



00484
3
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

División de Estudios de Posgrado

**Tecnoglobalización:
Investigación y Desarrollo,
Productividad y Transferencia de Tecnología**

FALLA DE ORIGEN

**Tesis
Que para optar por el grado de
DOCTOR EN SOCIOLOGÍA
Presenta
IVÁN MOLINA OCHOA
Director de Tesis
DR. RUY MAURO MARINI**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice:

**Tecnoglobalización:
Investigación y
Desarrollo;
Productividad y
Transferencia de
Tecnología.**

INDICE

"TECNOGLOBALIZACION: Investigación y Desarrollo; Productividad y Transferencia de Tecnología"

Resumen.

Pp.2

Palabras y conceptos claves.

Pp.3

Introducción

Pp.4

Capítulo I

Tecnoglobalización y La Investigación y Desarrollo

- 1).- **Tecnoglobalización: definición.Pp. 19**
- 2).- **La nueva economía mundo.Pp. 20**
- 3).- **Los bloques económicos y regionalización de la producción.Pp.22**
- 4).- **La producción global en 1984.Pp.25**
- 5) **La supremacía de las Corporaciones Multinacionales. Pp.26**
- 6).- **El nuevo cuerpo de la Corporación Multinacional.Pp.27**
- 7).- **Los acuerdos interfirma.Pp.28**
- 8).- **Internacionalización de la investigación y desarrollo.Pp.30**
- 9).- **Impacto de las nuevas tecnologías en la fábrica moderna.Pp.31**
- 10).- **Tecnoglobalización vs Tecnología nacional.Pp.32**
- 11).- **La nueva investigación y desarrollo (I+D).Pp.33**
 - A) **Articulación de la demanda. Pp. 35**
 - B) **La inteligencia en la producción. Pp. 36**
 - C) **Investigación y desarrollo (I+D), interempresarial. Pp. 37**
 - D) **La fusión en el año 2000. Pp.38**
- 12).- **Los ejes de la competencia entre las corporaciones multinacionales.Pp.40**

CAPITULO II.

Investigación y Desarrollo y Comercialización de Tecnologías.

- 1) Productividad y comercialización de tecnologías. Pp.44**
- 2) Se recorta el ciclo de renovación tecnológica y aumenta el costo de I+D. Pp. 46**
- 3) Se recortan: El ciclo de I+D, los tiempos de producción y los de circulación. Pp.49**
- 4) La necesidad de amortizar rápido: más líneas de producto por el mismo costo de la tecnología. Los multiproductos derivados de tecnología estratégica. Pp.51**
- 5) Construcción de la capacidad de comercialización. Pp.54**

CAPITULO III.

La Revolución por la productividad.

1.- 20 años de innovación y crecimiento de la productividad en las naciones industrializadas.

1).- Innovación y crecimiento de la productividad en las naciones industrializadas. Pp.64

- A) Cuantificación de la productividad. Pp.65
- B) Calidad del capital. Pp. 68
- C) Calidad y empeño laboral. Pp. 70
- D) La función de la innovación. Pp.71
- E) Prospectiva de la productividad. Pp. 73
- F) Crecimiento de la productividad: un rompecabezas Pp.74
- G) Efectos de otras fuentes de crecimiento. Pp. 76

2).-- La productividad internacional a partir de 1980. Pp.78

3).-- La productividad en la década de los 90's.Pp.81

2.- El nuevo Resorte de la Productividad: La fábrica integrada por computadora y la automatización flexible.

1) Integración de fases por computadora y costos falsos de producción.Pp.86

2) Niveles de mecanización y computadoras en la fábrica moderna.Pp.89

3) Innovaciones en sistemas de manufactura.Pp.92

- a) Transferencia de tecnología intra-firma transnacional. Pp.92
- b) Heterogeneidad productiva. Pp. 93
- c) El recurso humano: base de la filosofía de los sistemas de manufactura. Pp. 93

3.- La automatización y la producción flexible.

1) Sistemas de fabricación manufacturera.Pp.94

2) Definición de los sistemas de automatización. Pp.96

3) Componentes funcionales de un sistema de Fábrica Integrada por Computadora (FIC).Pp.98

4) La FIC y el uso de robots.Pp.105

5) El sistema informático en la FIC: Jerarquía de computadores. Pp.

6) Capacidades de la factoría del futuro. Pp. 110

7) No todo es una FIC.Pp.111

8) Automatización avanzada de la producción en países industrializados.Pp.113

4.- El cambio científico y tecnológico y sus efectos sobre el trabajo y el empleo.

a) La naturaleza del cambio científico y tecnológico.Pp.117

b) El cambio en la naturaleza del empleo.Pp.118

c) Cambios en el volumen del empleo.Pp.118

d) Cambios en las calificaciones profesionales.Pp.120

CAPITULO IV.

Transferencia de Tecnología.

1.- La Tecnología y su transferencia.

- 1) Cómo definir a la tecnología cuando se transfiere. Pp.122**
- 2) Cómo entender el proceso de transferencia tecnología. Pp.123**
- 3) Diferentes rostros de la transferencia de tecnología. Pp.124**
- 4) Cambio tecnológico y transferencia en los países dependientes. Pp. 126**
 - a) Evaluación de la tecnología. Pp. 128
 - b) Asimilación y adaptación de la tecnología a las condiciones del país. Pp. 129
 - c) Difusión de la tecnología. Pp. 130
 - d) Políticas de difusión de la tecnología. Pp. 130
 - e) Innovación. Pp. 132
- 5) Comentarios. Pp.-132.**

2.- Características de las empresas de consultoría o de servicios técnicos.

- 1) Tipos de servicios. Pp. 133**
 - a) De preinversión. Pp. 133
 - b) En materia de procesos y de tecnología. Pp. 134
 - c) De ejecución de proyectos. Pp. 134
 - d) De inspección y control de calidad. Pp. 134
 - e) De funcionamiento y mantenimiento. Pp. 135
 - 2) Aprendizaje y capacidades tecnológicas. Pp. 136**
- #### **3.- Las empresas de consultoría y de servicios técnicos en los países dependientes. Pp. 137**

CAPITULO V.

Razones de un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo.

1.- Sistema Nacional de Innovación e Investigación y Desarrollo.

- 1) Innovación Cambio Tecnológico y Estructura Productiva. Pp.140
- 2) Innovación y Comercialización de Tecnologías. p 143
- 3) Investigación y Desarrollo: La liga U+I. p. 143
- 4) Formas de Vinculación U+I. p.146
- 5) Tendencias Generales de I+D en el marco del TLC. .p. 149
- 6) Del Énfasis en la Industria al Énfasis en la Tecnología. p.151
- 7) Sistema Nacional de Innovación (SNI) y Plan Nacional de I+D. p. 152
- 8) La Necesidad de un Plan Nacional de I+D. p. 153
- 9) Esquema de un Sistema Nacional de Innovación. p. 153

2.- La I+D en Otros Países.

1) El Sistema de Ciencia + Tecnología + Industria: El caso español p.157

- A) La importancia de estudiar otros modelos. Pp. 157
- B) Cuatro ejes de la estrategia de I+D. Pp. 157
- C) Política de investigación científica y tecnológica. Pp. 161
- D) Financiamiento. Pp. 163

2) El Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Español

- A) Antecedentes y marco legal. Pp. 168
- B) Principales instituciones. Pp. 169

3) Programas del Plan Español de I+D.

- A) Fomento del desarrollo científico y tecnológico. Pp. 173
- B) Planificación del desarrollo científico y tecnológico. Pp.174
- C) Programas del Plan Nacional de I+D. Pp. 175
- D) De la coordinación. Pp. 176
- E) Articulación del sistema de ciencia+tecnología+industria. Pp.177
- F) Actividades internacionales.Pp.178

4) Política de Desarrollo Tecnológico de la CEE. Pp. 179

5) Política de Desarrollo Tecnológico: El Modelo Japonés. Pp. 184

- A) La función del gobierno. Pp. 192
- B) El sistema de ciencia+tecnología+industria. Pp. 195
- C) Condiciones para la obtención del progreso tecnológico. Pp. 195
- D) Supuestos del modelo japonés. Pp. 195
- E) Política gubernamental. Pp. 196

6) Sistema de Innovación y Política Tecnológica: El caso de E.U.. Pp. 197**7) Políticas Científicas y Tecnológicas en América Latina y en México.**

- A) Esquema para América Latina. Pp. 199
- B) Política mexicana de Ciencia y tecnología: La vinculación de la investigación y el sector productivo y la formación de recursos humanos. Pp. 201

8) Ciencia y Tecnología e I+D en México.

- A) Características del subsistema de investigación nacional. Pp. 208
- B) Un subsistema de investigación estercho. Pp. 210
- C) Las sedes de la investigación. Pp. 210
- D) Financiamiento de I+D. Pp. 211
- E) Dos tipos de instituciones. Pp. 214
- F) Objetivos de I+D. Pp. 216
- G) Trabajo calificado y movilidad del personal científico. Pp. 220
- H) Los recursos humanos en ciencia y tecnología. Pp. 223
- I) Educación de Posgrado. Pp. 229
- J) Becas de Posgrado. Pp. 231
- K) I+D en el sector productivo. Pp. 232
- L) Estimación del personal de I+D en 1990. Pp. 233

Conclusiones.

Pp. 235

Fuentes.

Pp. 269 (numeración propia 1-27)

TECNOGLOBALIZACION: INVESTIGACION Y DESARROLLO; PRODUCTIVIDAD Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA.

**Tesis que presenta Iván Molina Ochoa para obtener el grado de doctor en sociología.- Marzo de 1995. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.
Director de tesis: Dr. Ruy Mauro Marini.**

TECNOGLOBALIZACIÓN: Investigación y Desarrollo; Productividad y Transferencia de Tecnología.

Resumen

Tecnoglobalización es un concepto que concentra las tendencias generales de la globalización, de la formación de una nueva división internacional del trabajo; la configuración de una nueva regionalización y reacomodo de la tasa de ganancia mundial en lo que la corporación multinacional lleva la batuta. Al tiempo que pone a discusión las bases de ese proceso, de las ventajas competitivas cuyas zapatas las arman la innovación y el cambio tecnológico como base de la productividad y resorte de la competitividad internacional que bajo el libre mercado poco a poco transita al libre juego de la ley del valor, al esquema del intercambio de equivalentes de valor. De ahí que la comercialización de tecnologías sea un nuevo resorte de la productividad en la medida que incide en el aumento de la velocidad de producción de ciclos de renovación tecnológica con el consecuente incremento de la innovación, el cambio tecnológico y la investigación y desarrollo.

La revolución mundial de la productividad, --vista a nivel micro-- y su verdadero apoyo, la fábrica integrada por computadora y la producción flexible, es un fenómeno que tomará tiempo pero dará otra cara a la producción mundial --a nivel macro, esferas que no es posible separarlas--.

Los países dependientes, "las potencias" emergentes y aún algunos desarrollados, continúan con el proceso de transferencia de tecnología cuyo eje se localiza en las corporaciones multinacionales con todo y los intangibles o los "ocultos" que no se transfieren con los equipos.

Las razones para la elaboración de un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo es el objetivo central al que queremos llegar con este trabajo, después de hacer una evaluación para el caso de México y comparaciones con otros países sobre el estado de la investigación y desarrollo (I+D) y las capacidades científicas y tecnológicas, así como de la movilidad del personal científico. En este escenario buscamos los quehaceres del Estado en la política científica, pero especialmente la tecnológica.

Palabras y conceptos clave:

Tecnoglobalización. Corporación Multinacional. Industria compartida. Acuerdos interfirma. Globalización desigual y combinada. Regionalización. Sub-sub-regionalización. Inversión extranjera. Bloques económicos. Restructuración en 10 ramas. Producción modular mundializada. Internacionalización de la investigación y desarrollo. Autarquía tecnológica. Fusión de tecnologías. Tecnología estratégica. Competencia estratégica. Comercialización de tecnologías. Calidad total. Ciclo de renovación tecnológica. Costos de I+ D. Multiexpresión de productos de tecnología estratégica. Base técnica. Composición técnica. Nuevas tecnologías: base técnica y gestión del trabajo. Productividad. Historia mundial de. Fábrica integrada por computadora. Automatización flexible. Heterogeneidad productiva. Intensidad del trabajo. Cad/Cam. FMS. FIC. Human Integrated Manufacture. Célula de fabricación flexible.CFF. Control numérico distribuido. Robots. Cambio tecnológico. Calificaciones. Empleo. Flexibilización laboral. Transferencia de tecnología. Asimilación y difusión. Evaluación. Adaptación. Innovación. Activos intangibles. Servicios técnicos. Preinversión. Procesos y tecnología. Ejecución de proyectos. Inspección y control de calidad. Objetivo industrial-objetivo tecnológico. Sistema nacional de innovación. Universidad+industria. Movilidad del personal científico. Política científica y tecnológica. Plan Nacional de I+D. MITI. Keiretsu. Subsistema de ciencia y tecnología e investigación y desarrollo en México. Planes de I+D en España, en la CEE, en Japón.

Introducción

La vieja creencia de poder crecer con un margen de autonomía tecnológica, se hace imposible en términos de los propios países desarrollados, pues con mayor razón para los dependientes. Diferenciar entre **tecnología nacional y **tecnología global** es fundamental para explicar las tendencias actuales de reestructuración de la economía mundo.**

El concepto de Tecnoglobalización corresponde a la época de la revolución mundial por la productividad, la competencia global, la transferencia y comercialización superior de tecnologías; cuyos ejes están ubicados en los pasos de la corporación multinacional, la que a su vez comanda la reestructuración de las ramas y sectores de la economía mundial.

El objetivo central de este trabajo es dar cuerpo a una categoría que nació en un seminario de la OCDE, en Tokio, Japón, como una metáfora. Pero en virtud de las tendencias de la globalización y el papel de la tecnología, de la innovación y el cambio tecnológico en la configuración de una nueva división internacional del trabajo, la tecnoglobalización se convierte en una categoría, en mi opinión, importante hoy día. Por ello, intento usar todo el espacio para exponer los contenidos de esta categoría, sus alcances, limitaciones y qué es.

Este trabajo no pretende hacer un balance de las corrientes sobre el comercio internacional, léase de pasada, lo que de manera equivocada llaman algunos, el estado actual del debate en torno de la globalización. Cabe aclarar que en torno de esto no hay debate, la globalización es un proceso que corresponde a la nueva división internacional del trabajo y lo comanda el gran capital en cada uno de los países, al tiempo de formar un poder supranacional apoyado en instituciones internacionales diversas. Es un proceso político que depende de la correlación de fuerzas a nivel nacional e internacional. Se hace o no se hace.

En este caso el único debate corresponde a la posibilidad de los trabajadores y los sectores populares como los campesinos a nivel nacional (o internacionalizado) de si pueden parar el proceso y más importante todavía, qué plantean los intelectuales en este sentido, qué tienen que decir los de izquierda, los de viejos partidos y los de nuevos pero con concepciones viejas ambos, que parece que la realidad se les ha perdido, ya que las masas caminan solas y de manera espontánea apuntan a moverse, sin "las grandes direcciones" que aparecen más como social pequeño reformismo que alternativas reales.

El debate sí existe a nivel de las teorías del comercio internacional y lo que aquí sustentamos corresponde al papel de la innovación y el cambio tecnológico en el comercio internacional en un mercado imperfecto, en cambio constante, como lo concibió Schumpeter. Por eso me preocupó hacer una amplia exposición sobre la tecnoglobalización, para conocer realmente, de manera sistemática, el proyecto del gran capital. No me ocupo completamente en esta oportunidad, a analizar los efectos de la automatización, de la flexibilización productiva en la fuerza de trabajo.

Por ello, este trabajo, no tiene como objetivo central analizar los efectos de la revolución por la productividad, de la automatización de la producción, de la selección industrial, sobre el trabajo, sobre los trabajadores, ni en términos de calificación, ni puestos, ni categorías, ni ingresos, ni en sus organizaciones sindicales o políticas.

