumidores. Además, los trabajadores contratados bajo acuerdos más flexibles de trabajo, normalmente trabajo a tiempo parcial, suelen estar peor pagados que los empleados a tiempo completo.

En los servicios, los horarios flexibles de trabajo pueden también adoptar la forma *de cambios en la duración de la semana de trabajo*. En este sentido, se podría esperar que en algunos servicios personales y en el comercio los horarios flexibles de trabajo significasen una semana más larga de trabajo, debido a las preferencias de los consumidores, a la menor regulación del mercado de trabajo, y a un poder de negociación sindical más débil. En Canadá, por ejemplo, la duración de la semana de trabajo negociada en venta de alimentos subió desde las 38 horas en 1989 hasta las 40 en 1992. La otra tendencia es un aumento en el empleo a tiempo parcial.

A nivel de empresa, hay poca evidencia sobre las practicas de trabajo flexibles en cuanto al tiempo. La práctica más frecuente es el empleo a tiempo parcial. Aunque para muchos empleados el trabajo a tiempo parcial está asociado con una situación más precaria, (menos seguridad, menores sueldos y beneficios), la situación desde el punto de vista de la empresa no está tan clara. Todavía hay menos datos a nivel de empresa sobre el vínculo entre los horarios flexibles y las formas más comunes de reorganización del trabajo. Un análisis en Canadá encontró que el 60% de los empleadores no tenía ningún tipo de horario flexible. Cuando los tenían, estaban fuertemente asociados con cambios en los sistemas de remuneración, pero poco vinculados a las formas más participativas de toma de decisiones. (Betcherman *et. al*, 1994, pp. 44-52).

7) Evidencia del cambio organizativo en el mercado de trabajo:

Hay dos rasgos distintivos del cambio organizativo que se relacionan con el mercado de trabajo.

El primero es un desplazamiento hacia niveles más altos de cualificación y por tanto hacia mayores exigencias educativas.

El segundo es una mayor demanda de flexibilidad de la fuerza de trabajo.

En la empresa flexible, la flexibilidad del empleo se consigue mediante dos estrategias. Puede ser conseguida *internamente* mediante la polivalencia de cualificaciones, mayor uso de las comunicaciones horizontales, uso de empleados más receptivos y mejor entrenados, etc.

También puede ser conseguida *externamente*, haciendo que los contratos sean más flexibles, por ejemplo empleando a más trabajadores bajo contratos poco "estándar". Los estudios del mercado de trabajo han tenido tendencia a centrarse en la flexibilidad "externa", en parte debido al debate sobre las desventajas para la sociedad del aumento de lo que se percibe como puestos de trabajo "precarios".

A continuación se analiza tanto el movimiento hacia la subida del nivel medio de cualificaciones, como el de mayor flexibilidad en el empleo, en el contexto de información agregada sobre el mercado de trabajo. Para ello vamos a examinar dos indicadores normalmente usados para medir la flexibilidad externa, el empleo temporal y el empleo a tiempo parcial.

7.1) Elevación del nivel medio de cualificaciones:

En el contexto de los cambios organizativos que hemos descrito antes, la elevación de la cualificación se ve como parte de una tendencia que persigue conseguir una mano de obra más eficaz y flexible, lo que se manifiesta en la evidencia comentada antes sobre la mayor diversidad y complejidad de las tareas. En términos de la información agregada del mercado de trabajo, la evidencia de este proceso se debería manifestar en un desplazamiento desde las ocupaciones poco cualificadas a las más cualificadas, y en el aumento del nivel educativo de los empleados.

En un capítulo anterior hemos presentado la evidencia sobre este aspecto. Confirma que la elevación de cualificaciones se está dando en el sector de la fabricación. Cuando el empleo ha subido, especialmente en los sectores de alta tecnología, el crecimiento del empleo ha sido mayor en los puestos más cualificados de cuello blanco. En los sectores de alto crecimiento de *los servicios*, los puestos de trabajo de cuello blanco cualificados dominan el crecimiento del empleo en finanzas, seguros, y servicios a la empresa, mientras que cualificados y los poco cualificados tienen una contribución parecida en el crecimiento del empleo de los servicios personales, sociales y a la comunidad.

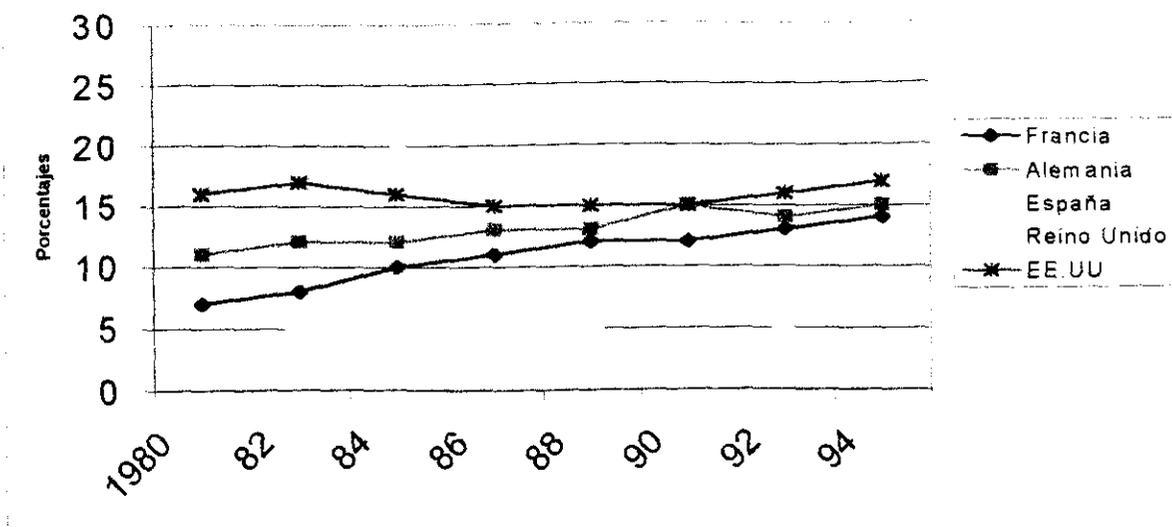
También veíamos evidencia del proceso general de elevación de cualificaciones en el nivel educativo de los trabajadores y en el aumento de la ratio de puestos de trabajo de cuello blanco frente a los de cuello azul. Cuando analizábamos los datos con más detalle, veíamos que los puestos cualificados de cuello blanco habían sido la principal fuente de crecimiento del empleo. Además, veíamos que los desplazamientos del empleo entre sectores no eran lo suficientemente grandes como para explicar el proceso de elevación de cualificaciones, lo que nos inducía a pensar que el proceso se estaba dando *dentro* de las empresas.

7.2) Mayor flexibilidad en el empleo:

En cuanto a las formas poco estándar de contrato, el empleo parcial y temporal son considerados con frecuencia como un indicador de la flexibilidad externa del mercado de trabajo. En comparación al empleo a tiempo completo, permiten una mayor facilidad de cambio en el número de horas trabajadas, y en el momento de iniciar y de finalizar el contrato.

Es cierto que la afirmación de que una mayor incidencia de este tipo de contratos supone una mayor flexibilidad es una cuestión controvertida. Polikva y Nardone* afirman que el empleo a tiempo parcial se caracteriza a menudo por una larga duración y unos horarios regulares, por lo que no encajaría en la noción de flexibilidad. Además,

* Polikva, A.E. y T. NARDONE, *On the Definition of Contingent Work*, Monthly Labor Review, December, pp. 9-16, 1989.



las empresas podrían conseguir mayor flexibilidad alterando su comportamiento en relación a sus empleados a tiempo completo.

Como motivaciones para usar este tipo de contratos los empresarios citan menores costes no salariales en comparación a los de tiempo completo, ya que los contratados temporalmente o a tiempo parcial pueden no tener derecho a ciertos beneficios. En segundo lugar, la mayor flexibilidad reduce los costes al proporcionar un ajuste más preciso entre las necesidades y los trabajadores empleados. Por último, este tipo de contratos puede ser usado como mecanismo para probar a los empleados.

Por otro lado, en ocasiones este tipo de contratos puede ser querido voluntariamente por el trabajador, en el caso en el que las condiciones del contrato se adapten a sus preferencias. Este puede ser el caso de algunas mujeres, que firman contratos a tiempo parcial para poder dedicarse al cuidado de los niños, (ocurre con frecuencia en Alemania). Desgraciadamente, en muchos casos se aceptan por ausencia de alternativas.

Una gran variedad de acuerdos institucionales afectan a la incidencia del empleo temporal y a tiempo parcial. En algunos países hay importantes diferencias en los costes no salariales, para contribuciones a pensiones o para formación por ejemplo, en el momento en el que los ingresos o el número de horas trabajadas cae por debajo de cierto nivel. Esto puede incentivar el empleo parcial motivado por la reducción de costes. En el caso del empleo temporal, los incentivos del empresario pueden estar relacionados con una mayor facilidad de despido. Por último, los sindicatos juegan un papel a la hora de fijar y de asegurar el cumplimiento de las normas sobre este tipo de contratos.

En cuanto a la incidencia el empleo a tiempo parcial, la segunda mitad de los 80 se caracterizó por un crecimiento pequeño, incluso un declive, del empleo a tiempo parcial en muchos países desarrollados. Sin embargo, en los 90 se ha invertido esta tendencia. El gráfico* muestra que para los países más desarrollados, el empleo a tiempo parcial empezó a crecer de forma relativamente rápida entre 1988 y 1991. También muestra la escasa incidencia del trabajo a tiempo parcial en España. En efecto, nuestro país es, junto a Turquía, el país donde más empresas, (34%), declaran no utilizar en absoluto este tipo de contratación. Además, la proporción de plantilla vinculada a la empresa por medio de contrato a tiempo parcial es de menos del 5% en la mitad de las empresas, (Proyecto Cranfield-ESADE).

* Gráfico: Proporción del empleo a tiempo parcial sobre total de empleo. Fuente: OECD.

La implantación y las características de los empleos a tiempo parcial difieren entre los países miembros de la UE. En este sentido, los países mediterráneos, Grecia, Portugal, Italia y España junto con Luxemburgo e Irlanda son en los que está menos extendido, representando porcentajes inferiores al 9% del empleo.

Mientras que en los países del norte y centro de Europa, junto con el Reino Unido, *el trabajo a tiempo parcial* adquiere un peso mayor, llegando a representar el 38,1 % del empleo total en Holanda y alrededor del 25% en el Reino Unido y en Suecia, frente al 5,3% que representa en Grecia, en cifras de Eurostat referidas al año 1996. En un nivel de utilización medio del trabajo a tiempo parcial se sitúan Francia, Alemania y Austria.

Como hemos visto, la modalidad de trabajo a tiempo parcial responde en gran medida a las nuevas formas de organización del trabajo, más descentralizadas y flexibles, en las que se combina haciéndolo compatible, el tiempo productivo con el tiempo dedicado a la formación y a otras actividades de la vida personal del trabajador, de forma que la secuencia temporal "educación, trabajo, ocio y retiro", se flexibiliza adaptándose a las necesidades individuales del trabajador y de la empresa.

En este sentido, parece muy oportuno el Acuerdo sobre trabajo a tiempo parcial y fomento de la estabilidad firmado el 13 de noviembre de 1998 por el Gobierno y las Organizaciones Sindicales más representativas en el ámbito estatal. En el apartado sobre el marco jurídico comentaremos tanto el acuerdo como el Real Decreto-ley 15/1998 que lo acoge. Aquí tan sólo comentar que parece una medida conveniente destinada a hacer esta modalidad contractual más atractiva en nuestro país.

Puede ser importante considerar hasta qué punto hay coincidencia entre las preferencias de los empleados y las de los empresarios en cuanto al trabajo a tiempo parcial.

En un estudio sobre el trabajo a tiempo parcial, Delsen* sugiere que aunque la mayor parte del trabajo a tiempo parcial es voluntario, la proporción de puestos de trabajo a tiempo parcial ha estado subiendo debido a factores relacionados con la demanda de trabajo y con los movimientos cíclicos de la economía. Esto sugiere que las tendencias más recientes pueden en realidad estar vinculadas a la adopción de prácticas flexibles en las empresas, más que a deseos de los contratados.

Otro argumento que apoya la idea de que los empresarios están desempeñando un papel cada vez mayor en este tipo de contratos es que el empleo a tiempo parcial ha aumentado entre trabajadores que en el pasado no se habían asociado con este tipo de trabajo. Por último, algunas encuestas a empresarios parecen indicar que en los últimos años hay un número creciente de personas dispuestas a firmar este tipo de contratos.

En concreto, una encuesta* realizada por la Fundación Europea para la mejora de las condiciones de vida y de trabajo, afirma que tanto empresarios como empleados

* Delsen, L. *Atypical Employment: An International Perspective*, Wolters-Noordhoff, Amsterdam, 1995.

* Bielenski, H. *New Forms of Work and Activity: Survey of Experience at Establishment Level in Eight European Countries*, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, 1994.

citan ventajas y desventajas del trabajo a tiempo parcial. Sin embargo, en conjunto, el trabajo a tiempo parcial parece ser más interesante para los empresarios. Muchos de los directivos encuestados afirmaron que el trabajo a tiempo parcial se introducía por razones económicas y organizativas.

En resumen, hay indicios de que las últimas tendencias en trabajo a tiempo parcial están parcialmente impulsadas por las preferencias de los empresarios. Otros factores que juegan un papel son los acuerdos institucionales y los deseos de los empleados.

Esta evolución es consistente con la evolución hacia una mayor flexibilidad que hemos descrito antes. Sin embargo, debemos tener en cuenta que el vínculo entre el trabajo a tiempo parcial y la flexibilidad no está claro, y que puede que en el futuro sea el trabajo a tiempo completo el que se vuelva más flexible.

Las tendencias de cambio organizativo y tecnológico también se pueden relacionar con la incidencia del empleo en los distintos grupos demográficos. Con una mayor demanda de cualificaciones y de flexibilidad en un entorno más competitivo, la demanda de trabajo puede concentrarse en aquellos trabajadores que están más adaptados a la cambiante naturaleza de las organizaciones. Como resultado, algunos grupos del mercado de trabajo, tales como los trabajadores más jóvenes y los más viejos, pueden quedar marginados del mercado de trabajo.

En conjunto, estas tendencias *muestran un movimiento hacia un núcleo duro más reducido de empleados a tiempo completo, y una difusión más amplia del empleo a tiempo parcial*, impulsado por un conjunto de factores entre los que se cuentan los acuerdos institucionales y los de oferta y demanda de trabajo.

Entre los factores de demanda se puede comentar la difusión de las jubilaciones anticipadas y el adelanto de la edad de la jubilación en algunos países. Aunque el valor de este tipo de medidas es discutible, especialmente desde el punto de vista de la producción y del empleo a largo plazo, sí que indican que se están dando cambios estructurales en la demanda de trabajo.

Además, el hecho de que los planes privados de pensiones están ofreciendo incentivos para la jubilación anticipada parece indicar que las empresas desean restringir el empleo a los trabajadores que están en su mejor edad.

En el caso de los trabajadores más jóvenes, el hecho de que las tasas de desempleo se mantienen altas en muchos países de Europa indica que *la demanda de trabajo es menor que la oferta*. Desde este punto de vista, el aumento de la participación de los jóvenes en los sistemas educativos puede ser en parte involuntario.

Para comprobar estas suposiciones podemos mirar a la parte de la población que se considera que está empleada a tiempo total. El siguiente cuadro muestra que la proporción de gente joven, (15-24), empleada a tiempo completo ha bajado fuertemente en los últimos años.

| <i>Proporción de la población empleada a tiempo completo por grupo demográfico</i> | | % | % |
|--|-------------|-------------|-------------|
| <i>País</i> | <i>Edad</i> | <i>1990</i> | <i>1993</i> |
| <i>Francia</i> | 15-24 | 25 | 20 |
| | 25-54 | 69 | 67 |
| | 55-64 | 30 | 28 |
| <i>Alemania</i> | 15-24 | 53 | 49 |
| | 25-54 | 61 | 62 |
| | 55-64 | 31 | 27 |
| <i>España</i> | 15-24 | 33 | 23 |
| | 25-54 | 58 | 55 |
| | 55-64 | 34 | 31 |
| <i>Reino Unido</i> | 15-24 | 59 | 46 |
| | 25-54 | 62 | 60 |
| | 55-64 | 36 | 32 |
| <i>Estados Unidos</i> | 15-24 | 38 | 35 |
| | 25-54 | 71 | 70 |
| | 55-64 | 45 | 44 |

En cuanto a las tendencias generales de empleo temporal, y como se puede ver en la tabla*, la evidencia de la mayoría de los países desarrollados indica que tan sólo Francia y España han mostrado una tendencia al alza en el período 1983-1991. En general es el sector servicios el que muestra un mayor incremento del empleo temporal.