Tampoco tiene el objetivo de revisar la amplia bibliografía sobre las teorías del comercio internacional que son el sustento de las interpretaciones sobre la globalización. Para esto puede consultarse los capítulos 1 y 2 del libro de Giovanni Dosi, Keith Pavitt and Luc Soete, *The Economics of Technical Change and International Trade*, Harvester Wheatsheaf, 1993.; así como Bajo, Oscar; *Teorías del Comercio Internacional*, Antoni Bosch, editor, Madrid, España, 1991. y finalmente, el texto de Krugman, Paul y Maurice Obstfeld, (1988) *International Economics, Theory and Policy*, Scott, Foresman and Company, Glenview. Bajo, Oscar, cita más de 340 títulos relacionados con el debate actual en torno del comercio internacional.

Decidí centrar la atención en exponer estrictamente la categoría de tecnoglobalización, darle cuerpo, y desarrollarla. Pensé que esto es valioso y suficiente para el trabajo de investigación. Intentar describir el estado actual del debate es objeto de otra tesis. En el presente informe, la correspondencia entre las hipótesis y la tesis, así como el intento por desarrollar esta categoría en las partes fundamentales, cubren teórica y metodológicamente el objetivo. Desde luego faltan muchos elementos como los problemas sobre la propiedad intelectual; la discusión teórica en torno a las nuevas corrientes sobre el comercio internacional; los efectos de la tecnoglobalización en el trabajo y su flexibilización y los problemas de oferta y demanda de tecnología. El documento original es de 880 cuartillas e incluye esos aspectos, solo que llegué a la conclusión que valía más centrar el tema en lo presentado.

El redespiegue de las empresas transnacionales (ET, que con base en el proceso se convierten en Corporaciones Multinacionales) comanda la restructuración industrial mundial, al tiempo que acaparan la producción mundial de tecnología y tiene dos variantes: por un lado, la revolución científica y la productividad, y, por otro, la producción modular mundializada en el que las fases se reparten por países.

Con base en las estrategias de la corporación multinacional y a su transformación, la tecnología se convierte en herramienta y consecuencia de su competencia permanente, comercio internacional típico y específico, inversión extranjera, fusiones y adquisiciones, subcontratación, licencias, inversión compartida, investigación y desarrollo y acuerdos interfirmas; son, en su conjunto, formas de una red entre ellas, la forma real de la tecnoglobalización.

La globalización es un proceso desigual y fragmentado que en realidad se refiere a la reestructuración del sistema mundial con base en la cuarta división internacional del trabajo. Más de 115 países se preguntan cuándo y cómo se globalizan.

Tomamos la mitad de la década como la fecha de inicio formal del proceso de globalización. A partir de ésta, se restablecen de manera muy lenta, por ramas de producción y sectores, las condiciones de recuperación de la tasa de ganancia mundial con circuitos de países cuyo eje es la revolución mundial por la productividad. El desarrollo de industria con alta tecnología y servicios en manos de la Corporación Multinacional, está creando redes de países entre los cuales la internacionalización de la producción, es al mismo tiempo, del proceso de trabajo, de niveles tecnológicos homogéneos y calificación de la fuerza de trabajo.

La segmentación del proceso de trabajo bajo un sistema modular reposa en el salto del uso intensivo de la fuerza de trabajo más las ventajas de la abundancia de mano de obra y materias primas, hacia la especialización productiva con base en la productividad del trabajo. Este hecho es fundamental en los cambios actuales de la globalización, y se agrega a la noción de ventajas competitivas. Las ventajas no surgen en el marco de la concepción tradicional de la mano de obra barata; la política gubernamental de subsidios o el resultado de un fenómeno macroeconómico de tasas de cambio, tipos de interés, déficit gubernamental o en cuenta corriente y de balanza de pagos. Nace de la innovación tecnológica y en otros campos como mercadeo, salir avante de reglamentos y obstáculos, proveedores internacionales, capacitación, etc. En suma, la innovación se encuentra mancomunada a una estrategia global que apunta a internacionalizar la empresa.

Una nación no puede darse a la tarea de producir todo por sí misma. La especialización productiva asegura el camino hacia una mayor competitividad dadas las tendencias de la producción mundializada y el comercio internacional. La productividad resulta de la revolución científica técnica y de la innovación constante. Se convierte en el eje de la competencia y su tasa de crecimiento, como de medida, lo establece la unidad internacional, no la nacional.

Por ello, la competitividad no puede ser un fenómeno nacional aislado. Es el fenómeno típico de desarrollo desigual, no parejo en toda la economía, ni en todas las ramas, y mucho menos en todas las empresas. Hoy día la competencia global es, al mismo tiempo, la de las empresas, al incorporar nuevas tecnologías, materiales, investigación y desarrollo, capital intelectual, procesos, diseño y su rápida conversión en producto y comercialización. Los países centrales y otros intermedios buscan los espacios para regenerar la tasa de ganancia, para la libre circulación de bienes y servicios.

En el eje de la discusión internacional se encuentra la pregunta de cómo competir para tener acceso a 150 mil millones de dólares anuales de inversiones extranjeras que ahora se aplican principalmente entre los países centrales, aunque se incorporan algunos de otras regiones como América Latina, el sudeste asiático o Europa Oriental.

En este proceso ocurren dos tipos de cambios generales. **Primero**, reorganizar el sistema mundial y sus campos de fuerza política y económica, lo que apunta a la formación de bloques o nueva regionalización y, a un proceso de subregionalización en una especie de pirámide, cuyos cortes horizontales no representan países específicos, sino regiones determinadas por tasas de ganancia en nivelación. De cada una de las capas de la pirámide se desprende otra pirámide o subregiones de integración productiva y por ende comercial. Así sucesivamente aparecen circuitos de países entre los que tiene que ver más un punto de región de cada uno con el otro, que en el país en su conjunto. Muchos están a la zaga del proceso y se tendrán que integrar a través de potencias medianas sub y sub-sub-regionalmente; por ejemplo, por medio de Brasil, México, Colombia, Venezuela, Chile.

En segundo lugar, se modifica la estructura institucional, jurídica, para favorecer la conversión a economías de mercado, acelerar el flujo de inversiones, la parte de los 150 o 200 mil millones de dólares anuales de inversión extranjera de bienes y servicios e integrarse bajo el esquema de fuerza de mercado, con los distintos países que se globalizan.

En el centro de la nueva configuración mundial, se encuentra el paso de la vieja economía regulada, proteccionista, hacia otra, generalizada en la que la ley del valor, opera abiertamente, es decir, el libre flujo de mercancías y servicios, se hace con base en el intercambio de equivalentes en términos de cantidad de trabajo incorporado a cada mercancía, resultado del arribo mundial a la forma superior de producción de valor que consiste en la revolución mundial por la productividad

El hecho es que las naciones y las empresas compiten con base en la capacidad productiva y ventajas naturales aprovechadas con productividad, y

ya no con base en políticas gubernamentales, protección o mano de obra barata, aunque este elemento será por un tiempo todavía un recurso, mientras el desempleo, como característica central de los nuevos modelos subsista, ya que la plena producción ahora ya no resulta en pleno empleo.

Cabe señalar dos cosas: por un lado, la globalización en realidad lo que hace es establecer el libre flujo de mercancías con base en la operación real, abierta de la ley del valor y para ello, es necesario que los organismos internacionales funcionen de manera ampliada y conduzcan el proceso en un esquema supranacional.

De otra parte, la existencia de monopolios apunta a reestructurarse y por ello los acuerdos interfirma se convierten en el esquema central de las corporaciones multinacionales. En la medida que el monopolio obstaculiza la ley del valor al evitar la transferencia de los aumentos de la productividad a los precios y fomentar la competencia y mayor ganancia por esa vía, el precio.

La masa de trabajo contratada se reduce por el aumento de la productividad en cada capital individual, al tiempo que aumenta la intensidad del trabajo y su duración, para los trabajadores que quedan, dependiendo del grado de automatización de la fábrica y de la solidez y fuerza del movimiento obrero para defender condiciones de trabajo o algunos cambios como los que representan las modificaciones a la ley laboral para flexibilizar el trabajo.

Así como la estrategia mundial de la globalización requiere de un mando supranacional, centralizado, las capas empresariales que comandan a nivel nacional el proceso, establecen a escala internacional una red de poder detrás de la estrategia de globalización.

El avance de la lógica neoliberal desde principios de los ochenta ha sido el motor de los profundos cambios mundiales y nacionales, especialmente porque aquí opera la siguiente regla: para que un país reciba los beneficios de su integración y de la inversión extranjera debe completar un conjunto de reformas y ajustes, mientras tanto, no hay inclusión en la lista. La formación de bloques no quiere decir que la economía va a funcionar en tres. Por el contrario, su integración e internacionalización es creciente.

Hasta 1984 no había cambios estructurales en la economía mundial que hicieran posible aumentar el volumen y participación de los Países de Reciente Industrialización, PRI. La composición de exportación y la calidad del mercado mundial seguía siendo la misma en el marco de la ola proteccionista que opera desde 1973.

Sin duda vivimos el auge de la movilidad transnacional de empresas que se expande a lo largo y ancho del mundo. Pero hasta 1985 no estaba claro el marco de dominio de las corporaciones sobre el proceso de reestructuración industrial, ni tampoco los requisitos de modernización y apertura, salvo para los países de Europa como Inglaterra, Alemania, Suiza, Suecia, Noruega, Dinamarca, Francia (parcialmente), Japón y Estados Unidos, que son todos desarrollados y por eso la globalización de las corporaciones comienza por allí.

Los acuerdos interfirma y localización de "sitios" donde producir compartidamente, son elementos que definen la "nueva red de la Corporación Multinacional". Las corporaciones luchan por las tajadas del mercado global mundial: **EE.UU. y sus compañías captan el 23.4%; Japón 10.7%; Europa 17.9%; Alemania Unida 6.7%.**

La reestructuración y competencia se está dando en torno a diez ramas de producción y en ella su articulación con el desarrollo de nuevas tecnologías genéricas.

Europa y Estados Unidos celebraron más de tres mil acuerdos entre sus corporaciones de 1983 a 1989. De ellos, 57% que corresponden a Norteamérica, no fueron exitosos. Mientras tanto, de 1986 a 1989, Estados Unidos recibió 200 mil millones de dólares en inversión extranjera desde Japón y Europa, con ellos llegaron empresas y fases de producción especializadas, investigación y desarrollo, tecnología y cambios en la empresa, en el proceso de trabajo mismo.

Los acuerdos marcan básicamente 10 tendencias que apuntan a abaratar costos; combatir problemas comerciales; para superar problemas políticos; investigación y desarrollo, instalaciones; inversiones conjuntas; fondos de inversión, entre otras.

La tecnología y su globalización también involucran las actividades de investigación y desarrollo repartida a escala mundial y especialmente la comercialización de tecnología por parte de las CM.

Las empresas líderes tienen una gran capacidad para comerciar tecnología, de mover un producto desde su concepción hasta el mercado rápidamente, lo cual resulta en instrumentos de competencia. En estas nuevas tendencias destaca la proliferación de nuevas tecnologías y la velocidad con que hacen que las obsoletas salgan del mercado. Esto recorta los ciclos de vida de muchos productos, máquinas de escribir, computadoras, etc. Los Estados Unidos gastan 500 millones de dólares en compra de tecnología japonesa. Empero, Japón compra 2.5 billones de los Estados Unidos. Las CM norteamericanas están estableciendo en Japón sus centros de investigación, no tanto para adquirir nuevas tecnologías, sino para convertirlas en productos nuevos.

Cuando la Sony se instala en Europa, no lleva la planta integral, sino ciertas fases del proceso; cuando la Ford y VW brasileña, acuerdan producir motores y partes en Argentina,-- Autolatina Co.-- no es para producir el automóvil en su totalidad. En suma, las corporaciones están desmembrando el proceso productivo y las fases se instalan en países articulando ventajas comparativas con una estructura de alta productividad y nuevas tecnologías en uso. Esto quiere decir que las fases internacionalizadas, no importa donde, apuntan a homogeneizar sus condiciones tecnológicas, calificación y costo de mano de obra, entre otros elementos.

Al sumar las actividades de la investigación y su movilidad, encontramos una combinación que está dando como resultado cambios no sólo en el panorama general macro mundo, sino al interior de la fábrica.

La innovación tecnológica presenta avances diarios en la organización de la fábrica moderna, por ejemplo:

- 1) La noción de control estadístico de calidad que es una herramienta de producción que integra calidad y productividad en un mismo proceso; éste logra retroalimentar las aportaciones de los operarios de máquinas y encargados de líneas de producción.**
- 2) La nueva contabilidad de la manufactura apoyada en la unidad tiempo, y con ello abaratar costos, desde luego una vez que tenga más de 80% de automatización.**
- 3) La combinación de estandarización y flexibilización sin que el costo se incremente. Implica cambios de estructura en la fabrica y pasa a sistemas de flotillas compuestas por módulos.**
- 4) Diseño de sistemas en los cuales el total de la manufactura, es un proceso integrado que se transforma como si fuera un "monopolio vertical" en el que la interdependencia de las partes es gobernada y dirigida por la información central computarizada.**
- 5) El impacto de las nuevas tecnologías en la fuerza de trabajo, su calificación, categorías, puestos, funciones e ingreso. Entramos a la fabrica procedentes de la globalización y la competencia.**

El presente trabajo intenta mostrar que es necesario salir de la fábrica para entrar a la globalización, y es que solo desde esta posición, desde la empresa, es posible entender los "cambios generales... globales..."

Lo cual quiere decir que los ejes de las tendencias generales de la globalización se encuentran en los cambios que operan al interior de la fábrica; cuando hablamos de la revolución mundial por la productividad y de la competencia mundial, entre firmas, entre naciones (cada vez menos cierta esta forma), debemos ir a buscar las formas concretas que asume el proceso al nivel de la

base técnica de producción, del uso de robots, de la fábrica integrada por computadora, para luego regresar a las tendencias generales de la globalización. Justamente este transitar entre la globalización y su soporte, la innovación y el cambio tecnológico, y el nivel particular de la fábrica es el cuerpo de la categoría de tecnoglobalización.

El concepto de tecnoglobalización pone en primer plano la discusión de la vieja concepción de la riqueza de una nación basada en las ventajas comparativas que proporcionan sus recursos naturales o la mano de obra barata, lo que limita la transferencia de tecnología a través de las fronteras, como resultado de las estrategias globales de las firmas multinacionales. La competencia global apunta a sustituir la carrera tecnológica entre "gobiernos" por la carrera entre firmas. En otras palabras, la autarquía tecnológica agotó su ciclo.

Esta tendencia general en materia tecnológica y científica nos plantea un conjunto de preocupaciones: es necesario estimular la colaboración entre los países, aprender de cada una de sus iniciativas individuales en política científica y tecnológica; converger en problemas y soluciones para las nuevas tecnologías de la globalización tecnológica; inversión extranjera, política para la competencia, acceso a nuevas tecnologías, tecnologías estratégicas, propiedad intelectual y normas tecnológicas. Desde el punto de vista de nuestro país, la política tecnológica ocurre de manera complementaria al uso de tecnologías existentes en el mundo, adaptándolas y asimilándolas, por otro lado, al desarrollo de tecnologías propias con base en lo disponible. Por ello, si bien es necesario reconocer las tendencias de la tecnoglobalización y articularse con ellas, al tratar de entender cabalmente las estrategias de las firmas multinacionales lo esencial es fortalecer la capacidad nacional de investigación y desarrollo científico tecnológico. Parques tecnológicos, incubadoras de empresas regionales, la asociación empresa-investigación; apuntalar proyectos de calidad, mejorar y ampliar la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología, relacionar el progreso tecnológico con una mejor calidad de vida.

En los diversos campos de la investigación y desarrollo, I+D, **la fusión o combinación de tecnologías**, representa una estrategia de I+D que mezcla los avances tecnológicos de otros campos que antes estaban separados, para crear productos que revolucionan los mercados, por ejemplo: la vinculación de la óptica y la electrónica creó la opto-electrónica la que a su vez dió paso a los sistemas de comunicación como la fibra óptica. El proceso representa una de las formas de los acuerdos interfirmas de las corporaciones multinacionales y aquéllas que no proceden por esta vía, logran resultados parciales. Tiene tres principios: La articulación de la demanda; la agrupación de capacidades o de capitales intelectuales o la aplicación de la inteligencia a la producción y la I+D colaboracionista.

Las corporaciones multinacionales, sin embargo, luchan entre sí por las tajadas de ganancia mundial. Aún cuando hay dos o más CM con composición técnica de capital similares, otros factores, además de la tasa de productividad, explican que unas avancen más rápido. Este proceso ha provocado que verdaderos monstruos cedan terreno ante otras empresas que se han reinventado, reorganizado y son más flexibles. De hecho, complejos como Mitsubishi, operan con un despliegue de pequeñas y medianas empresas. Mientras dinosaurios como IBM o General Motors, declinan y en la lista de las 500 más grandes ven caer sus primeros lugares.

Los ejes de la competencia se apoyan en la habilidad para consolidar una política corporativa en materia de tecnología y la producción de calificaciones y conocimientos de manera sostenida. Asimismo, la importancia de planear y diseñar una estrategia; como las alianzas estratégicas, que en este caso, en el análisis que hacemos de las corporaciones y sus condiciones de altas y bajas, la alianza para I+D compartida y sus efectos en la reducción de costos, como lo muestra la empresa NEC con el desarrollo de los semiconductores. Lo mismo ocurre con la importancia de refuncionalizar las instalaciones al tiempo de tener un portafolio de innovaciones en lugar de uno de negocios.

Como veremos en el apartado de comercialización de tecnologías, una de las grandes estrategias de las corporaciones consiste en la multiexpresión de productos a partir de una tecnología básica, genérica dado su costo de desarrollo: por ejemplo, Honda desarrolló buggies con tracción en 4 ruedas a partir de su línea fuerte de motocicletas. Los flujos de tecnología como la distribución del valor o la re-expresión multifactorial en productos, así como la organización del trabajo, son elementos de la competencia estratégica.

La importancia de revisar la competencia estratégica entre las CM's resulta de analizar el papel de la innovación, la investigación y desarrollo y por ende de la productividad que asume diversas formas o mecanismos en la tecnoglobalización. En este sentido, la llamada planeación estratégica, que en inglés se conoce como Strategic Business Unit y se ha convertido en la panacea de la corporación y eje de la filosofía empresarial, no es otra cosa que la simplificación de la empresa hacia la flexibilización sobre bases de una productividad creciente sumada al recorte de los ciclos de la innovación con lo cual se llega al mercado más rápido, antes del competidor.

Cuando en los medios universitarios y algunos empresariales todavía se discute el asunto de la calidad y la excelencia como las llaves de la competitividad en los 80's, en realidad debemos hablar de la comercialización de tecnologías como el factor en los 90's. En el capítulo 2, me interesa demostrar que comercializar tecnologías no es venderlas en un mercado, sino la habilidad para introducir más productos, con mayor rapidez, a un número mayor de mercados, usando más tecnología, lo cual depende de hacer crecer el ritmo de la innovación y que cada

avance en tecnología, sea de proceso, producto, manufactura, su costo alto, sea repuesto, amortizado con base en su multi-expresión en nuevos productos o sub-productos. Hablamos en otros términos, del crecimiento de la productividad, de nuevas tecnologías, de nuevos materiales, y con ello, de aumento de la inversión en capital fijo cuyo costo estratégico, base, tiene que amortizarse en un proceso de re-expresión, a diferencia del pasado, que un adelanto tecnológico era sostenido por mucho tiempo y el costo se amortizaba en un solo capítulo.

Lo que distingue las etapas anteriores del capitalismo a la actual, es la forma en que se produce el trabajo excedente y a partir de este proceso, el volumen de empleo, como de horas o bien la jornada social de trabajo que debería disminuir con el aumento de la productividad, por el contrario, observamos que en nuestra sociedad, latinoamericana y en buena parte del parque industrial norteamericano, el aumento de la productividad contrae una disminución del volumen de mano de obra empleado, en lo que se entiende que cada trabajador empieza a rendir por lo que antes tres. De esta forma, la cuota de plusvalía y su masa aumentan, por efectos de la productividad del trabajo y no por aumento de la masa de trabajo empleada.

En este sentido, la tasa de ganancia también mejora al aumentar la productividad, pero echa mano de una disminución de los costos del capital constante: materias primas y auxiliares con los nuevos materiales, la caída de los precios de estas en el mercado mundial, pero esencialmente, con la superoferta de mano de obra en el planeta al grado que las barreras migratorias son ya una realidad no ciencia ficción. Esta superoferta se convierte en la expresión de una de las leyes de la economía política que consiste en el papel del ejército (de trabajadores) inactivo sobre el empleado en términos de los niveles salariales y capacidad política de defensa. Por esta razón, la productividad como la forma más avanzada de producción capitalista, moderna, y post-moderna, de manera sorprendente, y casi a la sombra, incorpora formas atrasadas de explotación como la violación de los salarios y de la jornada de trabajo, que ahora se presentan de manera generalizada a la par del aumento de la productividad. Si alguien soñó con el modelo Sueco de pocas horas y alta productividad, mucho tiempo libre, la reconstrucción de la tasa de ganancia mundial todavía no es un hecho y los tiempos entre reestructuración, aumento de la productividad y empleo creciente así como mejores ingresos, no se articulan y están desfasados por el momento...

Se supone que la nueva economía mundo opera con base en la ley del valor, en donde el intercambio se hace entre equivalentes, entre magnitudes reales de valor de una mercancía por otra, pues hay una imperfección que opera contra una de las mercancías: la fuerza de trabajo, cuyo valor es el único violado, a través de los mecanismos descritos, que en suma corresponden a métodos antediluvianos de organización capitalista del trabajo, en suma, la:

superexplotación o violación de su valor, pero es "el factor" de restructuración de la tasa de ganancia. Y si hay duda, bueno, pues preguntemos por la tesis del desarrollo y combate a la pobreza del Banco Mundial, que claro, ésta (la pobreza) significa la condición sine qua non de la recuperación.

La exposición en el capítulo 3, relacionada con la productividad intenta mostrar la forma en que la fábrica moderna adquiere los nuevos métodos de producción y de organización del trabajo. Ambos, factores para aumentar la capacidad productiva del trabajo. Nuestra hipótesis central consiste en hacer descansar las ventajas competitivas a nivel nacional, pero en cada fábrica o sector o segmento de sector, en los niveles de productividad, por lo tanto, saber cómo se lleva a cabo de manera concreta.

Por otro lado, una segunda hipótesis apunta a demostrar que la fase actual, de la revolución por la productividad conduce al libre juego del valor, es decir, que las mercancías se intercambian por lo que valen, por ello, cada productor deberá ser altamente productivo -- vale precisar que estudiamos el fenómeno de la productividad, no la teoría del valor en la actualidad—. En ese sentido, la globalización de la economía avanza hacia las condiciones de máxima productividad y de competencia, en consecuencia, de desarrollo de nuevos métodos de producción, y de organización del trabajo. La forma por excelencia de la producción capitalista, moderna, es la productividad y la libre empresa o competencia, dependen de la reducción del valor individual de cada mercancía por efecto del alza en la capacidad productiva contra los viejos esquemas de crecimiento, alterando la ley del valor, haciéndola imperfecta: subsidios, incentivos, etc.

La Corporación Multinacional es directamente responsable junto a los gobiernos nacionales en el marco de un poder global, de hacer los ajustes económicos y jurídicos, (conocidos como ajuste estructural global) para lograr que la ley del valor se instale como la forma dominante de la fase actual del capitalismo. Las diversas formas de organización del trabajo en la historia y sus combinaciones al articular formas atrasadas con dinámicas, modernas, como talleres de cooperación simple como maquila para la gran industria, ahora desembocan en un solo modelo: La fábrica integrada por computadora o altos niveles de mecanización del proceso de trabajo.

En la medida que nuestro punto de partida para explicar la globalización, fue que la recesión y restructuración mundial tienen que ver con la caída de las tasas de ganancia y de la productividad, por ello, hacemos una exposición sobre la evolución de la productividad a nivel mundial con especial atención a los países desarrollados. Pero con un elemento importante: la revolución de la informática es parecida en importancia a la de la electricidad por su impacto en el proceso de trabajo y en la productividad.

En el mismo sentido, el recorrido ayuda a mostrar la forma en que la revolución por la productividad despegó en los últimos 7 años. Los ciclos de innovación, cambio tecnológico y de la productividad.

Creí necesario hacer una exposición pormenorizada de la forma más avanzada de la fábrica moderna para mostrar la tesis de aumento de la productividad, calidad, pero con cambio tecnológico. Esta es la forma concreta: La fábrica integrada por computadora, aunque ésta articule formas más atrasadas.

La forma de la productividad hoy día, la revolución científico-técnica asegura dos caminos en materia de nuevas tecnologías en la fábrica moderna: una cosa es el conjunto de nuevas herramientas, computadoras, informática, telecomunicaciones en la producción; y otra las nuevas técnicas de gestión del proceso de trabajo. Ambas constituyen las nuevas herramientas de la productividad, empero en otro capítulo veremos que dependen de los ciclos de investigación y desarrollo y su cada vez mayor brevedad.

La discusión sobre tecnoglobalización o tecnología nacional resulta oportuna a la luz del objetivo del capítulo IV en el que trato de demostrar que la transferencia de tecnología continúa siendo el método de adquisición y adaptación, en la mayoría de los países, de tecnología, a través de licencias y patentes. De hecho, hablar de producción nacional es todavía una aspiración salvo, para ciertas ramas y sectores, como en México, Brasil con electrónica por ejemplo, o Argentina y aún Chile. En su conjunto representan casos de producción científica y tecnológica inorgánica, sin constituir un verdadero Sistema Nacional de Innovación como expongo en el capítulo V.

Si bien queda suficientemente clara la importancia de la transferencia de tecnología y el papel que representa para las corporaciones multinacionales en materia de negocios cada año, así como los "ocultos" transferidos que no vienen en las licencias ni en las patentes, cabe señalar que nuestra hipótesis tiene que ver con la dificultad e incapacidad para reproducir, difundir, adaptar e innovar a partir de la tecnología transferida. Al dar un vistazo a las importaciones de bienes de capital en un grupo de países, podemos observar el peso de los bienes de capital en relación con el ingreso bruto anual nacional:

Bienes de capital/ingreso bruto nacional

*La India (que es un caso especial) importaba el 4.70% del IBAN en 1975 para pasar a 6.20% en 1985 y casi 10.5% en 1990.

*Brazil pasó de 12.70% en 1975 (comienza un periodo de fuerte despegue económico asociado al capital eurojaponés y este país sudamericano tiene un peso específico en I+D mundial y en América Latina) para caer a 5,60% en 1985 (año de fuerte depresión y cambio o disputa del modelo por las fracciones empresariales) y alcanzar casi 15% en 1990.

*México pasa de 11.50% en 1975 a 23% en 1990.

*S. Korea pasa de 29% en 1975 a 40% en 1990.

*Hong Kong, de 41% en 1975 a 75% en 1990.

*Singapore de 75.3% a 83% en el periodo.

*Finalmente, Taiwan de 35% a 44%.

(Fuentes: World Bank's BESD System for all countries. Taiwan's GDI data from Taiwan Statistical Data Book, 1991.).

Los países emergentes, o potencias medianas a escala mundial de acuerdo a la nueva regionalización que hacemos en el primer capítulo, muestran un mayor dinamismo en la década de los ochentas que los países centrales. Por esta razón, a partir de 1985, en franco proceso de globalización, las corporaciones multinacionales y desde los países de la OCDE comienzan a mover el ciclo económico entre ellas, para pasar a partir de los 90's a los países con mayor desarrollo relativo y más avanzados en el proceso de ajuste, lo cual se prolonga hasta mediados de los noventas.

El capítulo V aborda el tema de las razones para crear un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo coherente, firme, apoyado en las tendencias de restructuración económica y que sea capaz de enfocar la política industrial hacia una política tecnológica. El capítulo aborda el problema de la definición, límites y alcances de la política del Estado en materia de I+D y ciencia básica. **La hipótesis central sostiene que la mayoría de los países analizados, apenas configuran un Sistema de Ciencia y Tecnología y requieren convertirlo en uno de innovación tecnológica.** Sin embargo, el problema es la definición de cuáles objetivos tecnológicos deben ser enfocados y al parecer los que han logrado avances en este sentido, tienen un plan de i+d centrado en tecnologías estratégicas, básicas, más o menos común. Empero, se insiste en la necesidad de dar los pasos que hagan saltar del estadio actual a la mayoría de los países latinoamericanos.

El esquema español tal vez sea el más cercano a nosotros en América Latina y además resulta ser de los más exitosos. Después de proporcionar un esquema sobre la importancia de la difusión de tecnología, se hace una exposición sobre el papel de los sistemas nacionales de innovación que incorpora las nociones de sistemas de investigación y desarrollo, así como de ciencia y tecnología, de hecho, el sistema de innovación hace aterrizar al de ciencia y tecnología, en la

medida que lo acerca a la dinámica de la tasa de ganancia y de la competencia. De suyo, este sistema de innovación es la base de la competencia nacional (expresada por ramas y sectores), apoyo de la productividad y de la producción marginal de tecnología nacional, si no es que configura el caso de la base para adaptar, reproducir, innovar, de la tecnología transferida.

La exposición incluye los marcos para establecer dichos sistemas como eje de la política estatal (+ la privada) de ciencia y tecnología. La característica esencial del proceso de inserción en el marco de la competencia global, consiste en la capacidad de las naciones para ganar espacios y lograr ventajas competitivas desde cada sector económico, con base en la innovación, cambio tecnológico, desarrollo de productos, procesos y la comercialización de tecnologías. Así como de una estrategia general que apunte a una política para la innovación y no simplemente una política de ciencia y tecnología como el fin en si mismo.

Uno de los requisitos centrales para el sistema de innovación es la liga universidad+industria y en el análisis de los países seleccionados en este capítulo, muestran vías diversas de liga U+I. Lo mismo ocurre en el caso del trabajo calificado y la movilidad del personal científico, cuyo análisis resulta estratégico para entender las tendencias actuales cuasi estancadas de la movilidad intra-universidad e inter-empresa. En el mismo sentido, se describen siete tendencias que resumen las formas de I+D y de las cuales debemos tomar nota como países latinoamericanos. Por ello se incorpora un esquema de la historia de la política de ciencia y tecnología en América Latina, en el cual intento mostrar el peso de la función de gobierno, tal vez excesivo, aunque esto sea necesario.

En uno de los puntos de este capítulo se revisa la política científica y tecnológica en México al tiempo de mostrar avances en su construcción, particularmente en relación con el subsistema científico y la formación de recursos humanos, así como con la política tecnológica con programas exitosos como el Fondo para el Desarrollo Tecnológico. Empero, enseguida, se analiza el subsistema de investigación nacional a través de dependencias, instituciones, investigadores, proyectos y centros de 1984 a 1993, financiamiento, recursos humanos, análisis del sistema nacional de investigadores, de los posgrados en el país, entre otros elementos que ayudan a reconstruir la realidad mexicana de I+D y sus capacidades, huecos, deficiencias y posibilidades.

Aunque resultó un poco extenso, fue necesario repasar el caso español y sus sistema de ciencia-tecnología-industria, así como los elementos de su política de ciencia y tecnología y su plan nacional de I+D, con la finalidad de confirmar los planteado en los primeros puntos del capítulo en relación con la necesidad de un Plan Nacional de I+D y cómo construirlo.

Al abordar el tema en la CEE, el objetivo consistía en recoger los elementos de un caso existoso en la materia. Creo que se trata , junto al Japón, de los sistemas de innovación más avanzados y de definición del papel del Estado en la política para el sector. Y esto es algo que nosotros todavía no tenemos claro, igual que en Estados Unidos al transitar de la política de desarrollo tecnológico a la sombra de la economía de guerra, hacia la política de desarrollo tecnológico de la economía de mercado. En el caso de Estados Unidos, la sorpresa sobreviene al analizar los problemas de la nación más innovadora en la historia, con mayor número de patentes, para definir un rumbo de política tecnológica, lo cual confirma que la crisis sí tenía una raíz en la caída de la productividad. Lo más importante de este punto es que se intenta dejar claro que el Estado puede representar un papel central en la política de innovación + tecnológica + industrial. Para este país, el papel del estado sigue siendo objeto de una polémica y este es uno de los ejes de la discusión del capítulo, así como la reflexión del grado de influencia frente a la definición neoliberal a ultranza de dejar a las fuerzas del mercado la definición o rumbo tecnológico.