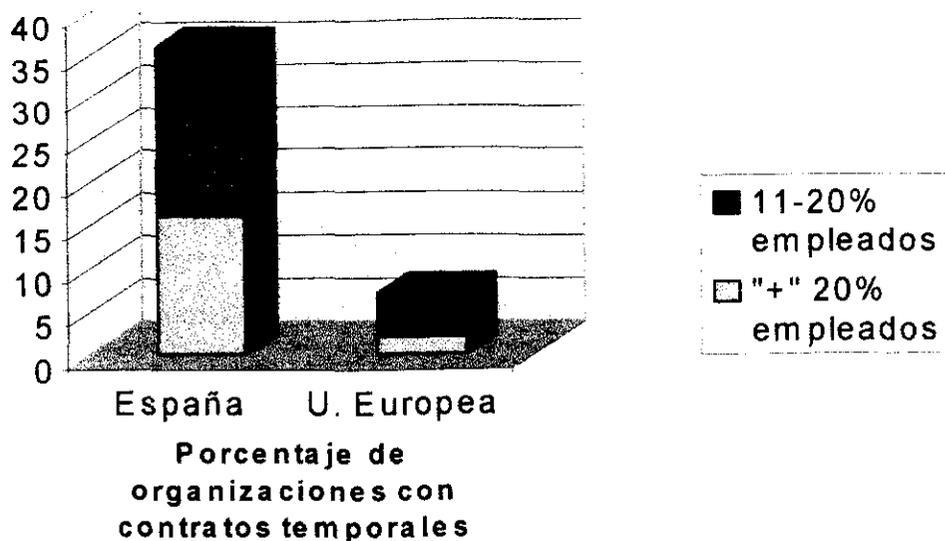
| <i>Empleo temporal como porcentaje del total del empleo</i> | | | |
|---|-------------------|----|--|
| <i>Francia</i> | Cuota en 1991 | 10 | |
| | Cambio en 1987-91 | 3 | |
| <i>Alemania</i> | Cuota en 1991 | 10 | |
| | Cambio en 1987-91 | -2 | |
| <i>Italia</i> | Cuota en 1991 | 5 | |
| | Cambio en 1987-91 | 0 | |
| <i>España</i> | Cuota en 1991 | 32 | |
| | Cambio en 1987-91 | 17 | |
| <i>Reino Unido</i> | Cuota en 1991 | 5 | |
| | Cambio en 1987-91 | -1 | |
| <i>Holanda</i> | Cuota en 1991 | 8 | |
| | Cambio en 1987-91 | -2 | |
| <i>Portugal</i> | Cuota en 1991 | 17 | |
| | Cambio en 1987-91 | -1 | |

Según el proyecto Cranfield-ESADE⁺, esta tendencia a la utilización masiva del contrato de trabajo temporal en España se ha acentuado desde 1991. El 43% las empresas participantes afirma haber potenciado incluso más su contratación temporal.

Es significativo señalar la proporción de empleados que se encuentran contratados temporalmente en España: un 20% de las empresas participantes afirma

* Fuente de las Tablas: OECD Employment Outlook, 1991.

⁺ ⁺⁺ Mercé Mach, Mireia, Ceferí Soler, Aparicio, *Tendencias en las políticas y prácticas de la gestión de los recursos humanos*, ESADE asociación, número 82, Enero-Marzo 1999.



tener más del 11% de su plantilla con contrato temporal y un 16% de las empresas, a más del 20% de empleados, cuando la media europea está en un 5% y un 2% de empresas respectivamente.

Estos datos se interpretan parcialmente por la actual tendencia empresarial a planificar a corto plazo debido a la incertidumbre del mercado y, en consecuencia, la necesidad de implicarse en compromisos contractuales de menor duración.

Será interesante observar si esta tendencia se ha invertido después del Real Decreto-ley 15/1998, de 27 de noviembre, de medidas urgentes para la mejora del mercado de trabajo en relación con el trabajo a tiempo parcial y el fomento de su estabilidad, que comentaremos en el apartado dedicado al marco jurídico.

La utilización masiva de la contratación temporal en España en comparación a la media europea puede apreciarse de forma más intuitiva en el gráfico.

En cuanto a la duración de los contratos, es posible encontrar diferencias entre los países. Dentro del contexto de los países del G-7, la duración media es relativamente corta en Canadá, Estados Unidos y el Reino Unido, (de tres a cuatro años), y más larga en Francia, Alemania y Japón, (unos ocho años). Además, la presencia de un vínculo entre la formación de habilidades en las empresas y la duración de los contratos pone de relieve el hecho de que las empresas que adoptan métodos internos de ajuste también mantienen una duración más larga de los contratos (OCDE, 1993 a).

También es interesante observar la evolución de la duración de los contratos. En una comparación de los perfiles de duración de contrato y de edad de los trabajadores de nueve países de la OCDE, (1993 a pp. 125-128), se encontró que la duración de los contratos de empleados masculinos descendió en los años 80 en todos los grupos de edad de Francia, Holanda y España. También se pudieron observar descensos entre los trabajadores más maduros y los que estaban en su mejor edad de los Estados Unidos y del Reino Unido. Otros países, (Canadá, Finlandia, Alemania), no mostraban ninguna pauta clara de cambio, mientras que en Japón la duración media aumentaba para los trabajadores más mayores.

En el caso de las mujeres, hay evidencia de una menor duración en Holanda y en España. En Japón la duración ha estado aumentando. *Si contemplamos estas tendencias*

Porcentaje de Organizaciones con Contratos temporales en 1998. Fuente: Proyecto Cranfield-ESADE.

como indicadores de algún tipo de desplazamiento hacia la flexibilidad interna o externa, los datos indican que algunos países, (el caso de España) están mostrando señales de ir hacia una mayor flexibilidad externa. Japón es el único país que muestra señales de aumentar la duración de los contratos para todos los grupos de edad, una señal de que está adoptando métodos "internos" de ajuste.

Algunos estudios han usado medidas alternativas de estabilidad en el empleo y de duración de los contratos. Por ejemplo, Rose^{*} define la estabilidad en el empleo considerando la frecuencia con la que los individuos cambian de empresario. Usando información de Estados Unidos, muestra que la inestabilidad de empleo ha sido mayor en los 80 que en los 70, y llega a la conclusión de que esto indica cambios en las prácticas empresariales a lo largo de la pasada década. Esto se une con otros datos que muestran que la duración media de los contratos ha bajado en algunos grupos de trabajadores de este país, lo que parece sugerir que en conjunto hay una tendencia de las empresas americanas hacia una mayor flexibilidad externa.

En cuanto al aumento de la dispersión de ingresos en muchos países desarrollados, especialmente en los Estados Unidos y en el Reino Unido, en otro capítulo comentábamos uno de los principales factores que pensamos que causa este fenómeno: el aumento de la prima de los trabajadores más cualificados. Sin embargo, algunos estudios^{**} han encontrado que cuando se aplican a los datos controles para descontar los niveles de cualificación, las dispersión de ingresos siguen siendo muy importante. En otras palabras, las variaciones "dentro de cada grupo" han aumentado.

Se han propuesto dos teorías para explicar este fenómeno:

- i) el aumento de la importancia de las diferencias de las características de los individuos, que normalmente "no son observables" en las investigaciones normales.
- ii) un desplazamiento hacia una mayor individualización de los sueldos de los contratos.

Las dos teorías son congruentes con el deseo de aumentar la flexibilidad de la fuerza de trabajo. Las diferencias no observables pueden haber cobrado mayor importancia porque los empleadores están adoptando métodos más sofisticados de selección del personal a la hora de contratar a los trabajadores.

Por otro lado, la individualización de los sueldos en los contratos puede estar vinculada al deseo de los empresarios de conseguir un rendimiento más eficiente. En algunos países se ha citado al declive de la fijación centralizada de los sueldos como factor que ha contribuido al aumento de la dispersión de los sueldos.

En definitiva, la evidencia sugiere que, en conjunto, algunas características del cambio organizativo pueden ser asociadas con características del mercado de trabajo. En relación al tema específico de la mayor demanda de flexibilidad del mercado de trabajo, la evidencia se puede resumir de la siguiente forma:

^{*} Rose, S.J. *Broken Promises: The Decline of Employment Stability in the 80's*, National Commission for Employment Policy, Research Report No 95-02, Abril, 1995.

^{**} Gottschalk, P y R. Moffitt, *The Growth of Earnings Instability in the U.S. Labor Market*, Brookings Papers on Economic Activity, No. 2, pp. 217-272. 1994.

Los datos del mercado de trabajo que hemos citado en otro capítulo confirman que la mejora del nivel educativo y del de cualificaciones es un fenómeno generalizado en todos los sectores de la economía.

En el aumento del empleo a tiempo parcial, se puede afirmar que los empresarios han jugado un papel relevante, lo que está relacionado con el desplazamiento hacia la flexibilidad externa. La última recuperación económica ha visto una tasa de crecimiento relativamente fuerte del empleo a tiempo parcial. España destaca entre los países que menos usan este tipo de contrato. Los datos sobre el trabajo a tiempo parcial también sirven para ilustrar la marginalización de los grupos más jóvenes y más mayores de la fuerza de trabajo.

El uso del empleo temporal como medio para mejorar la flexibilidad externa parece evidente en el crecimiento del número de agencias de trabajo temporal y en los fuertes aumentos de trabajo temporal en Francia y en España.

El examen de la duración de los contratos pone de relieve diferencias entre países; la menor duración media en Canadá, Estados Unidos y el Reino Unido implica un mayor uso de la flexibilidad externa en comparación a otros países del G-7. La evolución hacia una menor duración de los contratos en España, Francia, el Reino Unido y los Estados Unidos muestran señales de un desplazamiento hacia una mayor flexibilidad externa. En el caso de Japón es al revés.

Los cambios en la flexibilidad del empleo también se ven reflejadas en la evolución de las diferencias entre salarios, especialmente en los Estados Unidos y en el Reino Unido, en donde la dispersión de ingresos entre grupos similares de trabajadores ha aumentado, lo que apoya la idea de que se está produciendo una mayor individualización de los contratos.

8) La Gestión de los flujos de conocimiento:

Como hemos analizado en el capítulo anterior, los recursos humanos se encuentran en el núcleo de la competitividad moderna, en la que la fuerza de trabajo, (a todos los niveles), se percibe ahora como un activo primario en la producción más que como un coste a ser minimizado. La tarea a la que se enfrenta el sector industrial es cómo maximizar la participación a fin de que las capacidades de estos recursos humanos se utilicen con la mayor efectividad. Ello implica nuevas aproximaciones no sólo en el desarrollo de este recurso clave, sino también en la integración de la dirección de recursos humanos con las esferas de producción e I+D. Además, requiere nuevos patrones de relación con las instituciones educativas y formativas externas a la empresa.

8.1) Conocimientos y Ventaja competitiva:

Las empresas son cada vez más intensivas en conocimientos. La capacidad de competir está cada vez más determinada por la efectividad con que las empresas innovan sus productos, servicios y procesos. El carácter de la cadena de valores está cambiando por ello: de una suma de trabajo y capital a un incremento de valor añadido y nuevos conocimientos. Especialmente en el caso de los modernos países industrializados, la ventaja competitiva y el empleo dependen del modo en que logren explotar la intensidad de conocimientos de sus empresas e instituciones. El camino de regreso a la competencia pura en calidad y precio parece haberse cerrado definitivamente por el turbulento crecimiento de la industria oriental.

Esta mayor intensidad en conocimientos supone para la empresa nuevos problemas y desafíos. Las empresas se enfrentan a la tarea de llevar al mercado con mayor rapidez productos y servicios hechos a medida y de mayor calidad. Sin embargo, el conocimiento obtenido disponible amenaza con quedar obsoleto cada vez con mayor rapidez. El "tiempo de reducción del valor a la mitad" del conocimiento disponible disminuye permanentemente. Si las políticas no cambian, la "obsolescencia" de los trabajadores intelectuales amenaza con convertirse en una especie de enfermedad de dimensiones epidémicas.

Se necesita el desarrollo continuo de nuevos conocimientos, ya que el estancamiento supone, de hecho, un deterioro. El problema es que el nuevo conocimiento *debe hacerse efectivo*: las buenas ideas tienen que convertirse en dinero⁺. Este es el obstáculo para las empresas europeas. La inversión en I+D no garantiza el éxito. Incluso empresas como Philips y Unilever se ven forzadas a reducir sus presupuestos de I+D. Por ello, el desafío que surge es encontrar nuevas maneras de mejorar el conjunto del sistema de conocimientos, lograr un mejor control del proceso de desarrollo, transferencia, y utilización del conocimiento.

En la parte superior de la cadena del conocimiento, los encargados del desarrollo deben tener más en cuenta las implicaciones de sus decisiones para aquellos que deben trabajar con ellas en fases posteriores. Quienes trabajan en dichas fases deben ser capaces de anticiparse a lo que se decide en fases anteriores. Lo que implica este desarrollo es que las empresas buscan nuevas estrategias a fin de controlar la efectividad

⁺ Ven, A.H. van de. *Central Problems in the Management of Innovation*, Management Science. Vol. 32. No. 5, pp. 590-607, 1986.

de los flujos de conocimiento. Las técnicas de dirección existentes se dirigen particularmente al control de los procesos rutinarios de producción.

Las empresas han intentado emplear técnicas tradicionales de planificación y organización para controlar las trayectorias de innovación. Mientras tanto, (Van de Ven, 1986), se ha hecho evidente que tal aproximación mecánica no basta para funcionar más rápido, mejor y más barato. Los procesos de innovación son demasiado complejos, inseguros y caóticos para ello. Una clave importante de este problema de control se obtiene de la dirección de personal. En una visión moderna de la dirección de personal se considera el factor trabajo más como un activo que como un coste. Esta aproximación puede aplicarse especialmente a empresas intensivas en conocimiento, en las que el personal principalmente transporta, transfiere y utiliza el conocimiento. Cada intervención en la fuerza de trabajo puede contemplarse como una intervención en el flujo de conocimiento.

Un requisito absoluto es que la dirección de personal sea un factor activo en la política de la empresa, y no se limite a cubrir las vacantes y transferir a aquellos que hayan salido de la trayectoria de innovación. Además, la aproximación al desarrollo del personal debe dirigirse con mucha más energía hacia la estrategia de negocio de la empresa. De este modo, la política de personal presenta una doble vertiente: es un medio efectivo para un mejor desarrollo del talento individual y también un instrumento de mejora del flujo de conocimiento.

8.2) La dirección de la empresa del conocimiento:

Los economistas que estudian el desarrollo tecnológico emplean el término "conocimiento incorporado", refiriéndose al conocimiento que está asociado de un modo u otro a algo material: patentes, software, sistemas expertos, archivos o equipamiento. El conocimiento no incorporado, extrañamente, se define como el conocimiento transmitido de palabra. La investigación económica se centra particularmente en aquellos factores que pueden contarse: patentes, licencias, inversiones en investigación y desarrollo de procesos. Factores menos concretos no atraen su atención.

El mismo fenómeno se produce a menudo en las empresas. Las cosas difíciles de cuantificar o de expresar en términos monetarios corren el riesgo de ser olvidadas en la política empresarial. Al igual que los economistas, las empresas toman sus decisiones sobre la base de los números. El conocimiento no incorporado, (tácito), es difícil de expresar numéricamente, por lo que a menudo recibe demasiada poca atención en la política de la compañía. En tiempos difíciles se cae fácilmente en la tentación de reducir personal intelectual costoso. Después de todo, no es difícil ver qué ahorros pueden obtenerse mediante los recortes en el personal intelectual. Por ello, es sencillo reducir las competencias básicas de una empresa, pero reconstruirlas puede exigir años.

A lo largo de los últimos 20 años, la mayor parte de las empresas han tenido un cierto éxito en la gestión del coste de sus stocks y en el uso del capital. La clave de dicho control se ha buscado, particularmente, en términos de procesos y flujos: el flujo de materiales y el de dinero.

El control se convierte en control de procesos. Ello supone que las empresas deben, en primer lugar, hacer un mapa de sus flujos de recursos y materiales, intentar identificar los cuellos de botella y examinar qué atajos pueden encontrarse. En segundo lugar, el proceso se contempla como un sistema de entrada/salida en el que se establecen puntos de medición antes y después de los nudos críticos del proceso, que ayudan a hacer los ajustes de política durante el mismo*.

Aplicado al flujo de conocimientos, esta aproximación se emplea cada vez más en numerosas empresas intensivas en los mismos. Evolucionan de la empresa de producción a *la empresa del conocimiento*, que se entiende aquí como el proceso en el que:

- La información se adquiere de tal modo que el conocimiento se desarrolla.
- El conocimiento se clasifica e integra.
- El conocimiento se almacena.
- El conocimiento se actualiza.
- El conocimiento puede ser recuperado y transferido.
- El conocimiento puede ser aplicado.

Sin embargo, no tenemos mapas claros de los flujos de conocimientos en las empresas a nuestra disposición. Después de todo, tales flujos no constituyen un dato fijo. Pueden compararse a las corrientes altamente cambiantes y a las mareas de las cuencas arenosas en las costas de Gran Bretaña o del sur de España.

8.3) Complejidad de los flujos de conocimiento: espacio y tiempo.

Mientras que la presión en el control de la empresa del conocimiento ha crecido en los últimos años, su complejidad se ha incrementado correlativamente. Hay dos características del proceso de innovación que juegan aquí un cierto papel.