Esto es precisamente, la base para pensar en un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo con metas específicas y campos definidos, lo cual contradice la política sostenida en México de 1988 a 1994, en términos de no poner atención a la necesidad de un Plan así y dejar en manos del mercado al proceso. Los resultados: el avance tuvo limitaciones indicadas por un elemento, la industria no tenía rumbo para la modernización tecnológica y el mito de alza de la productividad se reduce a un aumento del grado de explotación del trabajo bajo los viejos métodos de prolongar la jornada de trabajo, aumentar la intensidad (sin modificar la base tecnológica) sobre la base de mayor desgaste en el proceso al desplegar más trabajo en la misma unidad de tiempo, así como la violación al salario vía la circulación por la inflación o vía la contención y pago por debajo de su valor y hasta por debajo de su nominación en precio.

Capítulo I

Tecnoglobalización y la Investigación y Desarrollo.

1) TECNOGLOBALIZACIÓN : Definición

El concepto de tecnoglobalización (tecnología global) corresponde a la época de la revolución mundial por la productividad, la competencia global, la transferencia y comercialización superior de tecnologías; cuyos ejes están ubicados en los pasos de la corporación multinacional, la que a su vez comanda la reestructuración de las ramas y sectores de la economía mundial. Los dos pilares de la recesión mundial hasta 1984-1985 son: la caída de la productividad y del margen de beneficio. Por ello, el redespliegue de las empresas transnacionales (ET) tiene dos variantes: por un lado, la revolución científica y la productividad, y, por otro, la producción modular mundializada en el que las fases se reparten por países. (1)

La globalización de la producción y de los mercados se apoyan en un nuevo tejido cuyas agujas de punta son las estrategias de la ET. El esquema de "batalla" entre las ET desde el país de origen y sus filiales contra otras de otro país, se convierten en un tablero de acuerdos y regiones constituidos en la economía mundo. La tecnología global forma parte de las estrategias de las ET, aunque desde luego, no es el fin en si misma.

La competencia por los mercados las ha llevado a transformar su rostro y a convertirse cada vez más en corporaciones multinacionales a través de su gran movilidad y una serie de acuerdos entre ellas. Son ya empresas sin fronteras, globales; se adaptan a las condiciones del país sede y se presentan como nativas. Con base en las estrategias de corporación multidoméstica o multinacional (CM), la tecnología se convierte en herramienta y consecuencia de su competencia permanente, comercio internacional típico y específico, inversión extranjera, fusiones y adquisiciones, subcontratación, licencias, inversión compartida, investigación y desarrollo y acuerdos interfirmas; son formas de una red entre ellas, la forma real de la tecnoglobalización.

2) La Nueva Economía Mundo

Al cumplirse 15 años de un largo ciclo de crisis mundial, con fases recesivas y de recuperación, cabe precisar que a partir de 1985 presenciarnos no los efectos de la crisis o el ciclo fatal apocalíptico, sino las tendencias de la configuración de las bases para una nueva economía mundo. Sobre líneas claras de salida, la globalización es un proceso desigual y fragmentado que en realidad se refiere a la reestructuración del sistema mundial con base en la cuarta división internacional del trabajo. Sin embargo, ni todos los países, ni todas las ramas de producción, ni todas las empresas tienen ventajas competitivas desarrolladas homogéneamente. Más de 115 países se preguntan cuándo y cómo se globalizan.

El proceso comienza originalmente a mediados de los ochenta y apunta a restablecer las condiciones de recuperación de la tasa de ganancia mundial con circuitos de países cuyo eje es la revolución mundial por la productividad.

El desarrollo de industria con alta tecnología y servicios en manos de la Corporación Multinacional, está creando redes de países entre los cuales la internacionalización de la producción, es al mismo tiempo, del proceso de trabajo, de niveles tecnológicos homogéneos y calificación de la fuerza de trabajo con el consecuente impacto en la población obrera al crear nuevas capas. La segmentación del proceso de trabajo bajo un sistema modular reposa en el salto del uso intensivo de la fuerza de trabajo más las ventajas de la abundancia de mano de obra y materias primas, hacia la especialización productiva con base en la productividad del trabajo. Este hecho es fundamental en los cambios actuales de la globalización, y se agrega a la noción de ventajas competitivas. Las ventajas no surgen en el marco de la concepción tradicional de la mano de obra barata; la política gubernamental de subsidios o la diferencia de procedimientos administrativos; o el resultado de un fenómeno macroeconómico de tasas de cambio, tipos de interés, déficit gubernamental o en cuenta corriente y de balanza de pagos. Nace de la innovación tecnológica y en otros campos como mercadeo, salir adelante de reglamentos y obstáculos, proveedores internacionales, capacitación, etc. En suma, la innovación se encuentra mancomunada a una estrategia global que apunta a internacionalizar la empresa.

Una nación no puede darse a la tarea de producir todo por si misma. La especialización productiva asegura el camino hacia una mayor competitividad dadas las tendencias de la producción mundializada y el comercio internacional. La productividad resulta de la revolución científico técnica y de la innovación constante. Se convierte en el eje de la competencia y su unidad de medida lo establece la unidad internacional, no nacional. Por ello, la competitividad no puede ser un fenómeno nacional aislado.

Es el fenómeno típico de desarrollo desigual, no parejo en toda la economía, ni en todas las ramas, y mucho menos en todas las empresas. Hoy día la competencia global es, al mismo tiempo, la de las empresas, al incorporar nuevas tecnologías, materiales, investigación y desarrollo, capital intelectual, procesos, diseño y su rápida conversión en producto y comercialización. Los países centrales y otros intermedios buscan los espacios para regenerar la tasa de ganancia, para la libre circulación de bienes y servicios. (2)

En el eje de la discusión internacional se encuentra la pregunta de cómo competir para tener acceso a 150 mil millones de dólares anuales de inversiones extranjeras que ahora se aplican principalmente entre los países centrales, particularmente entre Estados Unidos, Europa, Japón; aunque se incorporan algunos de otras regiones como América Latina o Europa Oriental.(3). En este proceso ocurren dos tipos de cambios generales. **Primero**, reorganizar el sistema mundial y sus campos de fuerza política y económica, lo que apunta a la formación de bloques o nueva regionalización y, a un proceso de subregionalización en una especie de pirámide, cuyos cortes horizontales no representan países específicos, sino regiones determinadas por tasas de ganancia en nivelación. De cada una de las capas de la pirámide desprende otra pirámide o subregiones de integración productiva y por ende comercial. Así sucesivamente aparecen circuitos de países entre los que tiene que ver más un punto de región de cada uno con el otro, que en el país en su conjunto. Muchos están a la zaga del proceso y se tendrán que integrar a través de potencias medianas sub y sub-sub-regionalmente; por ejemplo, por medio de Brasil, México, Colombia, Venezuela, Chile.(4) **En segundo lugar**, se modifica la estructura institucional, jurídica, para favorecer la conversión a economías de mercado, acelerar el flujo de inversiones, la parte de los 150 o 200 mil millones de dólares anuales de inversión extranjera que teóricamente deberían aplicarse a la producción de bienes, servicios e integrarse bajo el esquema de fuerza de mercado, con los distintos países que se globalizan. Aunque la realidad muestra un proceso de consolidación del capital financiero, a través de la fusión, centralización de la banca internacional, lo que es parte de la explicación de los llamados capitales golondrinos propios de la esfera de la especulación, es decir, entran y salen de las bolsas de valores de los países.

3) Los Bloques Económicos y Regionalización de la Producción.

En el centro de la nueva configuración mundial, se encuentra el paso de la vieja economía regulada, proteccionista, hacia otra, generalizada en la que la ley del valor, opera abiertamente, es decir, el libre flujo de mercancías y servicios, se hace con base en el intercambio de equivalentes en términos de cantidad de trabajo incorporado a cada mercancía, resultado del arribo mundial a la forma superior de producción de valor que consiste en la revolución mundial por la productividad

El hecho es que las naciones y las empresas compiten con base en la capacidad productiva y ventajas naturales aprovechadas con productividad, y ya no con base en políticas gubernamentales, protección o mano de obra barata, aunque este elemento será por un tiempo todavía un recurso, mientras el desempleo, como característica central de los nuevos modelos subsista, ya que la plena producción ahora ya no resulta en pleno empleo.

Cabe señalar dos cosas: por un lado, la globalización en realidad lo que hace es establecer el libre flujo de mercancías con base en la operación real, abierta de la ley del valor y para ello, es necesario que los organismos internacionales funcionen de manera ampliada y conduzcan el proceso en un esquema supranacional.

De otra parte, la existencia de monopolios apunta a reestructurarse y por ello los acuerdos interfirma se convierten en el esquema central de las corporaciones multinacionales. En la medida que el monopolio obstaculiza la ley del valor al evitar la transferencia de los aumentos de la productividad a los precios y fomentar la competencia y mayor ganancia por esa vía, el precio.

La masa de trabajo contratada se reduce por el aumento de la productividad en cada capital individual, al tiempo que aumenta la intensidad del trabajo y su duración, para los trabajadores que quedan, dependiendo del grado de automatización de la fábrica y de la solidez y fuerza del movimiento obrero para defender condiciones de trabajo o algunos cambios como los que representan las modificaciones a la ley laboral para flexibilizar el trabajo.

Así como la estrategia mundial de la globalización requiere de un mando supranacional, centralizado, las capas empresariales que comandan a nivel nacional el proceso, establecen a escala internacional una red de poder detrás de la estrategia de globalización.

En ese sentido opera la acción de desmantelamiento de viejas estructuras regionales, de organización territorial nacionales, de resabios de anteriores modelos económicos y políticos, hasta reductos indígenas con posesión de territorios importantes, sin dejar de lado la posibilidad de asomar la cabeza a cualquiera nación intermedia como potencia subimperialista, como la necesidad de terminar de empujar el fracaso de los modelos económicos socialistas cuyo eje de descomposición consiste en la imposibilidad de articularse con la economía de mercado al recibir todo tipo de presiones contra la planificación estatal que de suyo arrojaba limitaciones a la ley de valor, sin que esto quiera decir que eran inviables socialmente. Estos son los casos de la guerra de Irak, Yugoslavia, Israel, Brasil (zona indígena), Cuba, Haití, que en su conjunto muestran la presencia de un poder político supramundial que acompaña a la estrategia económica global. En el caso de América Latina, con base en los recientes acuerdos durante la Cumbre de las Américas, esta tendencia se extiende con la asignación a la OEA de facultades extranacionales y regionales de garante de procesos de reconversión y regulación política regional.

Los grandes centros industriales encabezan el proceso de integración de economías por zonas, al tiempo que esto imprime la desintegración del viejo orden: Alemania, América Latina, URSS, Medio Oriente, etc. El bloque europeo va más allá de Alemania y se extiende hasta la ex-Unión Soviética, aunque los cambios recientes en este país van a mostrar su futuro en integración nacional y mayor vínculo con los siete grandes para globalizarse más rápido de lo imaginado.

La unificación alemana convirtió a este país en parte del grupo de los PIB más altos (EE.UU., URSS, Japón) y en el coloso de la zona, con seria preocupación por parte de Gran Bretaña cuya caída representa una posición similar a naciones emergentes, a pesar de haber sido una de las grandes potencias. Europa concluyó su proceso de unificación al crear el mercado común europeo y con ello logró ubicarse en la delantera en relación con América Latina y Estados Unidos, en términos de la falta de articulación para el resto de latinoamérica, después de haber firmado el TLC con México. En esta zona norte, con Canadá y México a través del Acuerdo de Libre Comercio (o marco para lograr socios productivos y luego el mercado viene solo). En este sentido, México puede incluir poco a poco acuerdos bilaterales para aumentar su influencia y sub-integración hacia países como los de Centroamérica y el Caribe.

Mientras no esté resuelta esta fase de extensión a la región, Estados Unidos no habrá formado cabalmente su bloque o zona a partir del Plan de las Américas. Europa mira fuertemente hacia África y Asia Meridional, mientras China iba a afiliarse con la URSS para formar un bloque por si solos, aunque esto se convirtió en un proceso de globalización autónomo, con tasas muy altas del PIB chino, en lo que algunos han llamado erróneamente, potencia emergente. Japón tiene su radio en el sudeste asiático y mira hacia Australia y Nueva Zelanda, así como a Chile y tal vez Perú.

Lo mismo podría pasar con Brasil, aunque éste apunta más a una integración sub-sub-regional como lo avanzado hasta ahora con Argentina, Uruguay y dependiendo de su evolución política, habrá inclinación por Japón después de Estados Unidos.

El avance de la lógica neoliberal desde principios de los ochenta ha sido el motor de los profundos cambios mundiales y nacionales, especialmente porque aquí opera la siguiente regla: para que un país reciba los beneficios de su integración y de la inversión extranjera debe completar un conjunto de reformas y ajustes, mientras tanto, no hay inclusión en la lista.(5) La formación de bloques no quiere decir que la economía va a funcionar en tres. Por el contrario, su integración e internacionalización es creciente. Los movimientos más importantes para lograr nuevos espacios de regeneración de las tasas de ganancia, centralización de capitales y la revolución mundial por la productividad, se están dando entre las corporaciones multinacionales. Por ello hablamos del despliegue de la Empresa Transnacional en dos vertientes: por un lado en la multicitada revolución científico técnica y por la productividad, y de otra parte, el nuevo esquema modular mundializado de producción. La globalización de la producción y de los mercados se apoya en un nuevo tejido cuyas agujas de punta son las estrategias de la E. T.

El esquema de "batalla" entre las E. T. desde el país de origen y sus filiales contra las de otro país, se convierte en un tablero de acuerdos y cooperación entre ellas desde los diferentes bloques y regiones constituidos en la economía - mundo. La competencia las ha llevado a transformar su rostro y convertirse cada vez más en corporaciones multinacionales a través de su gran movilidad y serie de acuerdos entre ellas. Son ya empresas sin fronteras, globales y se presentan como nativas. Con base en las estrategias de la corporación multidoméstica o multinacional, la tecnología se convierte en herramienta y consecuencia de su competencia permanente: comercio internacional típico y específico, inversión extranjera, fusiones y adquisiciones, subcontratación, licencias, inversión compartida, investigación y desarrollo y acuerdos interfirmas, dan forma a una nueva tendencia, una red articulada entre ellas, la tecnoglobalización (6) .

4) La Producción Global en 1984

La globalización da más importancia a la centralización y concentración de capitales a través de la búsqueda de nuevos sitios donde producir, mediante la centralización del control y coordinación de las unidades de producción descentralizadas, mundializadas y la interdependencia e influencia de las transnacionales con gobiernos y sindicatos nacionales. Del año 1966 a 1984 destaca la emergencia de un grupo de países que se industrializaron en ese periodo y en general en la posguerra. El término PRI, -países de reciente industrialización- corresponde mejor al grupo de países del sudeste asiático y no tanto a europeos como España, Grecia, Yugoslavia, Irlanda o latinoamericanos como México y Brasil. A estos en realidad cabe llamarlos países intermedios en relación con una tasa de ganancia mundial en restablecimiento y su influencia en el mercado y producción globales.

La tesis de globalización de la producción presupone un incremento considerable de la participación de estos países en la producción mundial que no son todos naciones en vías de desarrollo, tienen sus diferencias señaladas arriba, como los PRI. En efecto, su relación con el total industrial mundial subió 2% de 1966 a 1984. Para el total de países en desarrollo subió 1.7% en el mismo periodo.

Los países en desarrollo y en particular los PRI, crecieron más entre 1966 y 1979, y aun más entre 1948 y 1966, que en el periodo que muchos llaman de globalización, es decir, de 1979 a 1984. La comparación histórica ayuda a demostrar que no hay relocalización industrial todavía, ni búsqueda de sitios productivos, ni división del trabajo norte-sur, ni movilidad industrial de las corporaciones multinacionales (empresas transnacionales típicas en ese entonces), en suma, en esas fechas no había ningún proceso parecido a la globalización.

Empero cabe señalar un dato: mientras que las economías centrales decayeron en la participación mundial de 58.7% a 52.8%, en el periodo de 1973 a 1984, igualmente los países en desarrollo al pasar de 14% a 13.9% en el mismo periodo. Por otra parte, Japón y las economías del Este Asiático crecieron de 27.3% a 33.6%. En relación con el volumen de producción, los PRI lograron auge de 1948 a 1966, igual que los países en vías de desarrollo en su conjunto. Sin embargo, a partir de 1966 los PRI declinan de 14.4% (1948-1966), a 1.8% entre 1979 y 1984 como porcentaje anual de los periodos. Dicho porcentaje es más lento que la disminución de la producción industrial misma, lo que permite que crezca su participación, aunque el volumen por ellos mismos baje. **En suma, hasta 1984 no había cambios estructurales en la economía mundial que hicieran posible aumentar el volumen y participación de los PRI.** La composición de exportación y la calidad del mercado mundial seguía siendo la misma en el marco de la ola proteccionista que opera desde 1973. (7)

5) La Supremacía de las Corporaciones Multinacionales.

Sin duda vivimos el auge de la movilidad transnacional de empresas que se expanden a lo largo y ancho del mundo. Pero hasta 1985 no estaba claro el marco de dominio de las corporaciones sobre el proceso de reestructuración industrial, ni tampoco los requisitos de modernización y apertura, salvo para los países de Europa como Inglaterra, Alemania, Suiza, Suecia, Noruega, Dinamarca, Francia (parcialmente), Japón y Estados Unidos, que son todos desarrollados y por eso la globalización de las corporaciones comienza por allí.

El periodo de mayor expansión de las transnacionales en la posguerra fue de 1960 a 1980. Las 200 más grandes participaron con 17.7% del total del producto mundial bruto, para llegar a 28.6% en 1980. Es muy importante observar que en este periodo las E. T. de E. U. perdieron terreno en relación con lo ganado en la participación del producto global. Mientras que las alemanas, japonesas, francesas, inglesas, italianas y noruegas entre las 200 más grandes pasaron de 4.3 a 11.7% en el periodo. Las americanas adelantaron solamente del 12.6% a 14.3%. Las inversiones extranjeras de Inglaterra y Estados Unidos bajaron su participación global mundial de 5.4% a 53.3% de 1960 a 1984. Mientras que las de Alemania, Japón, Suiza, Canadá, Suecia, crecieron de 9 a 25%. De igual forma, mientras que las inversiones en los países en desarrollo desde Gran Bretaña y Estados Unidos decrecen hasta 1981; las combinadas de Alemania, Japón, Suiza, Suecia y Canadá aumentan casi 40% entre 1970 y 1981.

El empuje de las Corporaciones Multinacionales comienza con el nuevo ciclo de recuperación y reestructuración mundial a mediados de los ochenta, después de reducir sus tasas de ganancia de 1963 a 1980. Las Empresas Transnacionales de EE.UU. bajaron las suyas de 8 a 7% de 1963-66 a 1974-79. Las no americanas lo hicieron de 3.7% a 3% en el mismo periodo. Los datos muestran además el peso de las norteamericanas aunque su evolución no fue tan satisfactoria.

Finalmente el ciclo recesivo hasta 1985, que no era todavía el de reestructuración mundial, aunque había pistas de las nuevas tendencias, presentaba datos de caídas como las tasas de retorno de ganancia de las E.T. manufactureras, en particular para las E.T. de EE.UU. Las tasas de retorno en los países en desarrollo eran mayores que las manufactureras en los desarrollados. (8)

6) El Nuevo Cuerpo de la Corporación Multinacional

Los acuerdos interfirma y localización de "sitios" donde producir compartidamente, son elementos que definen la "nueva red de la Corporación Multinacional". Las corporaciones luchan por las tajadas del mercado global mundial; EE.UU. y sus compañías captan el 23.4%; Japón 10.7%; Europa 17.9%; Alemania Unida 6.7%.

La reestructuración y competencia se está dando en torno a diez ramas de producción y en ella su articulación con el desarrollo de nuevas tecnologías genéricas como microelectrónica, biotecnología, nuevos y avanzados materiales, telecomunicaciones, aviación civil, robótica, programas inteligentes para computadoras y máquinas herramienta, nuevos sistemas de organización laboral, racionalización de los procesos informáticos en la fábrica, centros de investigación-fábrica, y son entre otras, nuevas tecnologías desplegadas en ramas de producción en reestructuración: aeroespacial, automotriz, petroquímica, electrónica, telecomunicaciones, computación, químico-farmacéutica, biotecnología en agricultura. Ahora bien, en relación con la búsqueda de nuevos sitios para producir compartidamente, demos un vistazo a una muestra de empresas que venden fuera del país de origen y con ello sus activos e innovaciones tecnológicas. De una muestra de empresas europeas, japonesas y norteamericanas, que venden más de tres billones de dólares al año, fuera del país de origen, resultó lo siguiente:

En su conjunto venden 884.1 billones de dólares anuales, de ellas, las norteamericanas venden 31.7% del total; constituyen 44.4% del grupo y tienen un promedio de ventas por empresa de 14.05 billones anuales en ventas; 52% de sus ventas son fuera del país de origen y tienen activos fuera de 42.5% promedio por cada una.

Las europeas venden 52.9% del total de 884.1 billones; constituyen 42% de la muestra; venden fuera de origen 83%. El promedio de ventas es de 24.5 billones; casi diez veces más que las norteamericanas.

Las japonesas son apenas 11% de la muestra, venden 16% del total y fuera del país de origen, 57%. Sin embargo, sus activos en otros países suman 90.7% con un promedio de ventas de 26.6 billones anuales.

Los datos anteriores muestran no solamente el rezago de la corporación multinacional (CM) norteamericana, sino la agresividad de las provenientes de los otros bloques. La relación activos fuera del país de origen detalla el despliegue por competir a través de tecnologías como su componente más importante.(9)

7) Los Acuerdos Interfirma

Europa y Estados Unidos celebraron más de tres mil acuerdos entre sus corporaciones de 1983 a 1989. De ellos, 57% que corresponden a Norteamérica, no fueron exitosos. Mientras tanto, de 1986 a 1989, Estados Unidos recibió 200 billones de dólares en inversión extranjera desde Japón y Europa, con ellos llegaron empresas fases de producción especializadas, investigación y desarrollo, tecnología y cambios en la empresa, en el proceso de trabajo mismo (10).

Las razones para los acuerdos marcan algunas tendencias:

- 1) Para abaratar costos y disminuir riesgos tecnológicos, usar diseños comunes y aprovechar la investigación y desarrollo de las firmas multinacionales al instalarse en otras zonas, como lo hizo la Sony que lleva sus institutos a Europa; Sharp se instaló en Cambridge, la Texas Instruments se asocio con ACER para no inventar todo por si misma. Así ocurrió entre Texas Instruments y Hitachi después de una batalla legal por el uso de propiedad intelectual.
- 2) Combatir los problemas comerciales para tener acceso a mercados diversos. Por ejemplo, la Northern Telecom, Ltd., al pasar funciones productivas a los Estados Unidos, logró acceso a Japón.
- 3) Para superar problemas políticos, como en el caso de BASF que se mudó a Cambridge porque el movimiento ecologista verde impugnó su proyecto de biotecnología.
- 4) La compañía Smith-Kline y Beecham de Inglaterra se asociaron para compartir las reglas y licencias tanto en Europa como en Estados Unidos.
- 5) Compartir costos como la Ford que usa el diseño de Nissan.
- 6) Para defender el mercado local.
- 7) La asociación de empresas existentes con emergentes.
- 8) Acuerdos para flexibilizar la producción y compartir tecnología sofisticada en los productos como Xerox y Fuji Xerox de Japón.
- 9) Para crear fondos de inversión.
- 10) Para invertir en otro país de manera conjunta, por ejemplo en la URSS, entre Ford, Archer Daniels, Midland, RJR Nabisco, Johnson y Johnson, Kodack, Chevron.

Los acuerdos presentan novedades todos los días. La tecnología y su globalización también involucra la actividad de investigación y desarrollo, repartida a escala mundial y especialmente el comercio de tecnología por parte de las CM.

Las empresas líderes tienen una gran capacidad para comerciar tecnología, de mover un producto desde su concepción hasta el mercado rápidamente, lo cual resulta en instrumentos de competencia. En estas nuevas tendencias destaca la

proliferación de nuevas tecnologías y la velocidad con que hacen que las obsoletas salgan del mercado. Esto recorta los ciclos de vida de muchos productos, máquinas de escribir, computadoras, etc. Las innovaciones tecnológicas se incrementan en parte por los consorcios de investigación proveedores corporaciones.

Los Estados Unidos gastan 500 millones de dólares en compra de tecnología japonesa. Empero, Japón compró 2.5 billones de los Estados Unidos. Las CM norteamericanas están estableciendo en Japón sus centros de investigación, no tanto para adquirir nuevas tecnologías, sino para convertirlas en productos nuevos.

8) Internacionalización de la Investigación y Desarrollo

La gran movilidad y redespiegue de la corporación multinacional ligada a los proyectos de desarrollo Estado-Nación-Gobierno, ya que aquella toma la forma del rostro del país en que se asienta, precisa dos tendencias aparejadas. Una ya citada en relación con el proceso de trabajo y su internacionalización; la segunda, la articulación proceso de trabajo investigación o uso de capital intelectual como inversión y no gasto, por tanto su internacionalización.

Cuando la Sony se instala en Europa, no lleva la planta integral, sino ciertas fases del proceso; cuando la Ford y VW brasileña, acuerdan producir motores y partes en Argentina Autolatina Co. no es para producir el automóvil en su totalidad. En suma, las corporaciones están desmembrando el proceso productivo y las fases se instalan en países articulando ventajas comparativas con una estructura de alta productividad y nuevas tecnologías en uso. Esto quiere decir que las fases internacionalizadas, no importa dónde, apuntan a homogeneizar sus condiciones tecnológicas, calificación y costo de mano de obra, entre otros elementos. Al sumar las actividades de la investigación y su movilidad, encontramos una combinación que esta dando como resultado cambios no sólo en el panorama general macro mundo, sino al interior de la fábrica. En materia de investigación por ejemplo, la Sony abrió un segundo centro de investigación y desarrollo cerca de Stuttgart, y el eje en materia de videos lo desplazó de Tokio a Europa. Yamanouchi, la empresa más grande de fármacos de Japón construyó un centro de I & D en Oxford; como lo hizo Sharp en ese mismo lugar.(11)

En 1989, EE.UU. y sus compañías obtuvieron 2.5 billones de dólares por venta de tecnología a los japoneses y gastaron solamente 500 millones en compras a Japón. Ahora, cada vez más compañías norteamericanas de alta tecnología se están instalando en Japón. Las compañías japonesas dedican sus ingresos para pagar el 98% del costo de investigación, mientras que Washington y muchos otros países dependen del financiamiento gubernamental en diferentes proporciones. En Japón, dos tercios de sus fondos los dedican a mejorar procesos de manufactura y solamente un tercio a nuevos productos. En otros países esta proporción se trastoca con los consecuentes efectos sobre la calidad. Aun así, la prioridad en la investigación aplicada de las compañías no es encontrar el fundamento intelectual de las nuevas tecnologías, sino nuevas formas, rápidas, de convertirlas en productos.

9) Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Fábrica Moderna

Aparecen cada vez con mayor frecuencia novedades en la fábrica resultado de la I & D y sus aplicaciones. Por ejemplo, según el Instituto de máquinas herramientas y técnica de la producción de la Universidad Técnica de Berlín, el cambio fundamental consiste en programar sus sistemas técnicos; la flexibilidad y asignación planificada del trabajo de las máquinas a los tiempos que se requieran, sin depender de funciones operativas humanas. La investigación técnica, desde este punto de vista, no tiene que agotarse en la teoría; sino debe conducir a aplicaciones prácticas, especialmente para las fases constructivas de tecnología preparatoria que requiere de nuevas herramientas como la de la racionalización de los procesos informáticos en la fábrica.

El software ergonómico ya no apunta a la liga máquina hombre, como a la capacidad de asistencia de los conocimientos destinados a procesos de decisión, a refuerzos de memoria y a la generación de procesos lógicos. El paso de la automatización de los procesos y fases, a la fábrica automatizada, es uno de los ejes de la reestructuración del proceso de trabajo.

Finalmente cabe destacar cuatro tendencias al interior de la fábrica moderna:

- 1) La noción de control estadístico de calidad es una herramienta de producción que integra calidad y productividad en un mismo proceso; éste logra retroalimentar las aportaciones de los operarios de máquinas y encargados de líneas de producción.
- 2) La nueva contabilidad de la manufactura apoyada en la unidad tiempo, y con ello abaratar costos, desde luego una vez que tenga más de 80% de automatización. Lo que corresponde de manera lógica a la instalación de un aparato de contabilidad en mutación en función del salto a la era de la productividad y del intercambio en términos de valor, de equivalentes. Y como el valor lo determina el tiempo socialmente necesario para producir, la productividad es el eje del manejo de los tiempos.
- 3) La combinación de estandarización y flexibilización sin que el costo se incremente. Implica cambios de estructura en la fábrica y pasa a sistemas de flotas compuestas por módulos.
- 4) Diseño de sistemas en los cuales el total de la manufactura, es un proceso integrado que se transforma como si fuera un "monopolio vertical" en el que la interdependencia de las partes es gobernada y dirigida por la información central computarizada.
- 5) El impacto de las nuevas tecnologías en la fuerza de trabajo, su calificación, categorías, puestos, funciones e ingreso.

Entramos a la fábrica procedentes de la globalización y la competencia. Salimos de la fábrica para entrar a la globalización, y es que solo desde esta posición, desde la empresa, se logra entender "cambios generales... globales..." Es decir, en la fábrica se centra el eje de los cambios que operan a nivel global, por ello es que debe salirse de las tendencias generales de la globalización, para aterrizar en sus formas particulares, una vez entendidas, puede regresarse a el plano general. En este movimiento de lo general a lo particular es que muchos estudiosos se quedan a la mitad del camino. (12)

10) Tecnoglobalización vs Tecnología Nacional.

El concepto de tecnoglobalización pone en primer plano la discusión de la vieja concepción de la riqueza de una nación basada en las ventajas comparativas que proporcionan sus recursos, lo que limita la transferencia de tecnología a través de las fronteras, como resultado de las estrategias globales de las firmas multinacionales. La competencia global apunta a sustituir la carrera tecnológica entre "gobiernos" por la carrera entre firmas.

En otras palabras, la autarquía tecnológica agotó su ciclo. Esta tendencia general en materia tecnológica y científica nos plantea un conjunto de preocupaciones: es necesario estimular la colaboración entre los países, aprender de cada una de sus iniciativas individuales en política científica y tecnológica; converger en problemas y soluciones para las nuevas tecnologías de la globalización tecnológica; inversión extranjera, política para la competencia, acceso a nuevas tecnologías, tecnologías estratégicas, propiedad intelectual y normas tecnológicas. Desde el punto de vista de nuestro país, la política tecnológica ocurre de manera complementaria al uso de tecnologías existentes en el mundo, adaptándolas y asimilándolas, por otro lado, al desarrollo de tecnologías propias con base en lo disponible. Por ello, si bien es necesario reconocer las tendencias de la tecnoglobalización y articularse con ellas, al tratar de entender cabalmente las estrategias de las firmas multinacionales lo esencial es fortalecer la capacidad nacional de investigación y desarrollo científico tecnológico. Parques tecnológicos, incubadoras de empresas regionales, la asociación empresa investigación; apuntalar proyectos de calidad, mejorar y ampliar la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología, relacionar el progreso tecnológico con una mejor calidad de vida.

11) La Nueva Investigación y Desarrollo (I+D).