En primer lugar, la dimensión espacial de la innovación que, en sentido figurado, se hace visible en las fronteras organizativas y en las distancias dentro de una empresa. Cuando una empresa innova, se apoya en diversos colectivos. Una parte importante de estos colectivos se identifican por el dominio de una determinada materia, (ingeniería química, física, corriente de energía), y otros por la realización de funciones que deben ser desempeñadas en el seno de la empresa, (adquisición, control de calidad). En las empresas, estas funciones y materias se acomodan en distintas áreas. Ello es cierto también en el caso de las unidades organizativas, que operan en lugares diferentes en función de un simple despliegue geográfico de la empresa.

Además, la innovación es, cada vez más, el resultado de la cooperación entre suministradores y clientes. Las fronteras organizativas se refieren no sólo a las fronteras internas, sino también a las fronteras externas de la empresa. El conocimiento no es un dato estático, sino que fluye a través de las fronteras organizativas. Por ello, la innovación requiere, cada vez más, *la ruptura de estas fronteras y la reducción de las distancias organizativas*. Los equipos multidisciplinares, (Nonaka, 1994), son la respuesta lógica de muchas empresas. Estos equipos soportan una gran presión. Deben

* Nonaka, I. *A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation*, Organization Science, Vol. 5, No. 1, pp. 14-38, 1994.

desarrollar un lenguaje común aceptable para las distintas disciplinas y funciones a fin de comunicarse con eficiencia dentro de los límites del equipo.

La segunda característica del proceso de innovación se refiere a la dimensión tiempo. El desarrollo de un producto o proceso es una actividad que tiene un principio y un final. Es una actividad temporal que exige una organización de tipo temporal. El equipo de proyecto que trabaja dentro de fronteras temporales claras es adecuado, pero soporta una gran presión. Los proyectos se suceden unos a otros cada vez con mayor rapidez, y se solapan. Consecuentemente, los límites temporales tienden a difuminarse. Además, la dimensión temporal se hace evidente en la secuencia de operaciones señaladas en el eje de tiempo.

Antiguamente, la innovación se consideraba un proceso puramente secuencial. Podría compararse a una carrera de relevos, en la que se corre en una dirección fija sin desviarse o volver atrás*. En la práctica la innovación no puede encorsetarse. Los procesos son de naturaleza más *iterativa* que secuencial. Las fases del proceso deben solaparse. De vez en cuando es necesario volver atrás. Las decisiones tomadas en las fases iniciales de la trayectoria de innovación tienen consecuencias importantes para aquellos que trabajan en fases posteriores, y viceversa.

La comunicación constante en ambos sentidos es necesaria para implementar procesos puntuales que “funcionen”, y para introducir productos y servicios que satisfagan las demandas del mercado. Por ello, la “ingeniería concurrente” se centra en el desarrollo tanto del producto como del proceso en un solo contexto organizativo, (habitualmente temporal).

Los procedimientos y técnicas formales de planificación son solo una solución limitada a este problema de control, y a veces incluso un obstáculo. En el caso del trabajo en equipo, los grupos se hacen responsables de todos los asuntos que son difíciles de manejar en la organización convencional. Se reúne a gente de toda clase y condición, se les da una cierta independencia, y se espera que ello conduzca a un entorno motivador en el que pueda florecer la creatividad.

8.4) La Dirección estratégica de personal

Durante mucho tiempo se ha considerado a la dirección de personal como una función de control. La implementación de la dirección de personal fue parte de una función administrativa separada, cuya tarea era garantizar que las preguntas hechas en el seno de la empresa tuvieran una respuesta adecuada: cubrir las vacantes, cursos de reciclaje y nueva formación, transferencias, formación y enseñanza, y retribuciones.

El crecimiento en la intensidad de conocimiento de las empresas requiere, sin embargo, algo más que un uso operativo de la dirección de personal. Después de todo, los empleados de la empresa son los más importantes desarrolladores, transportadores y usuarios del conocimiento. El desafío para la dirección de personal es reforzar la empresa del conocimiento dentro de la compañía y el intercambio de conocimientos con el entorno.

* Takeuchi, H. and I. Nonaka, *The New New Product Development Game*, Harvard Business Review, Vol. 64, No. 1, pp. 37-46, 1986.

Según J. Friso den Hertog y Ed Van Sluijs*, al estudiar a empresas que se han tomado en serio la dirección de recursos humanos se pueden encontrar algunas pautas. Hay que destacar que estas pautas se basan en instrumentos de dirección de personal bien conocidos. Se pueden distinguir cuatro elementos fundamentales en estos patrones

1) *La dirección del conocimiento está relacionada con el desarrollo del negocio.*

La mayor parte de las empresas están cobrando conciencia de que la dirección del conocimiento debe centrarse en las competencias básicas. Estas pueden describirse como los conocimientos y técnicas reflejadas en la tecnología básica de la empresa, que constituyen la base de la ventaja competitiva de la misma en el mercado. Cuando se formula e implementa la dirección de personal, uno se pregunta continuamente: ¿cuál es el valor añadido de la política y decisiones concernientes al reforzamiento de las competencias esenciales?. Las empresas además no se dirigen tan sólo a sus competencias básicas actuales, sino también a mejorar las competencias básicas que consideran que serán deseables en el futuro. Además, parten de una visión estratégica clara apoyada por la alta dirección y constantemente transferida.

2) *La dirección del conocimiento comienza con la contratación y selección.*

La contratación y selección son un eslabón esencial en la dirección del conocimiento en cada una de las cuatro empresas; éstas están interesadas no sólo en cubrir las vacantes y contratar a profesionales. El futuro se pone en juego en el mismo momento de la selección. Los conocimientos y técnicas con los que uno tendrá que familiarizarse son al menos tan importantes como los existentes hoy en día: las características de las funciones y las capacidades del candidato actuales.

3) *El desarrollo del personal es responsabilidad de la dirección.*

Cada una de las empresas emplea un método para el seguimiento del desarrollo personal, y para la conducción del mismo. Ello supone que se mantienen entrevistas frecuentes con los empleados, en las que el desarrollo del individuo se compara con el de la compañía. Cuando se implica al personal en nuevos proyectos, no se toma en consideración solamente su conocimiento y experiencia, sino también el conocimiento y experiencia que deberán adquirir. Este proceso se formaliza para poder planificarlo, seguirlo y ajustarlo. La dirección de personal proporciona los instrumentos, pero la responsabilidad recae en la cadena de mando.

La importancia de la dirección de personal aumenta cuando los vínculos que deben establecerse atraviesan los límites de las áreas de conocimiento. Además, la dirección de personal se relaciona claramente con el "mantenimiento del personal", en otras palabras, los conocimientos y técnicas de los empleados no deben agotarse por su participación intensiva en los proyectos. Instrumentos adecuados para ello son: programas de formación, participación en proyectos de desarrollo profesional, períodos sabáticos, e incorporación temporal a los centros de desarrollo de la empresa.

4) *El vínculo entre el desarrollo y los programas de formación.*

* J. Friso den Hertog y Ed Van Sluijs: *La gestión de los flujos de conocimientos: una misión clave de la dirección de personal*, dentro del libro, *Los Desafíos de Europa: Innovación organizativa, Competitividad y Empleo*, Editorial Estudios Internacionales S.L. 1997.

En el servicio particular de este tipo de compañías se establece un vínculo directo entre las funciones de desarrollo y formación. Ello tiene dos ventajas: en primer lugar, permite la rápida introducción en el mercado de un nuevo producto o servicio. Después de todo, los conocimientos desarrollados en la empresa deben transferirse al cliente. Los empleados son el vehículo decisivo a este respecto. En segundo lugar, así se realiza una contribución directa al desarrollo del personal. Los empleados reciben continua y directamente nuevos conocimientos obtenidos en su propia empresa. Esta tendencia será cada vez más importante para las empresas industriales en años futuros, ya que cada vez se además de ser productoras, las empresas son cada vez más suministradoras de servicios.

La dirección del conocimiento se transformará en un campo auténticamente profesionalizado en los años futuros. Esa necesidad existe ya hoy en día. Las herramientas de dicha disciplina se encuentran en gran medida en la dirección de personal. Sin embargo, los instrumentos no son la cuestión principal. *Lo verdaderamente importante es la asociación nacida en dichas empresas entre la línea organizativa y la función de personal: la responsabilidad conjunta en el desarrollo y utilización de las personas desde una perspectiva estratégica.*

9) La Gestión del conocimiento en la práctica:

La gestión del conocimiento está todavía en su infancia. Sin embargo, existe un número de empresas que ha dado pasos importantes en este terreno. Han utilizado los instrumentos disponibles derivados de la dirección de personal para lograr una meta estratégica: acelerar y mejorar los flujos de conocimiento a través de las fronteras internas y externas de la organización. El siguiente caso es ilustrativo. Aunque no se trata de un "caso espectacular", se refiere al "trabajo en curso" de una empresa con éxito que se ha tomado en serio el poner a la dirección de personal a trabajar activamente en el desarrollo de la empresa. Es un resumen de un estudio realizado por J. Friso den Hertog y Ed Van Luijs*, los dos miembros del MERIT, (Instituto de Investigación Económica en Innovación y Tecnología de Maastricht), Universidad de Limburg, Maastricht.

Caso Moret, Ernst & Young:

Los extraños no asocian habitualmente la innovación con el sector servicios y probablemente tampoco lo hacen las oficinas de consultoría y los asesores fiscales dentro de dicho sector. Sin embargo, esta imagen de conservadurismo se ha visto superada por la realidad en muchas empresas de servicios. A lo largo de los últimos años, el sector de la consultoría se ha visto forzado a adoptar un nuevo rumbo de manera radical. En primer lugar, porque las oficinas tienen clientes que operan internacionalmente, y ellas mismas deben operar a un nivel internacional. En segundo lugar, porque sus clientes demandan una gama completa de servicios: control interno, auditoría externa, la disposición de la organización administrativa, la automatización, asesoría fiscal y organizativa.

* J. Friso den Hertog y Ed Van Luijs: *La gestión de los flujos de conocimientos: una misión clave de la dirección de personal*, dentro del libro, *Los Desafíos de Europa: Innovación organizativa, Competitividad y Empleo*, Editorial Estudios Internacionales S.L. 1997

El papel de la empresa de consultoría se ha hecho por ello mucho más variado de lo que solía ser. La aplicación de la tecnología de la información es un tercer factor, ya que ha hecho posible extraer directamente la información contable necesaria de la organización administrativa del cliente. Finalmente, las empresas de consultoría son cada vez más capaces de ofrecer nuevos servicios en numerosos campos, por ejemplo, aconsejar a las empresas cuando invierten o se instalan en el extranjero, establecer sistemas de protección medioambiental, asesorar sobre impuestos sobre bienes inmuebles, y aconsejar y controlar las fusiones y adquisiciones.

Como resultado de ello, la moderna empresa contable ha evolucionado hasta convertirse en una empresa multinacional que convierte constantemente nuevas experiencias en nuevos servicios, innova procesos internos, y transfiere y suministra conocimientos a sus clientes. No es sorprendente por ello que la comunicación, la gestión del conocimiento, la formación y la enseñanza sean los elementos básicos de la estrategia empresarial de muchas empresas de consultoría.

Moret, Ernst & Young es la empresa holandesa de servicios más importante en el campo de la auditoría, la asesoría fiscal y la "consultoría de negocio". MEY es parte de Ernst and Young International, y surgió de la fusión de varias empresas de consultoría holandesas. En 1993, MEY empleaba a unas 4200 personas, y sus resultados eran aproximadamente de 750 millones de guilders, entre el 7 y el 8 por ciento de los resultados se invierte en programas de formación, en los que pueden distinguirse dos corrientes.

La primera y más importante de estas corrientes se centra en el desarrollo profesional regular de sus empleados. El énfasis de la política de personal de MEY está puesto en el desarrollo del personal. Los nuevos empleados saben que llegan a una empresa en la que tendrán que estar constantemente estudiando y reciclándose. Este proceso continúa hasta el final de su carrera, y se aplica a todos los escalones de la organización. Por ejemplo, los socios, contables titulados y asesores fiscales están obligados a dedicar al menos 40 horas anuales a su propia formación.

La segunda corriente que puede distinguirse en la formación se refiere a las innovaciones en los productos y procesos más importantes de la empresa. Las dimensiones de la empresa y sus vínculos con E&Y International le permiten el uso de conocimientos compartidos y el desarrollo de productos comunes. MEY sigue por tanto una política clara de innovación, que presenta las siguientes características:

a) Las nuevas ideas suelen surgir del mercado. Al igual que sus colegas en la misma línea de negocio, MEY está fuerte y regionalmente organizada, y mantiene contactos a largo plazo con sus clientes. Como resultado de esta interacción, surgen frecuentemente ideas para nuevos servicios. Estas suelen iniciarse con un problema al que se enfrenta un cliente. La fase inicial del desarrollo es que tal problema se traslade a un borrador de producto. Tomemos un problema de fiscalidad sobre inmuebles como ejemplo. En las discusiones entre los asesores fiscales de MEY y un cliente, se plantea la idea de desarrollar un nuevo producto que permita a este último tomar mejores decisiones de política empresarial y controlar mejor sus gastos. Los asesores regionales hacen entonces un esquema básico del producto, dando como resultado lo que podría denominarse una guía. El producto se desarrolla verdaderamente tras haber

consultado con la organización central de MEY y, localmente, con colegas de otras regiones. El producto llega al mercado una vez se ha demostrado su utilidad en la práctica.

b) Nuevas ideas que deben tener éxito en la empresa: Las oficinas regionales, y por tanto aquellas personas empleadas en las mismas, son las que eventualmente se encargan de la introducción de los nuevos servicios. En ese sentido, una sociedad de consultoría funciona igual que una sociedad médica: al final, son los doctores los que deciden qué medicación debe prescribirse. Antes de que MEY invierta en el desarrollo de un producto, previamente debe “venderse” internamente. Cada nuevo producto requiere comunicación intensiva tanto en la trayectoria en la que se establecen las especificaciones como en la trayectoria en la que se transfiere el nuevo conocimiento especializado. MEY tiene un sistema de reuniones de especialistas que se comunican constantemente a distintos niveles de la organización para determinar las nuevas necesidades de servicios en el mercado, las propuestas de desarrollo de productos, y la implementación de nuevos productos y servicios. En dicho sentido, innovar supone comunicación continua en MEY.

c) La innovación en una empresa descentralizada requiere “orquestración”. MEY es una organización muy descentralizada. El desarrollo de un nuevo servicio se realiza en estrecha conjunción con los clientes. Sin embargo, el conocimiento adquirido de este modo debe ponerse a disposición del resto de la empresa.

Esta interacción entre la práctica local y la utilización general en el seno de la sociedad exige una “función de vínculo” central. Una de las tareas de dicha función es elaborar los presupuestos disponibles para apoyar el desarrollo local. Más importante es la “función de rueda impulsora”, que refuerza los desarrollos locales. Además, este proceso requiere una especie de control de calidad.

Sin embargo, la orquestración de la comunicación entre quienes desarrollan el producto y quienes lo usan dentro de MEY es absolutamente vital. MEY ha decidido integrar tanto el desarrollo de las capacidades profesionales como la transferencia y formación en la orquestración de esta función central.

d) Innovación que implica formación. Es de absoluta importancia que los nuevos productos sean operativos en la organización regional tan pronto como sea posible. Ello sólo puede realizarse conectando directamente el desarrollo y la formación. La formación de los empleados y clientes de MEY está vinculada directamente al desarrollo de los productos. Si un producto no puede transferirse con efectividad, no es un producto completo y maduro.

El enfoque de MEY muestra que la innovación de productos y servicios, la adquisición de experiencia práctica local, la transferencia de experiencia, y la política de personal son parte de un solo proceso fundamental en la organización.

10) Formas organizativas y estilos de dirección en España:

10.1) Situación actual:

Como ya vimos en el capítulo anterior, la organización de la empresa alude al modo como ésta se estructura con el fin de conjugar los recursos y la tecnología de que dispone con las características del entorno económico e institucional en el que actúa, y con las condiciones del mercado al que se orienta. Para ello la empresa debe adoptar unas formas adecuadas de canalización de la información y un sistema de coordinación y adopción de decisiones, siendo múltiples las posibilidades existentes.

Aunque en el capítulo anterior nos dábamos cuenta de que las empresas pueden adoptar una gran variedad de formas, a efectos analíticos vamos a recurrir en este apartado a una clasificación en cuatro tipos ideales cuyos rasgos se resumen a continuación.

El primero de ellos reúne a las empresas cuya organización es esencialmente *informal* o muy *simple*, de modo que carecen de una división clara de funciones entre sus componentes. Las empresas de este tipo suelen ser pequeñas y de carácter familiar, siendo característico en ellas la centralización de las decisiones en su propietario.

La segunda forma organizativa es la *funcional*: la empresa se estructura en departamentos a los que corresponden determinadas competencias según sea la naturaleza del trabajo a desarrollar, (como puede ser la producción, la comercialización, las finanzas, o la gestión de los recursos humanos), estando todos ellos sometidos a la autoridad de la dirección general. Es la organización característica de las empresas verticalmente integradas o que operan con un solo tipo de productos.