En la medida que el ritmo de la innovación tecnológica aumenta, las generaciones de tecnologías significan nuevos segmentos de mercados, por ello, **quien pierde una generación, pierde en competitividad, si es que una empresa insiste en apoyarse en tecnología que ya no funciona ante el mundo cambiante. A diferencia de la empresa que usa una diversidad de tecnologías para crear nuevos productos que transformen mercados.(13)**

La I+D tradicional reemplaza a la antigua generación de tecnología o, de otro modo, puede enfocarse en la combinación o fusión de tecnologías existentes. La primera es una **definición lineal**, conocida como "break-through" identificable en productos como las cafeteras express de Krups; es una estrategia de sustitución tecnológica paso por paso (por ejemplo, el semiconductor reemplaza al bulbo o tubo al vacío). La fusión de tecnología por su parte, no es lineal, **es complementaria** y cooperativa, mezcla los avances de campos tecnológicos que anteriormente estaban separados, para crear productos que revolucionan los mercados; por ejemplo, la vinculación de la óptica y la electrónica creó la optoelectrónica, que a su vez permitió el surgimiento de los sistemas de comunicación por fibra óptica. **(14)**

Las compañías necesitan incluir ambos tipos de I+D. Emplear el tipo lineal de un solo paso, tradicional, solamente, fracasa por su enfoque limitado; y a pesar de ello, muchas compañías aún se basan en este tipo de I+D exclusivamente. Lo cierto es que la nueva investigación y desarrollo, I+D, resulta de la oferta de tecnologías y de su rápida sustitución o pérdida de valor moral y que en la mayoría de los casos, como activo fijo no ha amortizado su valor y como valor de uso aún conserva un largo trecho. Por tanto, la fusión de tecnologías nace de la necesidad de combinar fases en uso, aunque su valor esté cerca del límite de mercado, pero aún así, la combinación otorga nueva vida a aquella fase antes agotada por la competencia y la nueva generación de tecnología. No necesariamente sigue este camino, la combinación de tecnologías se da ordinariamente con generaciones paralelas en uso.

Fanuc, Nissan, NEC, Sharp y Toray son ejemplos de empresas japonesas de manufacturas de alta tecnología. Cada una de ellas ha desarrollado sus propias versiones de fusión y forman parte de sus estrategias globales de investigación y desarrollo. Con la fusión de tecnologías, una se agrega a otra para tener una solución mayor a la suma de sus partes (en la fusión tecnológica $1+1=3$). En este sentido la combinación de tecnologías tiene tres características:

En primer lugar, Es en la fase de circulación en la forma capital-mercancías, en donde se determina la agenda en I+D y no viceversa; el desarrollo de este tipo de enfoque comienza con la articulación de la demanda, es decir involucrar al

consumidor en el proceso de conceptualización del producto. En **segundo lugar**, el agrupamiento de la inteligencia y habilidades, inteligencia colectiva en la fábrica, para no perder de vista los desarrollos tecnológicos tanto al interior como al exterior de la industria; todos los empleados a todos los niveles deben ser parte de este proceso de recolección y diseminación como receptores activos. En **tercer lugar**, la fusión de tecnología se potencia con base en los acuerdos interfirma y estos constituyen su resorte más importante. Las empresas que permanecen al margen de la cooperación poco a poco quedan fuera de la tasa media de ganancia. (15)

Aún más importante que la fusión de tecnología, sin embargo, es el permanente y creciente énfasis que estas compañías dan a la **investigación sobre la fusión**. No sólo ha aumentado pronunciadamente el gasto en I+D en la última década, las compañías más importantes han diversificado su gasto en I+D hacia tecnologías estratégicas.

La fusión de tecnología también se refleja en los cambios en los tipos de proyectos conjuntos de investigación emprendidos por dichas compañías. Así, el número promedio de industrias por proyecto ha aumentado, mientras que el número de industrias participantes ha decrecido. En otras palabras, la investigación colectiva en Japón ha reunido a compañías-heteroindustrias del mismo sector o segmento. En 1988, por ejemplo, hubo 27 casos de investigación colectiva en los que solamente uno de cinco compañías rivales en la fabricación de computadoras -Toshiba, Hitachi, Fujitsu, Mitsubishi y NEC- tomaron parte en otras industrias; muchos de ellos fueron proyectos de fusión tecnológica. (16)

Por supuesto, cualquier discusión acerca de la investigación cooperativa realizada en Japón debe tomar en cuenta la política industrial y los grupos industriales del país, o el *keiretsu*. El MITI particularmente, promueve la fusión tecnológica a través de la legislación y los proyectos de investigación financiados por el gobierno. Desde 1961, las asociaciones de investigación industrial del MITI han promovido la difusión de tecnologías y la creación de infraestructura de ingeniería entre compañías a través de incentivos fiscales y financiamiento directo. (17)

No obstante, en lo que se refiere a contenido, el papel que juegan el gobierno y el keiretsu son secundarios en la exitosa estrategia de fusión tecnológica. El factor más importante para ello es la incorporación de los tres principios de la fusión -articulación de la demanda, agrupación de inteligencia y la I+D colaboracionista- en las estrategias tecnológicas de sus compañías. Visto de este modo, el primer objetivo de los administradores es el revisar la relación entre el cliente (los factores de la demanda) y la investigación y desarrollo.

A) Articulación de la demanda

A diferencia de la estrategia de la innovación lineal ó "break-through" que comienza en los laboratorios, la fusión de tecnología se inicia a partir de una nueva forma de entender el mercado. Convertir la demanda de un vago conjunto de deseos en productos bien definidos requiere de una sofisticada capacidad para traducirlos, es decir, la articulación de la demanda. La articulación de la demanda es un proceso de dos etapas: primero, traducir la información del mercado al concepto de un producto; segundo, descomponer el concepto en un conjunto de proyectos de desarrollo.

Sharp, por ejemplo, tradujo "el deseo del cliente" de una calculadora electrónica más potente y delgada, en una serie de proyectos específicos de I+D para obtener una más delgada, de menor potencia, y de fácil lectura de la pantalla. Estos proyectos incluyeron la investigación del LCD y semiconductores de óxido de metal de menor potencia. Así, Sharp fue el primero en identificar las pantallas de cristal líquido como una tecnología prometedora.(18)

La articulación de la demanda florece cuando una industria es muy competitiva y técnicamente sofisticada. Una competencia enérgica, casi al punto del exceso, motiva a las compañías a mantener su atención en el cliente y entre más competente sea la industria desde el punto de vista técnico, mayor será el ritmo de absorción de tecnologías desde otras industrias. En el caso de Sharp, esta competencia incluyó a Hewlett Packard y Texas Instruments.

La articulación de la demanda también requiere que los directivos tengan una visión de largo plazo acerca del proceso de desarrollo del producto. En lugar de planear las inversiones en I+D para 1 o 2 años, las compañías deben hacerlo para periodos de 10 a 20 años para resolver el problema de cómo los esfuerzos de I+D pueden satisfacer las demandas latentes del presente aún cuando la tecnología no exista o esté apenas emergiendo.

Actualmente, una de las visiones en el desarrollo de productos en la industria del entretenimiento involucra lo que los ingenieros japoneses denominan "media design", concepto que implica la fusión de hardware y software de audio y video con la creatividad y el arte de la industria del entretenimiento. En este caso se encuentran las salas cinematográficas de realidad virtual. Aunque esta idea parezca extraña, Sony y Matsushita ya están llevando a cabo las medidas necesarias para contar con agendas de largo plazo para la investigación y los negocios en este campo, de modo que puedan crear una nueva generación de estos productos en la próxima década.(19)

La articulación creativa de la demanda es un punto de inicio importante, pero una buena agenda de I+D no sirve de mucho si no va acompañada de un

conocimiento sofisticado acerca de toda la gama de alternativas técnicas sobre las cuales elegir. La ampliación del horizonte técnico comienza por un sistema de monitoreo de innovaciones tecnológicas externas a la propia organización y de la misma industria.

B) La inteligencia en la producción.

En lo que se refiere al agrupamiento o reunión de inteligencia en innovaciones tecnológicas, la mayoría de las compañías tienen un pobre desempeño, ya que se enfocan en la competencia inmediata y se apoyan en un número limitado de canales de recolección de información. Lo que éstas necesitan es un instrumento de recolección de información que abarque el espectro total tanto de los competidores visibles, como de los invisibles.

"El competidor visible" es una cantidad conocida, el invisible, por otra parte, es frecuentemente desconocido, aunque esto parezca redundar. Los competidores invisibles son compañías ubicadas fuera de la industria que poseen la capacidad tecnológica para convertirse en una amenaza si decidiesen buscar nuevos mercados. Por supuesto, el monitoreo de competidores invisibles no es sólo una buena estrategia defensiva, también es una forma en la que las compañías pueden descubrir innovaciones en las que vale la pena invertir.

Las capacidades formales incluyen cosas como una red de oficinas alrededor del mundo que monitoree las solicitudes de patentes, un proceso para examinar cuidadosamente la información publicada, y un sistema para encontrar compañías innovadoras y tecnólogos. Los sistemas informales, por su parte, se basan en un entendimiento tácito entre los empleados, desde los directivos hasta los asistentes de investigación. De esta manera, deben saber que cada uno de ellos tiene la responsabilidad de agrupar y diseminar la información tecnológica, no importa de dónde venga.

El mayor dilema de los directivos es decidir en qué tecnologías enfocarse y hacia donde dirigirse. Para ser efectivo en el proceso de búsqueda, éste debe plantearse límites realistas. Para auxiliar en ello, muchas compañías japonesas emplean frases y metáforas imaginativas. NEC por ejemplo, emplea la imagen de un árbol que representa a la compañía: las ramas son sus cinco módulos de productos, las raíces son el conjunto de tecnologías genéricas fundamentales, y el sol es el cliente o consumidor. Hacer esto no solamente requiere de una considerable capacidad para agrupar inteligencia; requiere además de inculcar en los directivos una apreciación para buscar, por fuera de la compañía, nuevas ideas, pues esta es la base para el "intelligence gathering". **El método informal de recolección de información requiere que todos los empleados se conviertan en receptores activos.**

Mitsubishi, por ejemplo, no cuenta con archivadores formales de tecnología. Pero no obstante ello, en cada nivel de la Corporación los empleados asumen la responsabilidad de mantener su atención en el mercado y de traer nuevas innovaciones a la organización.

En parte, la integración informal de las nuevas innovaciones tuvo éxito en el Japón gracias a que en ese país son pocos los casos en los que las funciones del trabajador son descritas de modo concreto. De ese modo, si un ingeniero es contratado por una empresa japonesa, asume el compromiso de alcanzar la excelencia en su campo y estar al pendiente de las nuevas innovaciones que tengan lugar en el mismo. Si bien para una empresa no japonesa puede no ser apropiado o incluso posible el desarrollar rápidamente un proceso de recolección de inteligencia, el gerente general debe dejar en claro a los empleados que ellos también comparten la responsabilidad de la dirección, en términos de tecnología, que tome la empresa. Necesitan comunicar enérgicamente la importancia de involucrarse ampliamente en el proceso de búsqueda de tecnología. (20)

C) Investigación y Desarrollo (I+D), inter-empresarial.

La recolección de inteligencia aumenta el conocimiento sobre las tecnologías del exterior, pero para completar la fusión de tecnología, las empresas deben participar también en proyectos de I+D entre industrias.

Las empresas líderes de alta tecnología en el Japón están implementando una estrategia agresiva de diversificación de tecnología. La industria textil, por ejemplo, gasta sumas considerables en proyectos de investigación que no tienen relación aparente con su campo. Asahi-Kasei, el productor líder en textiles, está aplicando su tecnología de fibras para producir materiales de construcción y para manufacturar un sistema de filtración para las máquinas de diálisis para riñones.

Por supuesto, no todas las estrategias de diversificación de tecnología involucran la fusión tecnológica. Para calificar esta fusión, la I+D inter-empresarial debe ser, tanto substancial como recíproca. La substancialidad significa que los directivos se comprometan con el proyecto conjunto de I+D desde la etapa temprana de investigación exploratoria hasta el desarrollo avanzado del producto. Esto le da tanto a los socios como a los empleados, la seguridad y garantía de que una vez que los directivos adquieren la tecnología, los fondos estarán disponibles hasta que el proyecto haya sido completado.

Aunque la substancialidad es importante, la reciprocidad es la propia esencia de la fusión tecnológica. Significa que todos los que participan en el proyecto conjunto de investigación se incorporan a él como iguales (respeto mutuo) y que cada uno asume su parte de responsabilidad para contribuir con cierta habilidad (responsabilidad mutua). La reciprocidad también significa que todas las compañías comparten el éxito del desarrollo (beneficio mutuo).

La entrada en escena de compañías provenientes de nuevas industrias hace que aparezca la fusión. Esto ocurrió en la evolución de los sistemas de fibra óptica del Japón. Nippon Sheet Glass (NSG) desarrolló el cable de fibra óptica en 1970, pero carecía de fuerza mecánica y tenía poca calidad en la transmisión de largas distancias. Así es que Sumitomo Electronic Industries (SEI), el fabricante de cables, desarrolló un recubrimiento que reforzó el cable, resolviendo los problemas de la fragilidad mecánica. Conjuntamente NTT y SEI resolvieron el problema de la pérdida de transmisión a partir de un esfuerzo de investigación conjunta que empleó longitudes de honda más amplias. (21)

La reciprocidad y la substantividad no requieren que las compañías participantes sean del mismo tamaño, ni estatura. En los setenta, Fanuc, por ejemplo, fue el pivote en la evolución de controlador numérico computarizado a pesar de que era una compañía pequeña.

Indudablemente la I+D conjunta es el elemento más importante de la fusión, pero conforme se amplía el espectro de tecnologías, también aumenta el costo de la investigación cooperativa. Por lo tanto, es importante que la administración reconozca que la I+D basada en la fusión es esencial para el éxito en el largo plazo. Para hacerlo, debe descartar los cálculos tradicionales de la tasa de retorno para seleccionar inversiones; en su lugar, debe confiar en su capacidad para articular la demanda y recolectar inteligencia. Estas dos capacidades, por sobre cualquier cosa, deben conformar la estrategia de I+D.

D) La Fusión en el año 2000.

La importancia futura de la fusión en los esfuerzos para el desarrollo de productos crecerá conforme aumenta el número de compañías que la incorporen a sus estrategias tecnológicas. Además, conforme se expande el grado de alcance de la fusión se irán abriendo canales para un grado aún mayor de investigación y desarrollo inter-empresarial.

Un ejemplo inmediato de lo anterior es la fusión en el sector de materiales que recurre a la biología y química, así como la manufactura para crear la "cuarta generación" de materiales. La primera de estas generaciones son las piedras y la madera que se emplean fundamentalmente en bruto. La segunda generación de materiales son el cobre y el hierro que se vuelven utilizables al extraer componentes de los materiales disponibles de manera natural. La tercera generación de materiales son los plásticos, que no están disponibles en la naturaleza pero que se pueden sintetizar artificialmente. La cuarta generación permitirá a los ingenieros diseñar nuevos materiales a partir de la manipulación de átomos y electrones. Muchas empresas líder en Japón ya están dando los pasos necesarios para aprovechar el poder de esta nueva generación de materiales.

Como lo dicho por Tadahiro Sekimoto, presidente de NEC, "La compañía que controle el desarrollo de materiales dominará la industria de electrónicos." (22)

Los actores principales en la revolución de materiales no serán, como podría pensarse, la industria de materiales, sino la de manufacturas que emplea la tecnología de materiales para resolver problemas específicos del cliente. Consideremos la forma en la que Toray, una de las empresas químicas líder en Japón y pionera en nuevos materiales, está permitiendo a sus clientes llevar la fibra de carbono (material de la cuarta generación) al mercado. El primer producto de fibra de carbono de Toray fue el mango de un palo de golf. El material para éste fue diseñado en estrecha colaboración con compañías clientes para satisfacer los requerimientos específicos de los golfistas. ~~Enseguida~~, Toray desarrolló una fibra de carbono para chasis aéreos con características ligeramente diferentes y nuevamente en estrecha colaboración con sus clientes. Hoy en día, la fibra de carbono desarrollada por Toray es empleada en un 20% en los materiales de la estructura del Airbus A-320.