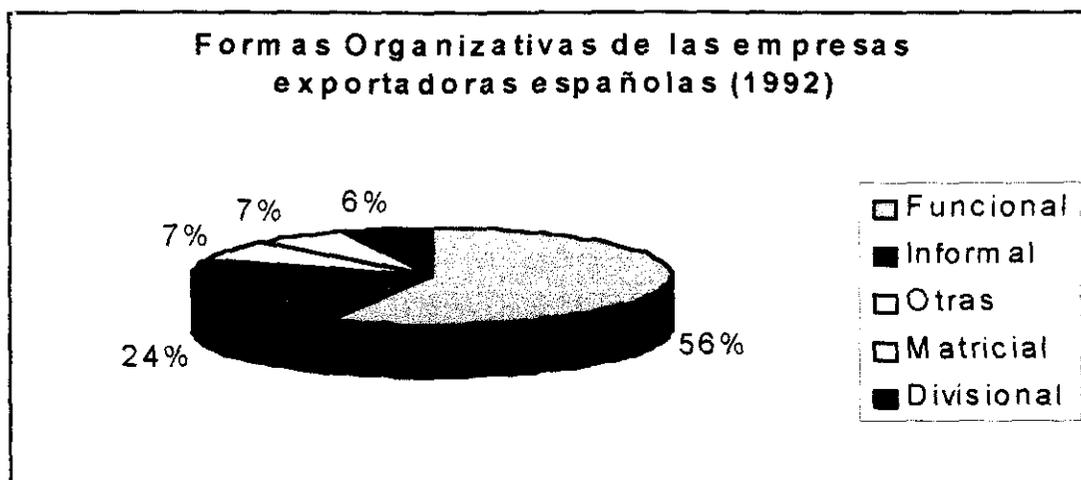
En tercer lugar, debe mencionarse la organización *divisional* en la que la empresa se subdivide en unos núcleos o divisiones que reúnen el conjunto de las actividades de producción y comercialización de un tipo de productos. Estas divisiones, por otro lado, comparten entre sí la tecnología y los recursos financieros, a la vez que se someten a una dirección general común. A esta forma organizativa se adaptan generalmente los grupos empresariales diversificados.

Y por último, hay que referirse a la organización *matricial*, en la que se combinan las formas funcionales y divisionales al crearse una estructura reticular en la que cada elemento se incardina simultáneamente en una dirección funcional y en otra de producto, de modo que ambas ejercen su autoridad sobre sus empleados. Esta forma de organización es frecuente en grandes empresas que actúan en mercados sometidos a un elevado ritmo de cambio.

Los estudios empíricos sobre estos temas han sido, en España, escasos y generalmente referidos a muestras de empresas bastante limitadas, lo que dificulta la obtención de conclusiones generales[†]. Pero también han sido, si no unánimes, sí muy

[†] Una revisión de los estudios de este tipo, realizados a lo largo de la década de 1980, puede verse en el capítulo séptimo de Bueno, E. et al: *La empresa española: estructura y resultados*, Ed. Instituto de Estudios Económicos, Madrid, 1987. Tiene asimismo una vocación de síntesis el trabajo García Echevarría: *Actitudes y comportamientos empresariales*, incluido en F. López-Casero, W.L. Bernecker y

homogéneos en su diagnóstico, por lo que cabe extraer de ellos un balance global cuyos principales elementos son los siguientes.



En primer lugar, la mayor parte de las empresas adolecen de notorias insuficiencias organizativas que hacen que predominen entre ellas las estructuras tradicionales de tipo funcional o simplemente informales sujetas a un rígido principio jerárquico, siendo pocas las que han adoptado sistemas divisionales matriciales.

Aunque no se dispone de datos globales al respecto, pueden tomarse como ejemplo sintomático los que corresponden a las empresas exportadoras que, por su carácter abierto al exterior, han de ser consideradas como la elite del sector industrial. Pues bien, como se puede apreciar en el gráfico⁺⁺, en casi una cuarta parte de este tipo de firmas se carece de una organización formal y en más de la mitad ésta es estrictamente funcional, quedando sólo un 18% sujetas a una estructuración más compleja.

Por otra parte, como fruto de su debilidad organizativa, las empresas adolecen de capacidades para incorporar los factores intangibles de competitividad en la gestión. Ello se refleja en la carencia, para muchas empresas, de departamentos especializados en áreas como la investigación de mercados, las relaciones humanas o la I+D.

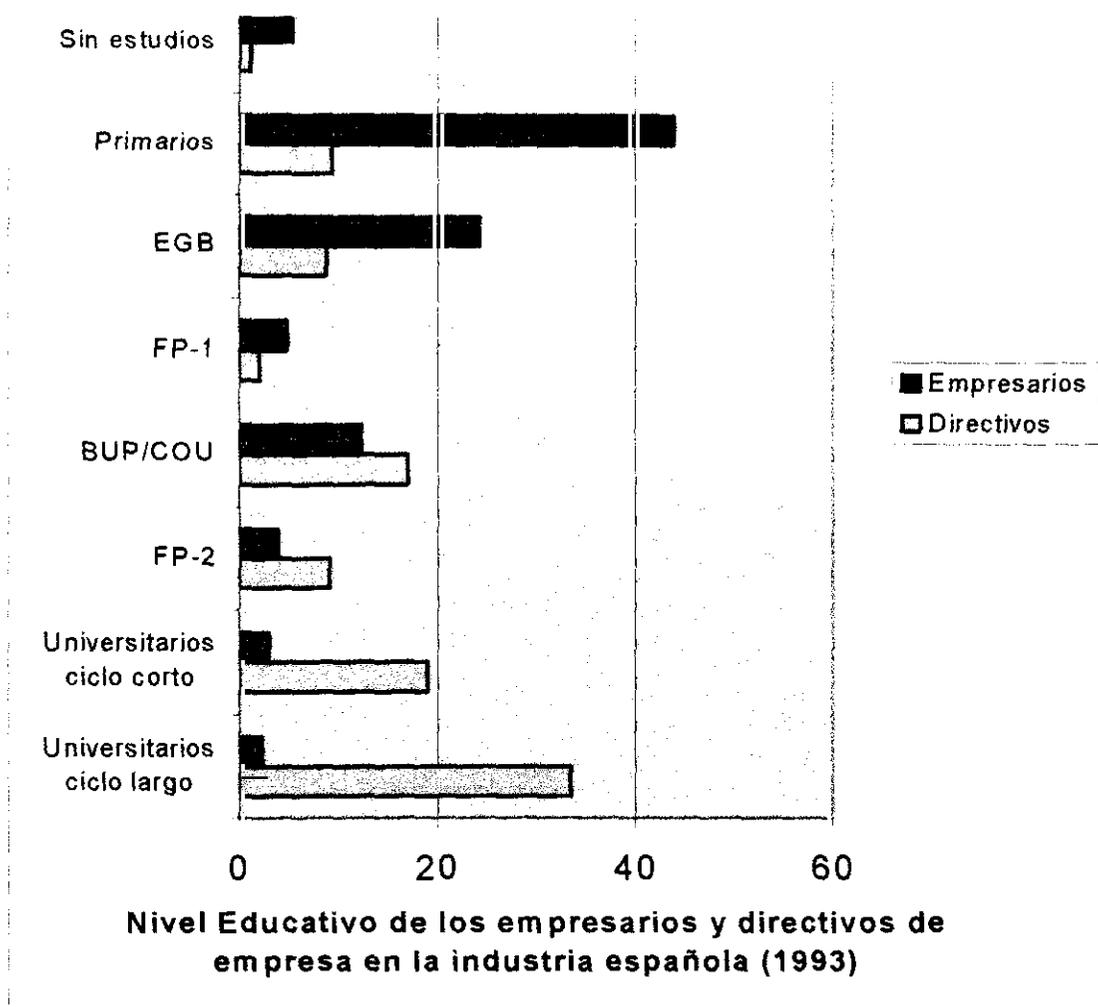
Así, tomando de nuevo como referencia a las empresas exportadoras, puede señalarse que sólo la mitad de ellas incluye en su estructura una unidad dedicada a la gestión del comercio exterior⁺. Y otro tanto puede indicarse con respecto a las que realizan actividades de I+D, entre las que casi un tercio carece del correspondiente departamento⁺⁺.

P. Waldmann (eds.): *El precio de la modernización. Formas y retos del cambio de valores en la España de hoy*. Ed. Vervuert Verlag, Frankfurt, 1994.

⁺⁺ Gráfico: Formas organizativas de las empresas exportadoras españolas (1992). Fuente: ICEX. Tomado de Alonso y Donoso (1994).

⁺ Alonso, J.A. y Donoso: *Competitividad de la Empresa Exportadora Española*, Ed. ICEX, Madrid, 1994.

⁻⁻⁻ INE (1994): *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas. Año 1991. Estudio piloto*, Madrid, 1991.



En tercer lugar, ha de destacarse el bajo nivel formativo que exhiben los empresarios. Buena muestra de ello son las estimaciones sobre el capital humano existente en este colectivo, tal como muestra el gráfico^{†††}. En efecto, casi las tres cuartas partes de sus miembros no han sobrepasado la enseñanza básica y sólo un 5% cuentan con una educación superior.

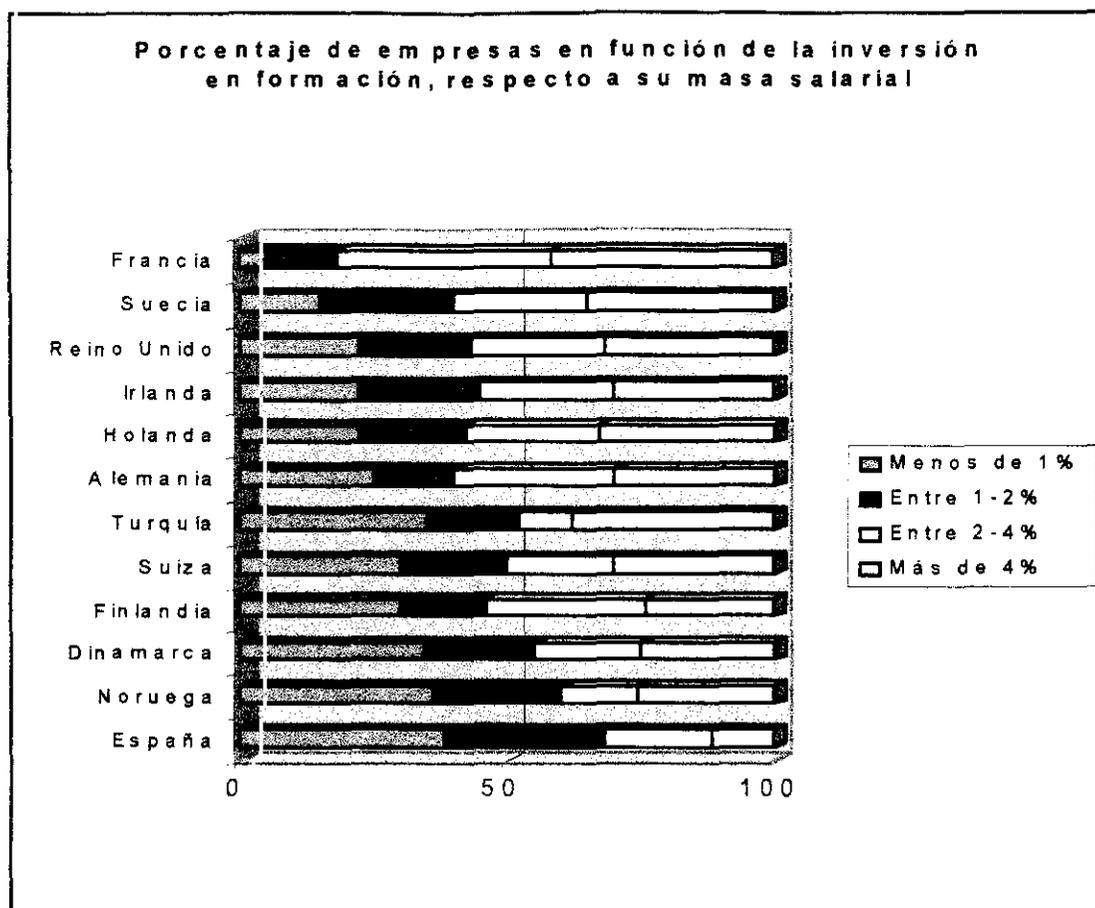
Por el contrario, cuando se mide el capital humano existente entre los directivos de las empresas industriales, el perfil que se obtiene es el inverso de los empresarios, pues más de la mitad de ellos cuentan con titulaciones universitarias y no llegan al 20% los que sólo cuentan con una formación primaria o básica. Pero ha de anotarse también que, dentro del conjunto de los responsables de la gestión empresarial, los directivos ocupan una posición minoritaria frente a los propietarios de las empresas. En cuanto a la importancia en número de cada grupo entre los empleadores industriales, en 1993 los empresarios eran 113.587 y los directivos 45.154[†]. Pues bien, los estudios sobre estos temas destacan que las carencias formativas confieren a la experiencia adquirida en el trabajo un papel clave en la conformación de la capacidad de gestión, lo que supone un límite a las posibilidades de aprendizaje. Y es sobre esta base, sobre la que se asienta una valoración subjetiva de las distintas actividades que se integran en la función directiva, que pone el énfasis principal en las ventas, la financiación y, más secundariamente, la planificación y el control, y relega a un plano secundario la gestión de los recursos humanos y la innovación tecnológica.

^{†††} Gráfico: Nivel educativo de los empresarios y directivos de empresa en la industria española (1993).
Fente: Elaborado por Mikel Buesa y José Molero a partir de Palafox, Mora y Pérez (1995).

[†] Palafox, J., Mora, J.G. y Pérez, F: *Capital humano. Educación y empleo*, Ed. Fundación Bancaja, Valencia, 1995.

Esta es una de las razones por la cual, a pesar de los esfuerzos e iniciativas gubernamentales de incentivar las políticas de formación en las empresas, en España no se ha producido un incremento significativo de la inversión en formación.

En efecto, como se puede ver en el gráfico¹¹, España sigue siendo uno de los

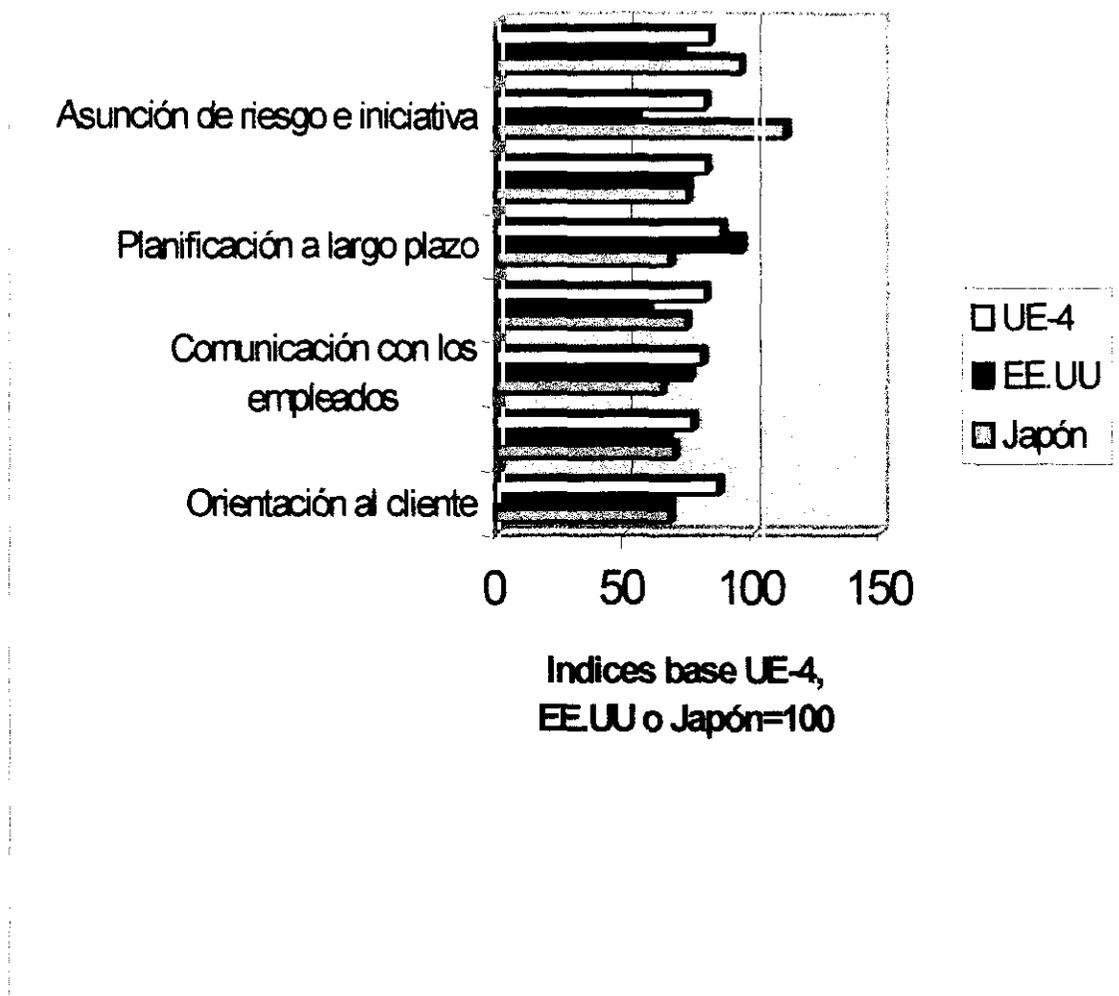


países europeos en que menos presupuesto se dedica al capítulo de formación.