Toray es un ejemplo concreto de la fusión de tecnología. Articuló la necesidad de nuevos productos en artículos deportivos y chasis aéreos. Monitoreó el primer desarrollo de la fibra de carbono que realizó la Union Carbide en 1959 y se mantuvo al tanto de los desarrollos realizados por la empresa británica Royal Aircraft Establishment en la década de los sesenta; al igual que los desarrollos del Instituto de Investigaciones del Gobierno, de Osaka en el Japón. Finalmente, a través de extensivos proyectos conjuntos de investigación con sus clientes, Toray llegó al mercado rápidamente con productos innovadores que rebasaron a la competencia. (23)

12) Los Ejes de la Competencia Entre las Corporaciones Multinacionales.

Al comparar dos empresas con la misma composición orgánica y técnica de capital, es decir, con condiciones similares en materia de base tecnológica, es necesario preguntarse cuáles serían los factores que permiten el mayor desarrollo relativo, mejor posición de competencia de una a otra compañía.

Durante diez años, dos corporaciones, NEC y GTE, evolucionaron de manera dispar. En 1980, las ventas de GTE sumaron \$9.98 billones de dólares y el flujo de efectivo ascendió a \$1.73 billones (miles de millones). Por otra parte, NEC era más pequeña con \$3.8 billones en ventas. Ambas en ese año tenían una base tecnológica similar, aunque NEC no tenía espacios de mercado en el sector de telecomunicaciones. (24)

Al hacer la comparación en 1988, las ventas de GTE fueron de \$16.46 billones, mientras que las de NEC fueron de \$21.89 billones. De esta forma se convirtió en una empresa que operaba el área de teléfonos, con una posición importante en la industria militar y productos para iluminación. GTE, despojó a Sylvania TV y a Telenet; estableció inversiones conjuntas y cerró los semiconductores. Con esto, la posición de GTE se deterioró y del total de ingresos provenientes fuera de Estados Unidos cayeron de 20% a 15% de 1980 a 1988. (25)

A partir de 1988, NEC, se convirtió en una de las 5 corporaciones a escala mundial al posicionarse en semiconductores, telecomunicaciones y producción de computadoras. Asimismo, redujo la brecha entre telecomunicaciones y la automatización de oficinas.

Los segmentos de mercado son cambiantes y por tanto, las corporaciones se adaptan a la necesidad de inventar nuevos mercados; adecuarse a los emergentes y modificar los patrones de consumo. El aspecto crítico consiste en la capacidad de las empresas para arrojar nuevos productos con alta funcionalidad o crear productos que el consumidor necesita pero que tal vez no lo había imaginado.

Lo anterior depende de la capacidad de planear y diseñar una estrategia. Por ejemplo, NEC, articuló la computación con telecomunicaciones "C y C". La Corporación NEC identificó tres brazos articulados de evolución de mercado y tecnología. El cuerpo directivo resolvió que la computación se desarrollaría desde la producción o manufactura hasta la distribución de procesadores y comunicaciones desde las barras mezcladoras hasta los complejos sistemas digitales llamados ISDN, por sus siglas.

La dirección estratégica de NEC determinó que el producto madre, central, de la corporación sería el semiconductor. Ingresó a este mercado a través de más de 100 alianzas estratégicas en 1987, lo cual ayudó a configurar competencias rápidamente y a bajo costo. Para la manufactura de computadoras su alianza fue con Honeywell & Bull. La mayoría de las alianzas en materia de semiconductores se llevó a cabo con la finalidad de acceder a la tecnología, en consecuencia, la alianza condujo a la internacionalización de los patrones de calificación y de investigación y desarrollo. Los costos disminuyen considerablemente de esta forma, ya que no es necesario desarrollar ideas nuevas o desde cero. (26)

Para GTE la búsqueda tardía de estos ejes de competencia y diversificación de productos, con base en la refuncionalización de las instalaciones y la nueva planeación, llevó a una fase de estancamiento. La experiencia de NEC, mostró la importancia de tener un portafolio de innovaciones en lugar de un portafolio de negocios. Otras corporaciones siguieron esos pasos entre 1980 y 1990, tales como Canon que creció 264%, Honda alrededor de 200%. Comparados con Xerox y Chrysler, los mercados norteamericanos se enfrentaron a los bajos costos japoneses y a la innovación permanente de sus corporaciones a través de inventar nuevos mercados, desarrollar nuevos productos y multiplicarlos. Canon salió al mercado con copiatoras personales; Honda pasó de motocicletas a los buggies de cuatro ruedas; Sony desarrolló la cámara de video de 8 mm; Yamaha el piano digital. Komatsu introdujo un "buldozer" a control remoto para trabajar debajo del agua y Casio presentó una pantalla miniatura a color para televisión.

Las corporaciones japonesas han desarrollado una verdadera "tempestad" de artículos, oleadas de productos multiplicándose con base en la sofisticación y adelantos de la investigación y desarrollo que traducen la innovación tecnológica en nuevos productos como la dirección en las cuatro ruedas o los motores con cuatro válvulas por cilindro en la industria automotriz. Esto constituye uno de los ejemplos claros de la comercialización superior de tecnologías que abordaremos en el capítulo dos. La competencia entre las compañías occidentales y orientales tiene dos momentos: por un lado, el corto plazo, depende del precio-alto desempeño de sus productos.

Todas las corporaciones coinciden tarde o temprano en los niveles medios mínimos de productividad por rama o sector, de tal manera que establecen estándares de costo y calidad. En el largo plazo, la competencia sostenida, requiere de la habilidad para producir al menor costo y mayor velocidad que los competidores: la introducción o engendro de nuevos productos sin anticiparlos, solo puestos en el mercado. Los ejes, en suma, se centran en la habilidad para consolidar una política corporativa en materia de tecnología y la producción de calificaciones y conocimientos en la competencia sostenida, que hacen de una empresa individual adaptarse y adecuarse a las oportunidades cambiantes.

Las corporaciones aprenden que la verdadera competencia radica en la posibilidad de explotar la innovación tecnológica y todos los recursos tecnológicos centrales, para volver a la producción multifactorial y diversificada. Una corporación diversificada es como un árbol: el tronco y los brazos principales son los productos centrales; las ramas son las unidades de negocios; y las hojas o flores, son los productos finales. La raíz que provee nutrientes es la competencia central o estratégica. De esta forma es posible medir la fortaleza de la capacidad de competencia a través de los productos finales. **La competencia estratégica depende del conocimiento colectivo en la empresa y de la habilidad para coordinar las diferentes calificaciones y experiencias, con el flujo de tecnologías.** Por ejemplo, si analizamos la capacidad de Sony para miniaturizar o de Philips para la experiencia en óptica, la base teórica para poner un radio en el sistema de chips, no garantiza la capacidad para producir un radio del tamaño de una tarjeta de crédito. Para ello, Casio debe armonizar el "know-how" en materia de miniaturización, con el diseño de microprocesadores, el material científico, y la caja ultrafina. Las mismas calificaciones que se aplican para las calculadoras en miniatura, las t.v. de bolsillo y los relojes digitales. (27)

La competencia estratégica depende de los flujos de tecnología, pero también de la distribución del valor o la re-expresión multifactorial en productos, así como de la organización del trabajo. Requiere de una gran comunicación en la empresa en todos los niveles para lo que los puestos están calculados exactamente en número y funciones.

La competencia estratégica no se reduce con el uso y aplicación. Las competencias se reproducen si son aplicadas y distribuidas. El conocimiento muere si no es aplicado. Esta es la base, pero la competencia es el motor de nuevos negocios a partir de dicha base. Por tanto, los patrones de diversificación y de entrada al mercado, pueden ser guiados por la investigación y el conocimiento aplicado y no solamente por lo atractivo del mercado.

La capacidad de competencia de 3M, con su cinta pegante, se amplió cuando sacó las papeletas con goma "post it", las cintas magnéticas, las películas fotográficas, las cintas sensibles al tacto, los abrasivos recubiertos. Son todos productos que en lugar de representar un portafolio de negocios, antes que eso significan la **distribución de competencias estratégicas.**

Muchas compañías han tenido la oportunidad de lograr ese proceso, pero han confundido la distribución de competencias estratégicas, con un portafolio de negocios solamente. **Es decir, la Corporación con productos base, debe multiplicarlos y adelantarse al mercado, y no solamente limitarse a crear un negocio unilineal con un producto. Lo que en otras palabras quiere decir que la inversión en ID, cuyo monto crece geoméricamente, al traducirse en innovaciones y adelantos, en nuevo capital fijo, que modifica**

la composición técnica de capital, sumado a un paquete de conocimientos "pegados" a la forma física de la innovación, requiere de re-exresar esa inversión en subproductos derivados de la innovación "madre". Lo cual no solo amplifica el efecto del cambio técnico, sino que repone la inversión (amortiza) al tiempo que no permite que la base sea alcanzada por la competencia y el capital original conserve su delantera en términos de plusvalía extraordinaria.

General Electric vendió a la compañía Thompson de Francia y a otras como Black ad Decker, buena parte de su negocio de productos eléctricos, calificaciones y conocimientos, bajo el supuesto de no poder ser competitivo con estas líneas. El resultado irónico de esto fue que las empresas adquiriese se convirtieron en líderes del mercado en motores eléctricos pequeños para herramientas; la Thompson fue más agresiva al lograr la competencia en microelectrónica, al aprender de las empresas japonesas. La empresa debe centrar su atención en los productos madre, los productos eje y de allí derivar una gama de productos finales, tal y como lo hizo Black ad Decker con los motores, de allí sacó tornos, taladros, fresadoras, como productos finales resultado de los centrales. (28)

La competencia estratégica contempla tres elementos: primero, la posibilidad de acceder a diversos mercados. La competencia en los sistemas de exposición permite participar en negocios de calculadoras, t.v. miniaturizada, monitores para computadoras portátiles. Segundo, permite una contribución significativa de las necesidades del consumidor acerca del producto final. Tercero, La competencia estratégica será difícil de imitar por la competencia, especialmente si hay una articulación entre las diferentes tecnologías individuales y las calificaciones. Un competidor podría usar las tecnologías esenciales, pero se enfrentaría a la carencia de infraestructura de investigación y desarrollo y de coordinación interna. (29)

Capítulo II

Investigación y Desarrollo y **COMERCIALIZACIÓN DE** **TECNOLOGÍAS.**

1) Productividad y comercialización de tecnologías.

Las necesidades de reproducción del capital en escala ampliada, y la renovación de capital fijo con base en un proceso de innovación y cambio tecnológico sostenido para aumentar la productividad, una vez que se tienen logros expresados en nuevas tecnologías, nuevos productos, entre ellos, el adelanto **tecnológico estratégico** que requirió de una fuerte inversión, **reclama** amortizarse y traducirse en nuevos y crecientes productos diferentes, re-expresarse, con la finalidad de amortizar la inversión, por un lado, pero de otra parte, con el objeto de salir al mercado con un nuevo producto o sub-producto desde la innovación estratégica y así mantener la delantera o plusvalía extraordinaria, ya no precisa y únicamente a partir de la modificación de la base técnica de producción, sino esa inversión y aumento de productividad se sostiene al adaptarla, agregarle valor con más ID, que significa modificar para re-expresar en un nuevo producto, pero sigue siendo la misma tecnología (innovación) básica o estratégica.

La comercialización de tecnología es una característica relativamente nueva en la década de los años 90, a diferencia de la excelencia y la calidad, que fueron las llaves de la competitividad en los 80. EL capital debe introducir más productos, con mayor rapidez, a mayor número de mercados, usando más tecnología. La novedad en muchas empresas es que ya tienen la capacidad de traer **tecnología sofisticada para el mercado de sus productos base con mayor rapidez y frecuencia que los competidores**. La revolución por la productividad trae consigo este fenómeno que se convierte en un factor estratégico para competir: el binomio comercialización y productividad. (1)

Las empresas que se han rezagado en Estados Unidos, Japón, Europa o en México, en términos de su capacidad de comercialización muestran la importancia de esta modalidad que asume la productividad.

Las compañías que se ubican en ventajas sobre la ganancia media, líderes de ramo, sector o segmento de producción, de servicios, de comercio, comercializan dos o tres veces más el número de sus nuevos productos y procesos en relación con sus competidores de un tamaño comparable; incorporan dos o tres veces mayor número de tecnologías en sus productos; traen sus productos al mercado en menos de la mitad del tiempo y compiten con el doble de sus productos y en diversos mercados distribuidos geográficamente, sea en el esquema de comercio intra- firma transnacional o inter-firma, o inter-nacional. (véase cap. 1, punto 2.)

Estas diferencias no son ocurrencias que reflejen la introducción de productos específicos y no están limitados a algunas naciones. Las diferencias críticas entre las compañías de alta productividad comparadas con las de baja productividad fueron sostenidas por periodos mayores de un año y fueron tan grandes en Japón como en América y Europa, o América Latina.

La comercialización existe como un sistema dentro de las compañías líderes. En realidad, la comercialización no excluye a los principios de la calidad manufacturera, los incluye y aprovecha. Las corporaciones aplican al proceso total de comercialización los principios básicos para mejorar la calidad manufacturera, lo establecen como una prioridad elevada, fijar metas cuantificadas para mejorar, desarrollar las cualidades necesarias de organización e impulsan a los administradores para tomar medidas vigorosas. Lo ven como un trabajo administrativo para asegurar que los conductos y las comunicaciones sean rápidas y fáciles y le prestan mayor atención al mejoramiento del proceso. Cabe recordar que las innovaciones tecnológicas no solamente se refieren a nuevas máquinas, nuevos procesos, incluyen las formas de gestión del proceso de trabajo y su organización.

Como señalamos arriba, la competitividad es resultado de una fuerte conexión entre la productividad y la habilidad del capital para comercializar tecnología.

En algunos mercados tales como copiado, máquinas faxímiles, computadoras, automóviles, equipo para la producción de semiconductores y farmacéuticos, la industria líder depende claramente de una superior destreza para la comercialización. Las compañías que ponen en el mercado productos con alta tecnología, **resuelven sus variantes o la multiexpresión de productos más rápidamente** y liberan la parte esencial de sus tecnologías a través de más mercados, ganan utilidades mayores. La habilidad de una alta comercialización es entonces uno de los retos más importantes que las empresas deben enfrentar para lograr un crecimiento sostenido de la productividad.

2) Se recorta el ciclo de renovación tecnológica y aumenta el costo de investigación y desarrollo, I+D.

La habilidad para comercializar tecnología, mover un producto del concepto al mercado rápida y eficientemente, es crucial para lograr mantener la posición de competencia, sea para conservarse en el terreno de plusvalía y ganancia extraordinaria, en relación con la media (tecnológica de los competidores), sea para acercarse al líder, aunque en este caso prescindimos de analizar los otros mecanismos que usa la empresa para ganar puntos de delantera en relación con la ganancia media, como son, abaratamiento de materias primas y auxiliares, de la mano de obra lo que en todo caso es una ventaja temporal que puede ser superada por un capital que sin violar el valor de la fuerza de trabajo, logre una innovación estratégica y lo lleve a un aumento muchas veces fuera de la media de la productividad.

Primero, dentro de las tendencias de aumentar la proliferación de nuevas tecnologías y la velocidad con que cambian las tecnologías anteriores, obsoletas, la evidencia empírica de esta tendencia es abundante e incluye la **contracción de los círculos vitales** de muchos productos o su ciclo de renovación .

Las máquinas de escribir son un ejemplo. La moderna generación de máquinas de escribir era mecánica y dominó el mercado por cerca de 25 años, pero las generaciones siguientes de máquinas de escribir han tenido progresivamente una corta vida: 15, 7 y 5 años. Esto es, tomó 25 años para los vendedores de máquinas de escribir mecánicas para caer abajo de las ventas de las electromecánicas; 15 años a los modelos electromecánicos para dar paso a las completamente eléctricas; 7 años para que las ventas de modelos eléctricos fueran sobrepasadas en sus ventas por las máquinas microprocesadoras controladas; y 5 años para que las ventas de esta primera generación de microprocesadoras controladas fueran superadas por las ventas de la segunda generación de estas máquinas.

También las innovaciones tecnológicas se están expandiendo muy rápido, en parte como un resultado del crecimiento de las asociaciones dedicadas a la investigación y a los proveedores internacionales (punto 3 del cap.1). En realidad es difícil apuntar a un importante desenvolvimiento de la tecnología en años recientes que fue y permanece privatizada.