En el extremo opuesto hallaríamos a Francia y Suecia. Parece como si las empresas aún no se hubieran percatado de que una de las maneras más importantes de incrementar la competitividad es el proceso constante de aprendizaje y mejora de sus empleados.

En los sistemas de formación se observa un marcado incremento en la utilización de formadores internos, tanto a nivel de especialistas en formación, como vía métodos tipo coaching y mentoring, donde es el superior inmediato del empleado a entrenar quien actúa como formador. Coexiste también con estas prácticas un claro incremento en el uso de empresas de formación externa.

¹¹ Gráfico: Porcentaje de empresas en función de la inversión en formación, respecto a su masa salarial. Fuente: Proyecto ESADE-Cranfield, 1999.



Las áreas de formación clave para los próximos años, por orden de importancia para nuestras empresas, (más del 50% de organizaciones), son: gestión de calidad; informática y nuevas tecnologías, y habilidades en servicio al cliente.

Es interesante constatar que, según el Proyecto ESADE Cranfield, en muchas organizaciones de países europeos, (Suecia, Reino Unido, Suiza, Irlanda, Finlandia, Noruega, Francia y Alemania), se considera que el área de formación prioritaria para los próximos años será la dirección y supervisión de personas, (más del 60% de sus empresas lo manifiestan).

Finalmente, los estilos de dirección se adaptan a los anteriores condicionantes. Se caracterizan, como refleja el gráfico[†], en el que se adopta una perspectiva comparada internacional, por el predominio de actitudes conservadoras y poco creativas entre los directivos, que se reflejan en una carencia relativa de espíritu innovador y de capacidad de iniciativa; por la existencia de una visión negativa de los cambios del entorno que frena la adopción de objetivos estratégicos y la planificación a largo plazo con el fin de explotar oportunidades que surgen de aquéllos; por unas formas paternalistas de

[†] Gráfico: Indicadores del estilo de dirección empresarial en España. Fuente: Elaborado por Mikel Buesa y José Molero a partir de World Economic Forum: *The World competitiveness report, 1995*. UE-4: Alemania, Francia, Reino Unido e Italia.

relación con los empleados, que dificultan la comunicación con ellos, paralela a una excesiva centralización de las decisiones; y por un limitado interés en los aspectos referidos a la calidad de los productos y a las relaciones con la clientela.

En resumen, la simplicidad organizativa y el conservadurismo de la dirección son elementos característicos de la generalidad de las empresas industriales españolas, lo que les confiere, por comparación con las de otros países industrializados, una cierta debilidad competitiva cuyo reflejo agregado se plasma en las diferencias de especialización y ventajas comerciales que se mantienen con respecto a ello.

10.2) Estrategias competitivas:

Si se entiende que la empresa es una organización que interactúa con su entorno, puede pensarse que su actuación en el mercado se orientará a sostener o mejorar su posición dentro de él, y que, por tanto, desarrollará algún tipo de estrategia competitiva tendente al logro de ese objetivo.

Para ello, la empresa buscará la obtención de ciertas ventajas a partir de los recursos materiales e intangibles de que disponga y emprenderá las actuaciones necesarias para obtener de éstos un rendimiento superior al de sus rivales. Sin entrar en detalle que excede el propósito de este epígrafe, puede señalarse que las principales de estas estrategias son las siguientes:

- La internacionalización que posibilita la proyección de las ventajas competitivas en los mercados exteriores, a través de la exportación, la inversión directa o la transferencia de tecnología.

- La diferenciación de producto, para cuyo logro la empresa desarrollará actividades de I+D, diseño o ingeniería tendentes a dotar a sus productos de unos atributos que la singularicen en el mercado, o bien, por medio de la publicidad y de otras acciones promocionales, tratará de incrementar la información que los consumidores tienen de ellos.

- La diversificación productiva a través de la cual la empresa entra en mercados distintos del que constituye su actividad originaria con el fin de explotar las posibles sinergias existentes entre diversas líneas de negocio o de reducir los riesgos. Cuando los nuevos mercados guardan alguna similitud con el inicial se habla de diversificación relacionada, y cuando son heterogéneos con respecto a él se dice que la diversificación es no relacionada.

- La innovación, que puede ser entendida en un sentido amplio como mera adopción de alguna nueva tecnología de producto o de proceso, con independencia de que se haya participado o no en su creación; y también de un modo más estricto cuando la incorporación de las nuevas tecnologías se basa en la I+D interna de la empresa.

Mikel Buesa y José Molero han recogido los principales resultados que se han obtenido en diversos estudios acerca de su adopción. Dichos resultados, que se recogen en el siguiente cuadro*, muestran que, en general, el número de las empresas para las que se constata la existencia de esas estrategias es relativamente pequeño.

Probabilidades de adopción de diversas estrategias competitivas entre las empresas industriales españolas en función de su tamaño. Porcentaje de las empresas de cada intervalo de tamaño que realizan la correspondiente actividad.

| Tamaño de las empresas (En número de trabajadores) | Estrategia de exportación | Estrategia de diferenciación (Atributos) | Estrategia de diferenciación (Información) | Estrategia de diversificación | Tamaño de las empresas | Estrategia de innovación | Estrategia de I+D |
|--|---------------------------|--|--|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 10 a 20 | 21,0 | 5,9 | 11,1 | 14,5 | | | |
| 21 a 50 | 43,1 | 7,1 | 19,2 | 18,5 | Menos de 5 | 4,5 | 0,4 |
| 51 a 100 | 60,6 | 17,6 | 27,0 | 23,6 | 5 a 19 | 13,7 | 2,4 |
| 101 a 200 | 74,0 | 2,0 | 34,9 | 25,0 | 20 a 49 | 22,6 | 7,5 |
| 201 a 500 | 86,3 | 26,6 | 47,8 | 24,9 | 50 a 199 | 39,2 | 22,3 |
| Más de 500 | 93,9 | 29,4 | 56,3 | 36 | 200 y más | 69,6 | 53,5 |
| Total [†] | 31,0 | 14,8 | 28,1 | 21,9 | | | |
| Total ^{††} | 11,3 | n.d. | n.d. | n.d. | Total | 10,7 | 2,7 |

En efecto, cuando se toma como referencia a las empresas que emplean a diez o más trabajadores, alrededor del 30% de ellas exportan o desarrollan una estrategia de diferenciación basada en la publicidad; pero sólo el 22 % se han diversificado y el 15% tienen una política de producto orientada a diferenciarlo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las empresas del tamaño señalado son una minoría dentro del sector industrial, de manera que algo más del 70% de éste lo constituyen unidades de menos de diez empleados. Por eso, cuando la referencia se establece en la totalidad de la industria, entonces la proporción de las empresas para las que se constata la realización de alguna de esas estrategias competitivas se reduce aún más.

* Mikel Buesa y José Molero, *Economía Industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*, Editorial Civitas, 1998.

† Cuadro: Probabilidades de adopción de diversas estrategias competitivas entre las empresas industriales españolas en función de su tamaño. Fuente: Elaborado por Mikel Buesa y José Molero a partir de Alonso y Donoso (1994), Suárez (1994), merino de Lucas y Rodríguez (1994), MINER (Las empresas industriales en 1993) e INE (Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, 1994). Los datos de exportación se refieren al año 1993, los de diferenciación a 1990, los de diversificación a 1991 y los de innovación e I+D a 1994.

† Con respecto a las empresas de 10 o más empleados.

†† Con respecto al conjunto de las empresas con uno o más empleados.

La causa principal de esta situación puede intuirse también a partir de los datos del cuadro mencionado. Así, al observar la distribución por tamaños de las probabilidades de adopción de las estrategias competitivas, se aprecia la existencia de una relación directa entre ambas variables. Esta relación pone de relieve que, para el desarrollo de este tipo de estrategias, las empresas deben disponer de *un volumen mínimo de recursos* que, normalmente, no es accesible a las de tamaño más reducido. Por ello, al haber pocas empresas medianas y grandes, es pequeño el número de las que adoptan este tipo de estrategias.

En definitiva, parece claro que las empresas industriales en *España carecen, por lo general, del tamaño que se requiere para sostener el desarrollo de estrategias competitivas basadas en la exportación, la diversificación, la diferenciación y la creación de tecnología o de otros activos intangibles*. El escaso número de empresas de dimensión mediana o grande y la cada vez menor presencia entre éstas de las fracciones del capital nacional con mayor capacidad financiera, unidos al bajo nivel formativo, el talante conservador y las actitudes defensivas predominantes entre los empresarios y directivos, imponen límites a la ampliación del segmento que forman los agentes activos en aquellos terrenos. Y, con ello, se restringe también la capacidad competitiva del país y sus posibilidades de converger, en cuanto al nivel de desarrollo, con las naciones europeas más avanzadas.

Todo ello sugiere que el estado tiene aquí una excelente oportunidad para intervenir, en un caso claro de fallo del mercado, pues las pequeñas empresas no tienen la capacidad para acceder al tipo de conocimiento en tecnología, gestión o innovación organizativa, que les permita competir con sus rivales de mayor tamaño del resto de Europa, para suplir esta carencia por medio de centros regionales o locales en los que este tipo de conocimiento se difundiera de forma gratuita a los empresarios de la zona. Las nuevas tecnologías, con su mayor capacidad de difundir el conocimiento en formas novedosas, tienen aquí un excelente papel a cumplir. Pero este tema será desarrollado con mayor extensión en otro capítulo.

11) El marco jurídico:

11.1) El papel del marco jurídico en relación con el trabajo:

En primer lugar, me parece conveniente aclarar que no se debería establecer una relación entre la creación de empleo y el marco jurídico. El hecho de que con el mismo marco legislativo se creasen más de 500.000 empleos en 1987 y se destruyesen casi 400.000 en 1993, confirma el hecho de que no exista una correspondencia automática entre mayor o menor regulación del mercado laboral y creación o destrucción de empleo.

A pesar de todo el legislador de 1994 considera importante “la contribución que, para el objetivo del empleo, supone el control con una regulación laboral que, al mismo tiempo que cumple su finalidad fundamental de garantía de la posición de los trabajadores en la relación laboral, proporciona a las empresas instrumentos para una gestión de los recursos humanos que incida favorablemente en la marcha de aquéllos” (Exposición de motivos de la Ley 11/1994). Más realista aparece la posición de los agentes sociales que, en la justificación del denominado “Pacto por el Empleo” del año 1997, hablan del “marco adecuado de relaciones laborales” como una variable más de las múltiples que intervienen en la creación y mantenimiento del empleo.

Parece aconsejable que el marco jurídico aporte *seguridad a los agentes sociales y represente a los valores sociales predominantes*. Seguridad jurídica implica el establecimiento de unas reglas claras y realistas, de tal manera que faciliten los comportamientos y ayuden a la toma de decisiones individuales y colectivas. En el caso en que las normas sean confusas, ambiguas y contradictorias, esta función no se cumple, y lo que se provoca es una situación de desorientación e inseguridad que es muy perniciosa para la toma de decisiones a largo plazo, lo que termina repercutiendo en la creación de empleo.

Las reglas de juego, claras y coherentes, deben responder a unos determinados valores. Tras la reforma del año 1994 se produce una gran convulsión entre los teóricos del Derecho del Trabajo hasta el punto de hablar del establecimiento de las bases de un “nuevo Derecho del Trabajo”, pues se constata un cambio en los valores que justificaron el nacimiento de esta disciplina.

El Derecho del Trabajo surgió con *voluntad de contrarrestar el desequilibrio contractual entre el empresario y el trabajador como contratante débil*, y, por tanto, para proteger al que tiene que trabajar, pero la nueva regulación añade un nuevo objetivo: “fomentar la creación de empleo”, en palabras del propio legislador. El reto es articular ese doble objetivo que ahora aparece vinculado a la finalidad última de hacer más competitivas las empresas, pues de su mantenimiento dependerá tanto que se evite la destrucción de empleo como que se creen nuevos puestos de trabajo. Esa finalidad última cuestiona el actual equilibrio entre los poderes de dirección del empresario y la garantía de los derechos del trabajador. La reforma se decanta claramente por ampliar los primeros, lo cual unos lo califican como desequilibrio, (organizaciones sindicales), y otros como un nuevo equilibrio, (organizaciones empresariales).

Rodríguez Piñero* nos habla de los términos de un nuevo equilibrio. Para él, lo que está en cuestión es el margen de libertad de la decisión empresarial, o sea, el margen de disposición que tiene el empresario al gestionar la mano de obra para enfrentarse con las cambiantes necesidades de trabajo, en función de las variaciones cualitativas y cuantitativas de la demanda del producto, con las exigencias organizativas y con la estructura de costes.

La definición de ese nuevo equilibrio se apoya en dos objetivos instrumentales: la flexibilización de las relaciones laborales individuales y la potenciación de la negociación colectiva, teniendo claro que ahora se promueve un enfoque económico de la normativa laboral.

En cuanto a la flexibilización, aunque ya se ha comentado sobre este tema, parece conveniente comentar que aunque una desregulación pura y dura ampliaría el margen de decisión empresarial, facilitándose un uso sin límites y restricciones de la mano de obra, con ello se sacrificaría al mismo tiempo objetivos y valores constitucionales, e incluso mecanismos que tienen efectos muy positivos sobre el conjunto de la economía. El Derecho del Trabajo ha respetado e incluso legitimado el poder de dirección empresarial, pero al mismo tiempo lo ha sometido a límites y restricciones para evitar abusos y arbitrariedades. Por otro lado, en un país como el nuestro, con poca tradición empresarial y escasa presencia de la sociedad civil, más que una flexibilización exclusivamente laboral, lo que parece necesaria es una flexibilización de actitudes y de mentalidades de los agentes sociales.

En definitiva, la flexibilidad parece positiva, pero no debe entenderse como una desmantelamiento del conjunto de normas que a lo largo del tiempo han ido consiguiendo los trabajadores para defenderse de la tradicional posición de desequilibrio entre las dos partes contratantes. Al mismo tiempo, no debería percibirse como una solución que por sí sola garantizase la solución del problema del desempleo. Por último, debe encontrarse un término medio entre el deseo del empresario de tener un margen de maniobra a la hora de gestionar su mano de obra para enfrentarse con las cambiantes necesidades de trabajo, en función de las variaciones cualitativas y cuantitativas de la demanda del producto, con las necesidades de estabilidad en el empleo del trabajador.

El segundo objetivo instrumental para delimitar ese nuevo equilibrio entre empresarios y trabajadores es la potenciación de la negociación colectiva, que tiene el reto de evolucionar hacia un nuevo modelo, cuya puesta en marcha dependerá del grado de madurez de los agentes sociales, que afortunadamente en estos momentos, apuntan una verdadera voluntad de cambio del modelo anterior.

Hay una cuestión especialmente relevante en relación con el nuevo marco jurídico del empleo: el protagonismo que ahora adquieren los tribunales de justicia. La desaparición de controles administrativos en muchos de los temas potencialmente conflictivos conlleva que los jueces sean la primera y principal trinchera donde deben solventarse las controversias. Ello plantea dos interrogantes: ¿están los jueces preparados para decidir sobre conflictos primordialmente

* Rodríguez-Piñero, M: *Derecho del Trabajo y empleo*, Relaciones Laborales, 1994.

económicos? y ¿es necesario potenciar los procedimientos extrajudiciales de resolución de conflictos?

A los jueces se les va a pedir que apliquen los nuevos valores económicos que el legislador ha entendido que son decisivos para la resolución de los conflictos individuales y colectivos: “mejora de la competitividad”, (favorecer una posición más competitiva en el mercado o una mejor respuesta a las exigencias de la demanda, criterios legitimadores de la movilidad geográfica), “mejora de la situación de la empresa”, (para convalidar decisiones sobre las modificaciones sustanciales de las condiciones de trabajo), “superación de una situación económica negativa de la empresa y garantizar la viabilidad futura de la empresa y del empleo a través de una más ordenada organización de los recursos, (circunstancias que justifican los despidos objetivos por causas económicas, técnicas, organizativas o de producción), etc.

De momento, los jueces han reaccionado de manera dubitativa y contradictoria, con lo que el valor de la seguridad jurídica y la mínima previsibilidad de sus decisiones está en cuestión, lo que debería hacer reflexionar a los futuros reformadores sobre en qué medida en las deficiencias técnicas de la norma se encuentra parte de la explicación de este desconcierto. En este momento se debate la conveniencia de no dejar al arbitrio de las magistraturas de trabajo valoraciones técnicas ajenas al derecho laboral para las que no se encuentran capacitadas*, lo cual conduce a cuestionar el papel secundario a que han sido relegados los expertos de la Administración pública, (inspectores de Trabajo).

Esto nos lleva a responder al segundo interrogante, sobre la necesidad de potenciar los procedimientos extrajudiciales de resolución de conflictos. Hay que dejar constancia de que el reformador de 1994 ha sido consciente de esta necesidad, y ha recogido y potenciado una tradición instaurada a principios de los años ochenta, especialmente en el ámbito de las Comunidades Autónomas.

En este sentido, parece una muy buena noticia que los agentes sociales (CEOE, CEPYME, CCOO y UGT) hayan suscrito el 25 de enero de 1996 un “Acuerdo de Solución Extrajudicial de Conflictos Laborales” (ASEC), que es de aplicación en todo el territorio nacional y tiene vigencia hasta el año 2000, con posibilidad de prórroga. Y para su gestión se ha creado un Servicio Interconfederal de Mediación y Arbitraje que esperamos sirva para desjudicializar los conflictos colectivos. El buen funcionamiento del ASEC, y de sus equivalentes autonómicos, es una pieza clave para otorgar credibilidad al proceso de evolución hacia un nuevo modelo de negociación colectiva. Esta lógica de potenciar las soluciones extrajudiciales ha recibido el espaldarazo del “Pacto por el Empleo”.

11.2) Modalidades de contratación:

11.2.1) Introducción:

Entre la amplia gama de modalidades de contratación que ofrece el actual marco jurídico, hay tres clases de contratos que monopolizan el 80% de todos los firmados

* Segura, J. *¿Hay que reformar el mercado de trabajo?*, El País, 13 y 14 de enero de 1997.

en el año 1996: el 32% fueron contratos eventuales por circunstancias de la producción, el 29% fueron contratos de obra o servicio y el 18% fueron contratos a tiempo parcial; mientras que los contratos de aprendizaje alcanzaban el 2,15% y los de prácticas se quedaban en un 0,8%. Si a esto le añadimos que la mitad de los contratos temporales tuvieron una duración inferior al mes y que actualmente el porcentaje de contratos temporales sobre el volumen total de contrataciones es del 34%, (el triple que la media europea), hemos de preguntarnos qué papel le corresponde al Derecho en la lucha contra este peligroso proceso de *precarización*, lo que nos lleva al debate sobre la reforma de las modalidades de contratación.

En la reforma del año 1984, para afrontar la grave crisis económica, se decide poner en marcha una nueva modalidad de contrato temporal de fomento del empleo, y aquí encontramos el origen del fomento de una cultura empresarial basada en la reducción de costes salariales, pues el nuevo contrato temporal se podía utilizar para cubrir puestos permanentes y el coste de rescisión era realmente mínimo, (12 días por año trabajado, sabiendo que el contrato tenía un límite de tres años).

Mantener durante diez años esta lógica ha hecho que la supresión progresiva de esta modalidad contractual en la reforma de 1994 no haya conseguido ningún efecto en la reducción de la precarización pues los empresarios se han refugiado en las otras modalidades de contratación temporal. *En este contexto parece razonable la reducción de las modalidades de contratación y fijar una regulación que evite su utilización como instrumentos exclusivos para reducir costes.*

Por ello, parece que va en la buena línea la propuesta del “Pacto por el Empleo” al proponer una nueva regulación de los contratos con los siguientes objetivos: fomentar la inserción profesional, (corrigiendo las manifiestas deficiencias de los actuales contratos de aprendizaje, formación y en prácticas); *potenciar el contrato a tiempo parcial*, (que es posiblemente la modalidad con mayor futuro, siempre que se garantice un equilibrio entre la flexibilidad y estabilidad), y evitar el uso fraudulento de la contratación temporal causal (cuando realmente se acrediten circunstancias objetivas excepcionales). La futura regulación debería seguir ofreciendo un amplio margen a la negociación colectiva para incidir en las características y utilización de estos contratos con el fin de adecuarlos a la realidad de los diferentes sectores y empresas.

Entre las medidas desreguladoras para la reforma del mercado laboral, destaca la ruptura del monopolio del Instituto Nacional de Empleo, que no está teniendo los efectos esperados. Una primera razón es que las agencias privadas de colocación sin ánimo de lucro no acaban de consolidarse en su labor de intermediación. Pero la principal razón la podemos encontrar en que, tras la legalización de las empresas de trabajo temporal (ETT), éstas están siendo utilizadas casi exclusivamente como instrumentos para la reducción de costes salariales, de tal manera que, como señala Ojeda Avilés⁺, da lugar a efectos secundarios perniciosos, fomentando una bolsa de trabajo mal pagado, con condiciones rayanas en la picaresca. En muy breve tiempo de funcionamiento ya se han podido constatar sus potenciales desviaciones, a las que una futura reforma debería poner coto para que cumplieran su función específica de dar respuesta a necesidades excepcionales de las empresas.

⁺ Ojeda, A. *Efectos secundarios de las empresas de trabajo temporal*, El País, 25 de enero de 1995.

En cualquier caso, la lucha contra la precarización debe apoyarse, además de en una adecuada regulación de las modalidades de contratación y de las ETT, en una nueva regulación del contrato indefinido, de sus causas y cuantía de rescisión, en un nuevo modelo de negociación colectiva, y en el fomento del nuevo contrato de trabajo estable a tiempo parcial. En cuanto a este último, su importancia potencial de cara al futuro, y el hecho de que se acaba de publicar un Real Decreto en noviembre de 1998 para incentivarlo, aconsejan dedicarle unas líneas.

11.2.2) El contrato de trabajo estable a tiempo parcial:

Como ya hemos comentado antes, el trabajo a tiempo parcial en España no ha alcanzado la extensión cuantitativa que éste tiene en el resto de la Unión Europea, donde su peso sobre el empleo total duplica el de nuestro país.

Los contratos de trabajo a tiempo parcial sólo suponen un 8% del total de la contratación, mientras que en la Unión Europea el porcentaje medio asciende hasta el 16% y en algunos países como Holanda, Reino Unido, Dinamarca o Suecia, sube por encima del 20%. Los datos disponibles muestran que los países que han apostado por la potenciación del trabajo a tiempo parcial han logrado reducir significativamente su número de desempleados.

Por otro lado, la utilización de la modalidad contractual del trabajo a tiempo parcial ha sido defectuosa y figura orientada hacia la temporalidad, de forma que el 85% del total de estos contratos tienen carácter temporal. Sólo ocho de cada cien contratos lo son a tiempo parcial, y de ellos, siete son contratos temporales.

De esta forma, se hacía necesario hacer atractivo el trabajo a tiempo parcial como una posibilidad alternativa que permitiese que el crecimiento de la economía española diese lugar a la máxima creación de empleo.

El primer paso lo constituye el Acuerdo sobre trabajo a tiempo parcial y fomento de la estabilidad alcanzado entre el Gobierno y las Organizaciones Sindicales más representativas en el ámbito estatal. Esto ha dado lugar al Real Decreto-ley 15/1998 aprobado por el Consejo de Ministros del 27 de noviembre y que ha sido convalidado por el Parlamento el día 17 de diciembre pasado.

Este Real Decreto se fundamenta en tres pilares básicos. En primer lugar se dota al contrato de la flexibilidad suficiente, de forma que se puedan armonizar los intereses de los trabajadores con los de los empresarios al ofrecer nuevas respuestas a necesidades de carácter personal, familiar, formativo etc., y atender al mismo tiempo a la adaptabilidad de las empresas.

En segundo lugar por la estabilidad, siguiendo las líneas orientativas establecidas a escala comunitaria en el Acuerdo Marco Europeo suscrito el 6 de junio de 1997 y en la Directiva de 15 de diciembre de 1997.

Por último, se pretende instrumentar la protección social adecuada para estos trabajadores, garantizándose la igualdad de trato y la no discriminación.

Para conseguir estos objetivos se introducen algunas novedades que vamos a comentar a continuación.

La primera novedad se produce en la propia definición del tiempo parcial. Hasta ahora, era tiempo parcial la prestación de servicios durante un tiempo inferior al considerado como habitual en la actividad. A partir de la entrada en vigor del Real Decreto-ley se entenderá que el contrato de trabajo se ha celebrado a tiempo parcial cuando se haya acordado la prestación de servicios durante un número de horas al día, a la semana, al mes o al año inferior al 77% de la jornada a tiempo completo establecida en el convenio colectivo de aplicación o, en su defecto, de la jornada ordinaria máxima legal.

Es decir, se introduce un umbral objetivable que permita la diferenciación clara e indubitada del trabajo a tiempo parcial con respecto al trabajo a tiempo completo, diferenciación básica a efectos de la aplicación de uno u otro régimen del contrato, especialmente en materia de protección social.

Este nuevo contrato es *voluntario*. En este sentido, la nueva regulación contempla un conjunto de reglas dirigidas a garantizar el principio de voluntariedad, tanto en cuanto a las vías de inicio de una prestación laboral de esta naturaleza, (“se reconoce al trabajador el derecho a no ser despedido por negarse a ser transferido desde un trabajo a tiempo completo a un trabajo a tiempo parcial o viceversa”, art. 2.1), como a los mecanismos de información y preferencia que faciliten el tránsito voluntario entre el trabajo a tiempo parcial y el trabajo a tiempo completo y viceversa.

Se establece, al mismo tiempo, la prohibición de realización de horas extraordinarias, salvo en casos de fuerza mayor, en coherencia con la propia significación y con la nueva construcción de las horas complementarias.

Esta es probablemente la principal novedad del Acuerdo de noviembre y de la nueva regulación del tiempo parcial. *Las horas complementarias* aparecen en el apartado 5 del artículo 12 y son aquellas cuya posibilidad de realización haya sido acordada por las partes, empresario y trabajador, como adición a las horas ordinarias pactadas en el contrato a tiempo parcial. Probablemente sea a través de las horas complementarias donde se concentre buena parte de las potencialidades de flexibilidad y adaptabilidad del contrato a las necesidades cambiantes de las empresas.

En cuanto a las medidas para favorecer la protección social de los trabajadores a tiempo parcial, se pueden destacar en primer lugar la equiparación del trabajo a tiempo parcial con el trabajo a tiempo completo a efectos de protección social, y en segundo lugar, el establecimiento de un coeficiente corrector del 1,5 que se aplicará sobre los supuestos de cotización acreditados por el interesado.

Con este coeficiente cada hora cotizada computará como hora y media a efectos de la percepción de la pensión con lo que se equipara con el contrato a tiempo completo a efectos de protección social. Se establece también una jornada tope inferior al 77% de la fijada en el convenio respectivo, y que se compondrá de horas ordinarias y complementarias, siendo estas últimas optativas para el trabajador. En

resumen, se atempera la distancia entre el contrato a tiempo parcial y el de tiempo completo, especialmente en los relativo a la percepción de las prestaciones sociales, incluida la de desempleo.

En definitiva, con esta nueva Regulación se profundiza en el desarrollo del principio rector de la política económica y social del Gobierno y se consigue el equilibrio entre la mayor competitividad que el contrato contribuye a potenciar en las empresas y la mayor solidaridad del sistema de protección social respecto a los trabajadores.

Lo que todavía no está clara es su aceptación por parte de los empresarios, que por el momento no han mostrado excesivo entusiasmo.

11.3) La regulación del despido:

El debate de fondo sobre la regulación del despido sirve para contraponer dos concepciones: una garantista y otra economicista. La concepción garantista, defendida por las organizaciones sindicales, se basa en que la regulación actual del despido improcedente es la última barrera defensiva que el marco legal ofrece para proteger un puesto de trabajo estable tras la reforma del año 1994, que supuso una importante ampliación de los supuestos de despidos objetivos y abrió de par en par la precarización de los contratos laborales.

Por su parte, la concepción economicista, defendida por las organizaciones empresariales, entiende que está en juego la competitividad y la subsistencia misma de las empresas, que como unidades económicas no pueden estar lastradas por unos excesivos costes laborales, cuyo mayor exponente es el precio del despido improcedente, muy por encima de la media europea, por lo que defienden el avance hacia una nueva regulación en la que el despido no sea algo excepcional, sino una técnica normal de gestión empresarial.

Técnicamente se distingue entre los despidos justificados, (despidos causales u objetivos) y los despidos injustificados, (despidos improcedentes o nulos). Actualmente los despidos justificados tienen para los empresarios un coste que es homologable al de nuestros vecinos europeos: 20 días por año trabajado, con un máximo de 12 mensualidades; y si la empresa es de menos de veinticinco trabajadores, el empresario sólo ha de pagar 12 días por año, pues el resto de la indemnización es a cargo del Estado, (a través del Fondo de Garantía Salarial). Pero si los jueces laborales entienden que el despido no está justificado y lo declaran improcedente, el empresario habrá de pagar 45 días por año trabajado, con un límite de 42 mensualidades.

De esta manera vemos cómo la última palabra la tienen los juristas y, por tanto, según su interpretación de las causas del despido sea más amplia o más restringida, el ámbito de los despidos improcedentes puede variar sustancialmente. Por ello, el debate sobre el despido debe reconducirse, desde la perspectiva jurídica, *a la valoración de la regulación actual de sus causas y de la decisión del legislador de otorgar la última decisión a los jueces, debiendo pasar a un segundo término la controversia sobre la cuantía del despido improcedente.*

La reforma del año 1994 añade dos nuevas causas de despido a las tradicionales de carácter económico y técnico: las causas organizativas y las de producción. De esta manera, lo económico ya no es el exclusivo punto referencial, permitiéndose que otras situaciones de dificultad no traducibles mecánicamente en datos contables puedan argumentarse para reducir el empleo*.

Pero, además de ampliar el número de causas, la reforma también introduce *criterios cualitativos* para valorar la concurrencia de las diferentes causas de despido, y es aquí donde se pueden encontrar los principales problemas interpretativos con los que se han topado los tribunales de justicia. Así, cuando el empresario alega causas económicas para fundamentar uno o varios despidos, deberá probar que éstos contribuyen a “superar una situación económica negativa de la empresa”; y si invoca alguna de las otras causas técnicas, organizativas o de producción tendrá que demostrar que los despidos *contribuyen* a “garantizar la viabilidad futura de la empresa y del empleo en la misma a través de una más adecuada organización de los recursos”. Hasta ahora los tribunales vienen manteniendo dos líneas interpretativas opuestas.

Una línea que se basa en la concepción tradicional garantista de mantener la prevalencia del puesto de trabajo salvo en situaciones extremas que pongan en peligro la misma supervivencia de la empresa, por lo que se exige demostrar que los despidos son necesarios para asegurar la continuidad de la empresa. En esta línea, los tribunales exigen que se pruebe la relación directa entre los despidos y la viabilidad de la empresa, o sea, que se acredite, en la terminología tradicional, que los despidos son el último recurso para intentar superar una situación económica crítica.

Una línea más favorable a los intereses de los empresarios, aplicadora fiel de la reforma y plasmada en *la sentencia del Tribunal Supremo de 24 de abril de 1996*, según la cual la reforma de 1994 ha introducido un giro copernicano en la concepción del despido objetivo, de tal manera que ya no se exige que el despido sea imprescindible o suficiente para garantizar la viabilidad de la empresa, sino que tan sólo se exige que “contribuya” a conseguir la mejoría de la situación de la empresa, de tal manera que basta con demostrar su conveniencia, que no su necesidad, en el marco de una estrategia de contribuir a la viabilidad del proyecto empresarial, por lo que los tribunales debe limitarse a verificar la razonabilidad de los despidos, sin entrar a valorar si son la única o la mejor de las soluciones posibles.

Hasta la citada sentencia del Tribunal Supremo, la línea mayoritaria era la primera, pero *esta sentencia ha marcado un punto de inflexión* que ha sido objeto de debate en el “Pacto por el Empleo”.

Por un lado, las organizaciones empresariales son partidarias de consolidar esa concepción, en la que la viabilidad del proyecto empresarial es el valor predominante, hasta el punto de que el despido objetivo se convierta en una medida normal de gestión e incluso de gestión previsional, o sea, cuando todavía existe una

* Cruz Villalón, J: *Alcance y efectos de la reforma legal en materia de despidos por causas económicas y empresariales*, en la obra colectiva, *Los despidos por causas económicas y empresariales*, Ed. Tecnos, Madrid. 1996.

situación deficitaria pero se constata una situación de progresivo deterioro que puede perjudicar un "adecuado funcionamiento de la empresa".

Y por otro lado, las organizaciones sindicales entienden que conviene recordar que el Derecho del Trabajo surge para tutelar al "contratante débil", por lo que el valor del puesto de trabajo no puede estar al arbitrio del empresario, cuyo aumento de la discrecionalidad en este campo consideran desmesurado y un peligroso camino hacia una mayor precarización del empleo. La nueva fórmula pactada por empresario y trabajadores ha intentado conciliar estas dos concepciones introduciendo el concepto de "buen funcionamiento de la empresa", matizando que este criterio deberá valorarse teniendo en cuenta la posición competitiva de la empresa en el mercado o las exigencias de la demanda. A la espera de una futura concreción en la reforma del Estatuto de los Trabajadores, parece claro que ha prevalecido la concepción economicista, salvo que una redacción legal ambigua deje abierta la puerta a una interpretación judicial garantista.

Detrás de este gran debate aparece la polémica sobre la cuantía del despido improcedente, que comparativamente con nuestros socios europeos es elevado. Pero conviene recordar que estamos hablando de un despido no justificado, en el que el empresario no ha sido capaz de acreditar ante el juez una causa objetiva o disciplinaria que lo fundamente. Tras el consenso sobre la modificación de las causas de despido objetivo, el debate sobre el despido improcedente se reduce a sus verdaderos términos: ¿qué cuantía es razonable exigir a un empresario que decide prescindir de un trabajador sin una causa objetiva fundamentada?

El "Pacto por el Empleo" nos ofrece una respuesta provisional que se concreta en el nuevo modelo de contrato indefinido. Es salomónica: ni los 20 días del despido objetivo ni los 45 del despido improcedente, sino 33 días, con un límite de 24 mensualidades. En este sentido, conviene tener presente tres datos:

- a) Según el último "Informe sobre el empleo" de la OIT, España es de los pocos países en los que se ha reducido la media de permanencia en el mismo empleo, pues entre los años 1987 y 1995 se ha pasado de una media de 11,2 a 9,8 años en los hombres y de 7,5 a 7,2 años en las mujeres, lo que supondría que en caso de despido improcedente el empresario debería abonar a los hombres una indemnización media equivalente a 15 mensualidades frente a las teóricas 42 mensualidades que permite la legislación vigente.
- b) Sólo el 6% de los despidos pasa por los jueces, lo cual demuestra que una gran mayoría de aquéllos se pactan, por lo que lo importante sería conocer la media estatal de sus indemnizaciones, para poder partir de datos reales y fijar una cifra que no permita hablar de despido libre de hecho.
- c) Actualmente un tercio del empleo es temporal; por tanto, sin derecho a indemnización.

11.4) La Negociación colectiva:

La negociación colectiva es uno de los grandes temas de la reforma de 1994, si no es el principal. Y la clave para evolucionar del actual modelo, denominado

* Molina Navarrete, C. *La aplicación judicial de la reforma laboral: normalización del despido como técnica de gestión empresarial*, La Ley, núm. 4.202 (8/1/1997).

“industrial” y que hunde sus raíces en el siglo XIX, hacia un nuevo modelo, cuyas semillas ha plantado la reforma de 1994, va a depender del *grado de madurez institucional de los agentes sociales*, que deben ser conscientes de que los retos de las relaciones laborales en el siglo XXI dependen de su capacidad para poner en marcha un modelo posindustrial de negociación colectiva.

La gran dificultad de partida es que la reforma de 1994 no fue fruto de un pacto entre los agentes sociales y esa falta de consenso hace que su actitud sea de desconfianza recíproca, sabiendo ambas partes que el puente hacia el nuevo siglo se debe tejer con los mimbres de un nuevo modelo de negociación colectiva. Con el nuevo “Pacto por el Empleo” los protagonistas han aceptado asumir este reto, superando una postura esencialmente continuista con el modelo previo a la reforma, aunque están abocados a superar la situación actual, porque en el fondo saben que vale la pena el esfuerzo de cruzar ese puente.

Ello supone, según Salvador del Rey⁷, que la nueva negociación colectiva ha de dar un vuelco en su eje de gravedad de regulación si quiere tener asegurado un lugar central en las relaciones laborales del siglo XXI, de forma que deje de estar centrada exclusivamente en la ordenación de las condiciones de “compraventa” de la fuerza de trabajo, (salario, jornada), para pasar a ser también *un instrumento organizacional, de adaptación del factor trabajo a la organización del trabajo*-y a la inversa-, siendo las condiciones laborales variables dependientes de ese eje temático central.

Este vuelco sólo será posible si nos replanteamos el contenido de los convenios, su estructura, sus funciones y su aplicación, y si además se produce un cambio de la concepción exclusiva del convenio como instrumento normativo de las condiciones de trabajo *hacia el convenio como instrumento efectivo de gestión personal, especialmente en el nivel de empresa*.

En esta línea, la valoración de la reforma de 1994 y del nuevo Acuerdo Confederal sobre Negociación Colectiva de 1997 puede hacerse desde la perspectiva de su adecuación para facilitar la transición hacia ese nuevo modelo de negociación colectiva, sobre la base de las siguientes características:

- a) Importante ampliación de los contenidos de la negociación colectiva ante la “retirada” de la normativa estatal que actuaba como Derecho obligatorio y uniforme. Este proceso de cesión de la norma estatal a favor de la convencional, va a permitir desarrollar una negociación colectiva más diversificada y adaptada y, por tanto, con mayor legitimación para abordar los problemas reales del sector o de la empresa. Un paso previo, de gran envergadura y complejidad, ha sido el consenso entre los agentes sociales para la efectiva sustitución de las históricas Ordenanzas y Reglamentaciones laborales mediante la aprobación, como parte del “Pacto por el Empleo”, de un Acuerdo Interconfederal sobre cobertura de vacíos.

⁷ Rey Guanter, S. del: *Autonomía individual y autonomía colectiva: algunos puntos críticos tras la reforma de 1994*, en la obra colectiva, *Negociación colectiva*, vol. II de los Cuadernos de Derecho Judicial, Ed. Consejo General del Poder Judicial, Madrid, 1995.

- b) Incentivo de la función "*organizacional o managerial*" de los convenios colectivos, frente a la tradicional función de compraventa" de la fuerza de trabajo y fijación de sus condiciones, (tiempo de trabajo, remuneración salarial y determinación de tareas y funciones) y la función "gubernamental" (se establecen las reglas de las mutuas relaciones y se potencia el carácter normativo del convenio). Esta función "organizacional o managerial" de la negociación colectiva será una de las principales señas de identidad del modelo posindustrial, especialmente en el nivel de empresa, pues *el tipo de organización es cada vez más presupuesto del funcionamiento de la empresa y de la fijación de unas condiciones de trabajo específicas, lo que exige que el convenio potencie sus aspectos de instrumento de gestión ordinaria de los recursos humanos*. La reforma de 1994 y el "Pacto por el Empleo" de 1997 son sensibles a esta función organizacional y ello se pone de relieve en temas como la movilidad geográfica, las modificaciones sustanciales de las condiciones de trabajo, la suspensión del contrato de trabajo o el despido por causas objetivas (entre las que destacan como novedad las causas organizativas). Todo ello debe conducir a una reconsideración de la importancia tradicional de las tres funciones, de tal manera que en cada caso, en función del sector y del tipo de empresa, se pondere cuál debe ser la función preponderante.
- c) Fortalecimiento del protagonismo del ámbito empresarial de la negociación. En la nueva normativa se tiene presente la problemática específica del ámbito empresarial, remitiendo a este nivel la regulación de temas hasta ahora no contemplados, y se da relevancia tanto a los trabajadores afectados como a su número para medir la incidencia de la negociación colectiva en los poderes empresariales. Y se contempla un régimen de inaplicaciones de lo previsto en convenios supraempresariales mediante la denominada técnica del "descuelgue", respecto del régimen salarial previsto en el convenio superior, y la posibilidad de pactar en el ámbito de la empresa una regulación diferente en materia de horarios, régimen de trabajo a turnos, sistema de remuneración y sistema de trabajo y rendimiento.
- d) Ruptura de la tendencia a promover un único modelo de convenio. Aunque con dudosa solvencia técnica, la nueva regulación abunda en las referencias a expresiones consensuales diferentes del convenio colectivo formal en temas como el sistema de clasificación profesional, los ascensos, la estructura salarial, la distribución irregular de la jornada, el límite de horas ordinarias, las modificaciones sustanciales de las condiciones de trabajo, etc. Avanzar en este proceso de diversificación lleva a desterrar concepciones como la que tacha de patológico un convenio colectivo de franjas o la que califica de irregulares todos los acuerdos no formalizados en convenio colectivo formal. Y en esta línea es un reto importante reconceptualizar las relaciones entre la autonomía colectiva y la autonomía individual, de tal manera que se pase de una relación de hegemonía de la autonomía colectiva a una relación de complementariedad con la autonomía individual, abriéndose la posibilidad real de un pacto individual posconvencional.

- e) Potenciación de los mecanismos de resolución de conflictos en el mismo convenio colectivo. Cada vez es más vital que los medios extrajudiciales de resolución de conflictos se pongan en marcha y funcionen, de tal manera que los conflictos colectivos tengan un cauce de solución rápido y de efectos equiparables a los de las resoluciones judiciales. Ésta es una aportación primordial para reforzar la paz laboral, y en esta línea han avanzado especialmente las Comunidades Autónomas; en el ámbito estatal, destaca el Acuerdo de Solución Extrajudicial de Conflictos Laborales de 25 de enero de 1996.

En conclusión se puede realizar una valoración moderadamente positiva de la reforma de 1994 y del "Pacto por el Empleo" de 1997 como facilitadores de una evolución hacia un modelo posindustrial de la negociación colectiva. Ahora la pelota está en el alero de los verdaderos protagonistas de ese cambio, los agentes sociales. Por ello, de poco servirá avanzar en mejorar técnicamente el marco jurídico si no hay un consenso suficiente para resolver la tensión que generó la reforma de 1994.

12) Conclusiones e Implicaciones de Política Económica

12.1) Conclusiones del Capítulo 8:

Las demandas de recursos humanos han cambiado en línea con el cambio organizativo y tecnológico. Ha habido un desplazamiento desde ocupaciones no cualificadas a cualificadas y desde las de cuello azul a las de cuello blanco. Ha habido una elevación del nivel mínimo de cualificaciones y una tendencia a la mayor variedad de habilidades en los programas de formación como resultado de una menor diferenciación de ocupaciones y una mayor polivalencia. Al mismo tiempo, las jerarquías se han reducido a medida que las responsabilidades se desplazan a operadores y algunas veces a equipos autónomos de trabajo dentro de las empresas o en empresas auxiliares.

Los canales de comunicación dentro y entre las empresas han cobrado una mayor importancia. La formación a nivel de empresa se vuelve más importante y se combina con una tendencia a reforzar los incentivos a mejorar el rendimiento, entre los cuales están el pago de primas por adquisición de habilidades y de competencias.

Todo esto refleja la concienciación entre las empresas de la importancia creciente que tiene para ellas la forma en la que logran explotar sus conocimientos. La capacidad de competir está cada vez más determinada por la efectividad con la que las empresas innovan en sus productos, servicios y procesos. Sin embargo, la innovación no sólo depende del conocimiento, pues éste debe hacerse efectivo. Las buenas ideas tienen que convertirse en dinero. La inversión en I+D no garantiza el éxito. El desafío es encontrar maneras para mejorar el conjunto del sistema de conocimiento.

En este desafío juega un papel central la dirección de personal, que debe considerar al factor trabajo más como un activo que como un coste. También debe entender que su política de personal debe ser un medio efectivo para un mejor desarrollo del talento individual y un instrumento de mejora del flujo del conocimiento. De esta forma, la dirección de personal está evolucionando desde una función de control a una de refuerzo y gestión de los conocimientos en el seno de la compañía y en las relaciones de ésta con su entorno.

Hay dos características del proceso de innovación que se deben tener en cuenta en la dirección de la empresa del conocimiento.

En primer lugar, desde el punto de vista del espacio, la innovación requiere, cada vez más, la ruptura de las fronteras en el interior de la empresa, (entre departamentos), y en el exterior, (con suministradores y clientes).

En segundo lugar, desde el punto de vista del tiempo, la innovación es de naturaleza *iterativa*, por lo que no es secuencial. Las fases del proceso pueden solaparse. De vez en cuando es necesario volver atrás. Las decisiones tomadas en fases iniciales de la trayectoria de innovación tienen consecuencias importantes para aquellos que trabajan en fases posteriores, y viceversa. Por ello es necesaria la comunicación constante en ambos sentidos.

Estas características del proceso de innovación hacen que la faceta de gestión del conocimiento de la dirección de personal cobre cada vez mayor importancia. En esa función lo importante es tener una visión integradora. Parece esencial que todas las decisiones en esta área no se tomen de forma aislada y desconexa, sino que responda a una estrategia global que tenga en cuenta las tres esferas de la actividad empresarial, (producción, I+D y gestión de recursos humanos), y las relaciones de la empresa con su entorno, desde una filosofía que intente promover la cooperación. También es importante que esta visión estratégica e integradora sea apoyada de forma constante por la dirección, y que sea comunicada a todas las personas de la empresa.

Aunque la dirección del conocimiento está todavía en sus inicios, ya se pueden encontrar algunas pautas en las empresas que se la han tomado en serio, y que pueden servir como principios generales que orienten a las demás: 1) La dirección del conocimiento se debe relacionar con el desarrollo del negocio. Desgraciadamente, tal y como veíamos en este capítulo, en muchos casos la formación sigue estando desvinculada del desarrollo estratégico de las empresas, y a menudo se inicia por razones que tienen poco que ver con la mejora del rendimiento en el puesto de trabajo. 2) La dirección del conocimiento se inicia con la contratación y la selección: 3) El desarrollo del personal es responsabilidad de la dirección. 4) Se deben establecer vínculos entre las funciones de desarrollo y las de formación.

Estos complejos procesos de reestructuración sectorial y a nivel de país se reflejan en tendencias más globales. El desplazamiento hacia unidades de producción más especializadas y pequeñas se contrapesa con el crecimiento de los servicios a los productores, a medida que se compran cada vez más inputs fuera (Capítulo 6). Hay un aumento general del nivel educativo y un desplazamiento hacia ocupaciones cualificadas de cuello blanco, a medida que aumenta la demanda de trabajadores de alto nivel educativo.

En un contexto de niveles de educación cada vez más altos, el crecimiento está favoreciendo a los más cualificados. Los sectores y ocupaciones que están creciendo más son aquellos en los que los niveles educativos son más altos. También ha habido un desplazamiento hacia un mayor uso del empleo a tiempo parcial, (la excepción es España), y hacia una mayor variación de sueldos.

En términos de las diferencias entre grupos de países, se pueden encontrar tres aproximaciones al objetivo de la adaptabilidad y la mayor flexibilidad.

Por un lado, el enfoque impulsado por el mercado se puede encontrar en empresas de Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y el Reino Unido. Influidos por la estructura relativamente liberal de los mercados de factores y productos, las empresas han seguido una amplia variedad de estrategias para conseguir la adaptabilidad y gestionar el riesgo, mientras que maximizan el valor del accionista y satisfacen otros criterios financieros a corto plazo. La flexibilidad ha dependido en un alto grado de la capacidad de las empresas para añadir o eliminar activos fijos mediante estrategias de adquisiciones o desinversiones.

La adaptabilidad de la fuerza de trabajo se ha conseguido mediante mercados de trabajo externos bien desarrollados, de forma que las empresas han sido capaces de despedir a los trabajadores cuyas cualificaciones ya no necesitan y contratar a los que

tienen las que piden. Este enfoque se aproxima a *la flexibilidad numérica y externa*. Sin embargo hay factores históricos, institucionales y normativos que también juegan un papel. Por ejemplo Australia tiene, por un lado, mercados de productos liberalizados, y por la otra, un alto nivel de afiliación sindical y un sistema centralizado de fijación de sueldos.

Un enfoque *más basado en el consenso o en las relaciones* se puede encontrar en las empresas alemanas, y hasta cierto punto en países nórdicos y en algunos continentales como Bélgica, Francia y Holanda. Se basa sobre todo en la negociación para alcanzar el consenso entre un amplio número de accionistas e implica mercados de capital más restringidos y una mayor concentración de capital en los bancos y en las empresas.

Este enfoque permite un enfoque más a largo plazo, más reflexivo en el planteamiento de la estrategia y en la asignación de recursos. La tradición de toma de decisiones por consenso, en parte siguiendo el modelo alemán de participación en la toma de decisiones, se va difundiendo. Los sistemas educativos han invertido fuertemente en la formación de una buena base de habilidades lo que ha contribuido a altos niveles de competencia individual y a una gran capacidad de adaptación. El enfoque basado en el consenso de toma de decisiones sobre la estrategia de la empresa y de desarrollo de las cualificaciones de los trabajadores, se complementa con la consulta en el nivel más alto del sector. Todos estos ingredientes contribuyen a crear un círculo virtuoso de formación continua, reasignación del factor trabajo, crecimiento de la productividad y seguridad en el empleo a nivel sectorial. Este enfoque tiene más elementos de la flexibilidad funcional y de desarrollo interno.

Un tercer enfoque, también consensual en estilo, pero más centrado a nivel de empresa, se puede encontrar en Japón. Como en los países europeos, la concentración de capital y unos mercados de capital más restringidos han mantenido centrada la toma de decisiones estratégicas en objetivos como el desarrollo de la tecnología o la ganancia en la cuota de mercado, dejando en segundo plano los criterios financieros a corto plazo.

La adaptación de la fuerza de trabajo se ha conseguido mediante una combinación de una política educativa que proporciona una amplia base de competencias generales con prácticas muy desarrolladas de desarrollo de los recursos humanos en el interior de las empresas. El menor énfasis, en comparación a los países europeos en el desarrollo de la formación profesional se compensa con una combinación de formación profesional impartida en la empresa y una mayor movilidad en el interior de la empresa en ocupaciones y puestos de trabajo. El resultado ha sido un círculo virtuoso de formación de habilidades, reasignación del factor trabajo, crecimiento de la productividad y seguridad en el empleo a nivel de empresa, sobre todo en las grandes. Este enfoque también tiene más elementos de flexibilidad funcional y de desarrollo interno.

Bajo presiones competitivas globales, estos distintos enfoques para conseguir capacidad de adaptación y flexibilidad a nivel de empresa están empezando a cambiar. Aunque no estén convergiendo necesariamente, las distintas pautas nacionales y regionales muestran signos de empezar a perder su unicidad. En especial, las empresas parecen estar adaptándose de forma más variada que en el pasado. Las que se basaban

en la flexibilidad externa dependen ahora más del desarrollo de la capacidad interna y de los recursos humanos para el cambio.

Parte del enfoque estratégico en las competencias núcleo de las empresas se ha basado en un mejor desarrollo y uso de los recursos tecnológicos y humanos internos. Los que han conseguido la flexibilidad mediante procesos relativamente cerrados y basados en el consenso de gestión y desarrollo de las capacidades de la empresa cada vez recurren con mayor frecuencia al exterior. Por ejemplo, en Francia, lo que una vez fueron ajustes internos se están convirtiendo en externos a medida que el número de trabajadores a tiempo parcial alcanza el nivel de Estados Unidos y del Reino Unido, aumentan los contratos temporales y baja la duración. En Japón hay señales de que las estrategias tradicionales basadas en la formación polivalente específica a la firma está perdiendo peso a favor de la contratación de capacidad técnica en el exterior en todos los niveles.

En España, la mayoría de las empresas adolecen de notorias insuficiencias organizativas, que hacen que predominen entre ellas las estructuras tradicionales de tipo funcional o simplemente informales sujetas a un rígido principio jerárquico.

Como fruto de su debilidad organizativa, las empresas adolecen de capacidades para incorporar los factores intangibles de competitividad en la gestión. Ello se refleja en la carencia, para muchas empresas, de departamentos especializados en áreas como la investigación de mercados, los recursos humanos o la I+D.

Es destacable el bajo nivel educativos que exhiben los empresarios. Casi las tres cuartas partes de sus miembros no han sobrepasado la enseñanza básica y sólo un 5% cuentan con una educación superior. Esta es una de las razones por las que destaca como uno de los países de Europa que menos presupuesto dedica a la formación. Por otra parte, las cantidades invertidas en formación ignoran que estas sumas deben priorizar los recursos humanos, respondiendo a una visión estratégica e integradora que tenga en cuenta todas las esferas de actividad de la empresa, y que comprenda la naturaleza iterativa de los procesos de innovación.

Los estilos de dirección se caracterizan por el predominio de actitudes conservadoras y poco creativas, lo que se refleja en una carencia relativa de espíritu innovador y de capacidad de iniciativa; por la existencia de una visión negativa de los cambios en el entorno que frena la adopción de objetivos estratégicos y la planificación a largo plazo; por unas formas paternalistas de comunicación con los empleados, que dificultan la comunicación con ellos, paralela a una excesiva centralización de las decisiones; y por un limitado interés en los aspectos referidos a la calidad de los productos y a las relaciones con la clientela.

Además del conservadurismo en la dirección y de la simplicidad organizativa, las empresas en *España carecen, por lo general, del tamaño* que se requiere para sostener el desarrollo de estrategias competitivas basadas en la exportación la diversificación, la diferenciación y la creación de tecnología o de otros activos intangibles.

En cuanto al marco jurídico, es conveniente aclarar que no se debería establecer una relación entre la creación de empleo y el marco jurídico. Lo que sí parece

aconsejable es que este marco sirva para *aportar seguridad* a los agentes sociales, lo que implica el establecimiento de unas reglas claras y realistas, de tal manera que faciliten los comportamientos y ayuden a la toma de decisiones individuales y colectivas.

En las modalidades de contratación, España destaca por el uso masivo de la contratación temporal, lo que indica un desplazamiento hacia la flexibilidad externa. Si a esto le añadimos que la mitad de los contratos temporales tuvieron una duración inferior al mes, hemos de preguntarnos si la fuerte precarización existente en nuestro país es compatible con una visión de los recursos humanos como activos de la empresa a los que hay que formar. Hay que recordar que, como veíamos en el capítulo anterior, las nuevas formas organizativas, para que funcionen, requieren a trabajadores polivalentes y educados, comprometidos con la organización, deseosos de seguir aprendiendo y de adoptar responsabilidades.

Una forma de contratación que parece mucho más adecuada a las nuevas necesidades de flexibilidad por parte de la empresa, y de formación continua y de compatibilización de la vida profesional con la personal de los trabajadores, *es el contrato a tiempo parcial*. De hecho, desde 1988, el empleo a tiempo parcial ha crecido de forma relativamente rápida en la mayoría de los países desarrollados. Desgraciadamente, España destaca por la escasa incidencia de este tipo de contratos. Sin embargo, hay que señalar que el Pacto por el Empleo de 1997 va en buena línea al intentar potenciarlos. Por último, es elogiable el estímulo a la función “organizacional o managerial” de los convenios colectivo, frente a la tradicional función de compraventa de la fuerza de trabajo.

Para el conjunto de los países de la Unión Europea, el tema crucial se vuelve como conseguir el mejor de los resultados para todos los países, para así conseguir maximizar los beneficios de la adopción de las nuevas formas de organización basadas en la confianza y en el alto nivel de cualificación.

12.2) Implicaciones de Política Económica de los Capítulos 6 7 y 8:

Para los gobiernos, la cuestión es saber que acuerdos institucionales y que políticas van a llevar a mayores cualificaciones, sueldos más altos, mayor productividad y mayor creación de empleo.

En conjunto, las nuevas políticas deben asegurar los siguientes objetivos a corto y largo plazo:

- i) mejora del rendimiento de las empresas para asegurar un crecimiento a largo plazo de la productividad y del empleo;
- ii) aumento de la generación interna de activos intangibles incluyendo las habilidades y la tecnología;
- iii) asegurar que el entorno externo en el que operan las empresas es capaz de proporcionar los inputs necesarios para que mejore el rendimiento empresarial;
- iv) asegurar que los sistemas e instituciones educativas y de formación profesional funcionan eficazmente; y
- v) encontrar soluciones innovadoras para los que tienen pocas cualificaciones o para los que están excluidos del mercado de trabajo por otras razones.

Esto requiere una mejor coordinación entre las políticas existentes en negocios, industria, educación, formación y política de empleo. También un enfoque más coherente de las nuevas políticas para asegurar que el doble objetivo de mayor eficiencia y de mayor equidad se refleja en todas las medidas que se tomen. Las propuestas se pueden dividir en los siguientes apartados.

1) *Mejora del rendimiento de las empresas:*

La política industrial y tecnológica puede ayudar a mejorar la eficiencia del funcionamiento de las empresas y a elevar la productividad y el empleo a largo plazo. Dentro del planteamiento que hemos enunciado arriba, se necesitan mejores políticas basadas en dos enfoques complementarios.

Deben ofrecer a las empresas buenos incentivos para que adopten el conjunto apropiado de estrategias, incluyendo las de ajuste externo, que hagan posible la construcción de los activos que son necesarios tanto para la eficiencia a corto plazo, como para la viabilidad a largo, del crecimiento y del empleo. Deben asegurar que la intervención del gobierno puede superar la prueba del criterio de lo que no sería viable en el mercado. Esto implica que la intervención sólo se justifica cuando las empresas invierten menos de lo que deberían en ciertos tipos de activos tecnológicos y de recursos humanos, o que infrutilizan cierto tipo de inputs debido a falta de información, de competencias o de recursos.

En el lado de la demanda, puede haber fallo del mercado en relación a la decisión del conjunto de estrategias y medidas que constituyen los que se denomina como *prácticas de trabajo de alto rendimiento*. Las áreas en las que el rendimiento de las empresa puede ser mejorado mediante un mejor flujo de la información incluyen asegurar que existen mecanismos para proporcionar información sobre el cambio

organizativo, sobre la mejor practica de gestión, sobre la mejora de la calidad, o sobre la dirección estratégica del personal en la empresa del conocimiento.

Para ello, se puede implicar, en el caso en el que sea necesario, *la coordinación o el apoyo de intermediarios del sector privado*, (incluyendo a los sindicatos, a las organizaciones empresariales y a otras organizaciones que se estime conveniente), de cara a mejorar las capacidades de gestión de las empresas. Este tipo de mecanismos son una necesaria ampliación de las limitadas políticas que muchos gobiernos introdujeron en el pasado, que *se centraban exclusivamente en la difusión de tecnología*.

En estos dos capítulos se sugiere que las innovaciones organizativas son una parte esencial del cambio, con implicaciones fundamentales para la productividad, los recursos humanos y el empleo, por lo que la política de empleo debería tomarlas en consideración.

Se debe prestar especial atención al estímulo a la creación de nuevas empresas y al crecimiento basado en la acumulación de conocimientos y de habilidades. Las áreas donde hay claras insuficiencias del mercado incluyen, por ejemplo, los casos en los que:

- i) las inversiones pueden ser demasiado grandes para las empresas, (las inversiones de las pequeñas empresas en innovación organizativa o tecnológica son un ejemplo, que como hemos visto, son muy frecuentes en España; los proyectos de investigación y desarrollo son otro);
- ii) los casos en los que las empresas no pueden obtener los suficientes beneficios para asegurar que van a invertir en nuevas tecnologías, competencias, habilidades o en reformas organizativas, a pesar de que los retornos de la inversión en estos activos serían grandes para la sociedad.
- iii) aquellas situaciones en las que *hay falta de información, incertidumbre o alto riesgo*, (un ejemplo sería la adopción de nuevas formas de organización que requieren un replanteamiento de las funciones y una adquisición de nuevas habilidades).

Cuando esté justificada la intervención, la eficacia en la aplicación de las políticas es necesaria. En ocasiones los programas del gobierno no han sido tan eficientes como sería deseable por razones que incluyen: la errónea selección de los objetivos; la falta de idoneidad de los programas; la falta de conocimiento sobre su existencia, (esto pasa sobre todo en el caso de las pequeñas empresas); la escasa participación de las empresas; la limitada flexibilidad de los programas, (los requisitos cambian con el tiempo o con el cambio de circunstancias, de forma que los programas cada vez se adaptan menos a los requisitos).

2) *Facilitación del ajuste en los mercados de trabajo internos y externos de los sueldos, el tiempo de trabajo, los niveles de plantilla y las condiciones de trabajo.*

Una de las principales barrera a los cambios internos y externos para las empresas es la dificultad de establecer un foro y un programa lo suficientemente amplio como para poder evaluar las fortalezas y las debilidades de todo un amplio espectro de opciones, y para poder intuir las contrapartidas de cada una de ellas. Las políticas deberían perseguir tres amplios objetivos:

- asegurar que hay foros dentro de los que se puede considerar un amplio espectro de ajustes y para valorar las contrapartidas que supone cada uno de ellos.
- asegurar que existen los procesos apropiados que tengan en cuenta los costes y los beneficios de las distintas alternativas.
- asegurar que hay medios con los que evaluar la presencia de fallos del mercado o de otras barreras, (tales como la falta de los acuerdos institucionales necesarios), al ajuste.

En el contexto de la practica actual que hemos dividido en enfoques de ajuste interno, (basado en el consenso y en las relaciones), e interno, (impulsados por el mercado), las recomendaciones especificas dependen fuertemente del punto de partida.

En los países que se han caracterizado por el ajuste interno parece haber una necesidad general de asegurar que los procesos y los mecanismos de ajuste no crean una división sistemática entre un núcleo duro seguro y bien pagado y otro precario y mal pagado (es el caso de España y de la mayoría en Europa).

Una forma de conseguir este objetivo es asegurar que los costes no salariales y los distintos beneficios complementarios son proporcionales a las horas trabajadas, para así minimizar los costes sociales de las formas poco estándares de empleo. También es importante que los sistemas de relaciones industriales y los procesos de negociación colectiva permitan la consideración de un amplio espectro de contrapartidas entre los distintos factores, que además se caracterizan por ser interdependientes. Esto podría implicar la negociación simultánea de sueldos y de niveles de empleo, por ejemplo, o de la organización del trabajo, la formación y las horas de trabajo.

En los países que se han caracterizado por ajustes externos, hay una necesidad general de asegurar que el empleo, la salud y el bienestar a largo plazo no dependen en excesivo de las circunstancias a corto plazo del empleo, (es el caso del Reino Unido). Esto exige, por ejemplo, acuerdos institucionales que permitan *la transferencia de las pensiones*, los seguros de sanidad y las habilidades y las competencias que los individuos adquieren en su formación y en su experiencia de trabajo.

3) Desarrollo de los Recursos Humanos: mejora de la capacidad de adaptación de los trabajadores.

La capacidad de adaptación de los trabajadores depende de dos tipos de políticas.

El primer tipo intenta asegurar que la fuerza de trabajo tiene la suficiente cualificación para el trabajo inicial, y una base idónea para el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

El segundo intenta asegurar que las oportunidades de enseñanza y de aprendizaje están ampliamente disponibles para todos los adultos, para así permitirles reciclarse y seguir mejorando sus cualificaciones.

El primer tipo exige que las políticas educativas intenten asegurar que la gente joven permanecerá en la escuela por lo menos hasta que haya adquirido suficiente formación profesional, o la base necesaria para seguir con educación, formación o aprendizaje posterior, (por lo general será la finalización de un programa de formación profesional o de educación secundaria).

En tanto en cuanto las exigencias de cualificación de los empresarios están cambiando, debido a cambios en los tipos de educación, así como a cambios en las practicas de trabajo, *parece conveniente mejorar la consulta y la comunicación entre los responsables de la educación, los empleadores y los sindicatos*, para así asegurar que la enseñanza y la educación se adaptan tanto a las exigencias de cualificación, como a las restricciones en cuanto a tiempo y recursos.

El segundo tipo va a exigir un esfuerzo coordinado entre las autoridades educativas, las del mercado de trabajo, los sindicatos y los empresarios, para identificar a los jóvenes que dejan la escuela sin la suficiente formación profesional, y a los adultos con muy bajos niveles de preparación, para luego desarrollar métodos de enseñanza y aprendizaje, y establecer lugares en donde se asegure que se van a satisfacer estas necesidades.

Desde un punto de vista general, hay una necesidad de incentivos y de medios, (acuerdos institucionales, métodos apropiados de enseñanza y de aprendizaje), que *aseguren el aprendizaje a lo largo de toda la vida*, y el reciclaje y la formación continua de todos los trabajadores, independientemente del lugar o de las condiciones de su puesto de trabajo. Esto podría suponer un papel más activo para los sindicatos y para otros organismos intermedios a la hora de proporcionar orientación, certificados y consejo a los individuos.

Hay también una necesidad de que las empresas *consigan un equilibrio entre sus inversiones en tecnología y en capital humano*. Esto podría requerir que se promueva la transparencia de las cualificaciones y de su valor para la empresa, para así crear el escenario y los incentivos adecuados dentro de los cuales los empresarios y los empleados pueden hablar sobre tecnología y estrategias de desarrollo de recursos humanos, valorando los costes sociales y económicos de las distintas opciones y considerando medidas para reducirlos.

Puede ser más difícil proporcionar las necesidades de formación de las pequeñas y medianas empresas, pues por lo general requieren una formación a medida que elimina las economías de escala que los formadores obtienen cuando enseñan a las grandes.

Los gobiernos podrían ayudar a las pequeñas empresas a superar algunas de las dificultades mediante el establecimiento de *organismos de cooperación a nivel de sector* en donde agrupar la demanda de formas específicas de formación. Pero, en tanto en cuanto este tipo de enfoque no llega a satisfacer

todas las necesidades de formación de las pequeñas empresas, podría ser conveniente algún tipo de apoyo financiero.

Las políticas deben asegurar que hay suficientes oportunidades para transferir el conocimiento científico y tecnológico desde las instituciones de investigación, las universidades y los institutos tecnológicos, a las empresas y a los individuos. Esto probablemente exija una mayor capacidad de este tipo de instituciones para desarrollar estrategias de difusión del conocimiento que se puedan aplicar con mayor rapidez, se puedan individualizar y difundir de la forma mas eficaz y barata que sea posible. En este campo la mejora de Internet puede ser un instrumento muy eficaz y barato.

Por último, en muchas áreas relacionadas con el cambio organizativo, hay falta de información sobre la que basar la política. *Esto sugiere que es necesario seguir trabajando en este terreno, por ejemplo elaborando encuestas comparables en los distintos países para permitir llegar a conclusiones más sólidas en cuanto a las políticas que se deben adoptar.* También sugiere la necesidad de un mayor diálogo entre empresas y trabajadores, para así diseñar mejor las políticas y administrar mejor los programas.

ABRIR CAPÍTULO IX.- Incidencia del ...