La tecnología está aumentando su costo. Quizás el ejemplo más importante y familiar del rápido aumento del costo de desarrollo de las tecnologías de base es el proceso tecnológico del silicón, usado en la producción DRAM. El proceso tecnológico para 256K DRAM, como lo ha permitido la tecnología moderna de 1985, cuesta cerca de \$100 millones para su desarrollo y requirió de \$100

millones de inversión en capital para su producción. La siguiente generación de DRAMs tienen capacidad de 1Mb, cuesta \$250 millones y requirió de \$200 millones de inversiones de capital. La generación posterior, 4 Mb DRAMs terminará costando \$500 millones y requerirá una inversión en manufactura de cerca de la mitad de un billón de dólares.

Segundo, otro factor manejado en el aumento de la importancia de la capacidad de la comercialización es la fragmentación de mercados. En el mercado de automóviles de Estados Unidos, por ejemplo, el número de segmentos alcanzó a subir un tercio en siete años -de 18 en 1978 a 24 en 1985-. Muchos de estos segmentos del mercado permanecen sin utilizarse hasta que la compañía introduce un producto ofreciendo lo que es adecuado a la misma.

Estas realidades competitivas hacen posible la capacidad para comercializar tecnología, tan importante como las fuentes tradicionales de ventaja en esa escala, habilidad en el trabajo, posesión de la tecnología apropiada y acceso al capital. Las compañías que tienen la capacidad de traer tecnología al mercado, pueden ejercer una acción efectiva con los competidores. Las compañías que carecen de ella pueden ver que sus posiciones en el mercado rápidamente se erosionan. Tanto Xerox como algunas compañías manufactureras de microcomputadoras japonesas aprendieron esta lección muy duramente.

Xerox dominó el mercado de fotocopiado por muchos años, pero en la mitad de 1970 su ciclo de cuatro a siete años de desarrollo le costó ese control. En 1976 competidores como Canon empezaron a introducir fotocopiadoras de menor capacidad con papel normal, en rápida sucesión. Entre 1976 y 1982 más de 90 nuevos modelos aparecieron en el mercado, la mayoría de ellos de baja capacidad y el 82% del total de las acciones del mercado cayeron a la mitad.

Como Xerox no tenía ningún modelo de este tipo, se embarcó en un programa agresivo para desarrollar uno, pero el proceso de comercialización de la compañía no fue suficientemente firme para soportar la presión. El producto resultante -el modelo 3300- no era muy confiable, además de ser muy caro. Adicionalmente, Xerox no era capaz de introducir variantes rápidamente para colocar el 3300 en la familia de productos que cubrían algunos segmentos del mercado de mediana capacidad.

Por otro lado, Canon desarrolló gran habilidad en la comercialización de tecnología. Produjo algunas innovaciones tecnológicas e impulsó cuatro fotocopiadoras de (low end) y mediana capacidad en una rápida sucesión con velocidades de 12, 20, 30 y 40 copias por minuto, respectivamente. Ganó una sólida posición en este tipo de mercado, a costa de Xerox.

Desde entonces Xerox ha reforzado sus habilidades para la comercialización. Durante su rotación en los inicios de 1980, la compañía se ha desenvuelto en ciclos de siete hasta dos años y ha introducido las seis innovaciones tecnológicas principales en cinco modelos que comprenden sus "10 series". Llegó a acumular un liderazgo de tres años por encima de sus competidores en estas tecnologías y empezó a revertir su declinación en el mercado de la bolsa.

Así como Xerox dominó el mercado de copiado en los 70 las compañías japonesas prácticamente se apropiaron del negocio de las microcomputadoras e impresoras en los 80's. Pero a mediados de 1980 Hewlet-Packard usó su habilidad para comercializar tecnología de los competidores establecidos. En una sucesión muy rápida, HP introdujo una amplia línea de impresoras basadas en un innovador láser (ink jet) y tecnologías para el software. En los seis últimos años, ha alcanzado una participación significativa en el mercado, incluyendo cerca del 60% del mercado norteamericano de impresoras láser para oficina. (2)

3) Se recortan: El Ciclo de I+D, el tiempo de producción y los de circulación.

La competitividad y la capacidad de comercialización (cuyo eje es la productividad, es decir, ambas son funciones de ésta) propias de las compañías líder, más grandes, con mayor composición orgánica y técnica de capital, tienen la capacidad para manejar el proceso de comercialización en forma diferente a otras organizaciones en cuatro aspectos:

- 1) han conseguido productos y procedimientos del mercado más rápidamente,**
- 2) usan esas tecnologías en productos en un nivel más amplio del mercado,**
- 3) introducen más productos;**
- 4) incorporan una gran cantidad de tecnologías propias.**

En consecuencia, a) la duración en el mercado, b) su nivel, c) el número de productos, y d) la expansión de las mismas son buenas medidas de la capacidad de comercialización de una compañía y su competitividad.

Tiempo de comercialización o reducción del tiempo de circulación. Cuando las tecnologías base están ampliamente disponibles y cuando los ciclos del producto son cortos, es esencial la introducción en el mercado. Esto es, cuando la compañía es la primera en el mercado, muy a menudo puede dirigir los precios de garante por su monopolio de facto y temporal. Supongamos el mercado de radios para automóvil, por ejemplo, el primero en introducirse puede obtener 20% más que un competidor que presenta un producto comparativo un año después.

Estas garantías son importantes, ya que los precios rápidamente disminuyen tan pronto como llega la competencia. Las compañías tratan de balancear la declinación de los precios, mejorando la eficiencia de su producción, pero los resultados del ahorro no son necesariamente suficientes para compensar los precios de deslizamiento y recobrar los altos costos de desarrollo.

Los primeros en introducirse alcanzan un volumen de puntos en comprar y producir antes que la competencia y ganan en el mercado de acciones. Muchos administradores no conocen los beneficios de entrar al mercado primero. Los mismos administradores del programa, quienes conocen de memoria lo que costaría un ingeniero adicional y qué ganancias se perderían si la compañía dejara de manufacturar los costos, muy pocas veces pueden cuantificar las pérdidas asociadas con una declinación de seis meses en el proceso de desarrollo. Conscientemente reducen su proceso de desarrollo para reducir el presupuesto del proyecto o para abatir los costos.

Lo que ellos no conocen adecuadamente, son las tendencias de la tecnoglobalización global: asumiendo que el mercado crece 20% al año, que los precios caen 12% en el mismo período y que la vida cíclica del producto es de 5 años, impulsando la impresora láser después de seis meses de lo programado, pueden reducir las ganancias acumulativas del producto en un tercio. En comparación, bajo las mismas suposiciones, el desarrollo del costo excedente del 40% alcanzará una posición equilibrada acumulativa de las ganancias de sólo el 2.3%.

Es evidente que una de las leyes de la sociedad capitalista consiste en la depreciación de los activos fijos y una de las formas más destacadas es la que opera cuando una máquina alcanza a otra en el mercado o bien un producto. Por qué hablo de una máquina, pues en la medida que los ciclos de renovación se recortan, las nuevas máquinas traen productos que hacen que el precio de cada uno, por efecto de la productividad creciente caigan, al tiempo que la ID sube el costo, empero la proliferación de innovaciones no se limita a una vez con una nueva máquina. Si se trata de una gran innovación es necesario sacarle jugo con agregados: trabajo de adaptación, reproducción, innovación sobre la innovación expresados en nuevos productos . (3)

4) La necesidad de amortizar rápido: Más líneas de producto por el mismo costo de la tecnología. Los multiproductos derivados de tecnología estratégica.

El costo del desarrollo de tecnologías es alto y creciente. Las compañías que incurren en estos costos deben expandirse tanto como sus productos y los mercados mundiales lo requieren. De otra manera estarán imposibilitados para recuperar sus costos, mantener el precio de paridad y renovar los esfuerzos para el desarrollo, todo lo cual es necesario para la competitividad. Por ejemplo, la industria de telecomunicaciones gastó un total de \$1.2 billones para el desarrollo de los switches de teléfonos en 1983 y \$1.9 billones en 1988. Esto representa un 10% de aumento combinado por año dentro de un período de 5 años. Los aumentos reflejan las acciones de las empresas para añadir nuevas fases a sus sistemas y no nuevas introducciones al mercado.

Al mismo tiempo los precios para los switches de la oficina central descendieron 8% al año. Obviamente, existía una intensa presión por encontrar formas de recuperar lo invertido.

Una forma de compensar los costos es re-expresar, traducir, lo esencial de la tecnología a través de múltiples productos y mercados internacionales. Northen Telecom anticipó este desarrollo del software ya que su interruptor digital iba a ser costoso, por lo que hizo un manejo agresivo para distribuir la tecnología en muchos mercados al mismo tiempo. Formó alianzas internacionales con socios que pudieran requerir los interruptores en el mercado nacional y en donde las redes de distribución de Northen Telecom fueran relativamente débiles, con el objeto de compensar las limitadas fuentes del mercado. Northen Telecom también usó parte del software en varias áreas del producto, switches híbridos de analogía digital e interruptores configurados expresamente para la oficina central.

Honda, por ejemplo, también compensó los costos de innovación dentro de algunos productos del mercado. Cuando invirtió intensamente en el desarrollo de cabezas de multiválvulas cilíndricas con válvulas auto ajustables, aplicó la tecnología a bicicletas, carros, podadoras y equipos generadores de energía. De manera similar, Canon explotó sus inversiones básicas en óptica y lentes operando los mercados de fotolitografía, cámaras y copadoras. Ha utilizado motores reducidos de su equipo de fotolitografía en sus cámaras y está incorporándolos en sus copadores. Hewlett-Packard usa tecnología para el ramo de instrumentos en media docena de mercados altamente diferenciados desde osciloscopios hasta analizadores cardiacos.

La inversión conjunta o compartida, así como el intercambio de licencias y patentes y relaciones en el mercado son soluciones efectivas para aquellas compañías que carecen de la capacidad de expandir sus costos en tecnología. Las alianzas en el mercado internacional han dado buenos resultados para empresas farmacéuticas.

Número de productos. La fragmentación del mercado crea oportunidades para compañías que fácilmente pueden adaptar productos para obtener una mejor posición en el mercado. En tanto los modelos tengan considerables diferencias y las fronteras alrededor de los nichos de mercado sean reales y sostenibles, el volumen total de ventas es correlativo al número de los modelos producidos.

Los segmentos del mercado de la industria automotriz son ampliamente discutidos, pero aún en mercados industriales desarrollados como el de máquinas para herramientas existe la oportunidad de ganar terreno desarrollando modelos que ofrecen diferentes intercambios entre sistemas, flexibilidad y precio. La fabricación de productos tiene como meta entrar en el proceso de comercialización no solamente una, sino tres o cuatro veces e incorporar, en cada nuevo artículo, cambios considerables y no necesariamente grandes desarrollos.

Las compañías líderes sirven a más segmentos del mercado que los que vienen atrás. Casio, la industria líder en el mercado japonés de calculadoras manuales, introdujo 2.5 veces más productos que Sharp, en un período de cerca de diez años. En el mercado mundial de cámaras para apuntar y disparar de 35 mm., la distancia entre líderes y seguidores es ahora del doble. En los sistemas de computación UNIX de mediana capacidad, la distancia es de cerca de cuatro. (4)

Amplitud de tecnologías. En muchos mercados los productos incorporan un aumento en el número de tecnologías y las compañías deben ser capaces de manejar, adquirir e integrar todas ellas si quieren competir. El mercado de copiado ilustra este aspecto.

Desde hace diez años las copadoras solamente coordinaban un pequeño reducto con un sistema de toner y una pieza movable de papel, que requería tecnología para tres aspectos: para mover el papel mecánicamente, para coordinar y afocar los lentes, para la fuente de luz y para aplicar y mezclar el toner. El hecho de competir en ese mercado significaba un adelanto mediante la innovación en el movimiento mecánico del papel, óptica y sistemas de mezclado. La competencia en esas tecnologías es todavía necesaria, pero no suficiente. Las compañías también necesitan avanzar gradualmente en otras áreas tecnológicas como: el control del hardware y el software, fotoreceptores orgánicos y panel de exhibidores. Las empresas que se quedaban atrás en algunas de estas áreas, se arriesgaban a producir un producto no competitivo.

La situación es la misma en muchas industrias. Los automóviles incluyen ahora una gama de nuevos controles electrónicos, sistemas de frenado, materiales estructurales y materiales para el motor.

Los semiconductores incluyen innovaciones, no sólo en el proceso tecnológico, pero también en el embalaje, pruebas y tecnologías de interconexión. Los fabricantes de DRAMs han tenido que mantenerse alejados con los procesos de producción más complejos. El número de fases necesarias para las condiciones promedio de desarrollo de tecnología se han incrementado de 230 en 1985 a 550 actualmente y la variedad de equipo necesario para la manufactura ha subido un 20%. Aún en la industria farmacéutica, que ha sido siempre interdisciplinaria, la necesidad de estar al día en productos químicos, biológicos y tecnologías biomédicas ha crecido durante los pasados diez años conforme a una mayor comprensión de los mecanismos de las enfermedades y la ingeniería genética. (5)

5) Construcción de la capacidad de comercialización.

Vale la pena detenerse un momento a analizar las implicaciones de la innovación tecnológica, la investigación y desarrollo en producto, proceso, manufactura, diseño, en el aumento de la productividad, la renovación del capital fijo, así como el aumento en la competitividad. La nueva forma del ciclo de la productividad deriva de la velocidad de renovación de capital fijo, pero con una modalidad, en esta ocasión, al establecer la ley del valor con el desarrollo de la productividad como el eje de la producción capitalista en la tecnoglobalización, se establece un puente entre la innovación y la investigación y desarrollo, la producción de nuevas tecnologías, cada vez más rápido, el recorte de los ciclos, por ende la necesidad de amortizar y agotar el valor de cambio de la tecnología, de ese capital fijo, y el aumento de la producción, de la capacidad productiva del trabajo, con el consecuente aumento del flujo de mercancías, pero con una contradicción: por un lado, es necesario amortizar más rápido, sacar el jugo completo al valor de cambio de las nuevas tecnologías y su conversión en equipo fijo (sean programas de computadora, sean robots, sean interconectores para máquinas y automatización de ellas como veremos en el capítulo 3), pero de otra parte, la nueva oleada de nuevo capital fijo puede alcanzar al innovador anterior y hacerlo, convertirlo en desuso; entonces, la comercialización de tecnologías, se convierte en el puente entre la producción, y la necesidad de traducir el gasto creciente de inversión original en múltiples productos, en innovaciones agregadas en la fase de capital mercancías, que dicho sea de paso, la velocidad con que el capital fijo puede funcionar, la adelanta la comercialización y su amortización, al precipitar la rotación; la velocidad con la que el valor del capital fijo, no coincide con su valor de uso, es decir, el desgaste moral del mismo es cada vez más acelerado.

Veamos esto con más detalle, en la medida que el análisis de la recuperación de la tasa de ganancia a la luz de la revolución por la productividad, de las bases para una nueva división internacional del trabajo y de la comercialización de tecnologías, resulta necesario entender los efectos de la rotación del capital fijo en la multiplicación de tecnologías nuevas y el recorte de su ciclo.

Una parte del capital desembolsado por el empresario, permanece de manera fija en el proceso de producción y en el acto de trabajo, transfiere su valor paulatinamente, una parte se incorpora al producto en creación en la esfera de la producción. " El valor así adherido va disminuyendo constantemente hasta que el medio de trabajo queda fuera de uso y su valor se distribuye, por consiguiente, durante un periodo de tiempo más o menos largo, entre una masa de productos que brotan de una serie de procesos de trabajo constantemente repetidos..." (Marx, Carlos, Tomo 2, FCE, Cap. VIII, p.140).

Una rotación de capital fijo lleva aparejada varias de lo que llamamos capital circulante, cuyo valor se transfiere íntegramente cada vez al nuevo producto en creación. Entonces, es importante observar que en la época de la revolución mundial por la productividad, el capital fijo asume fenómenos nuevos, a diferencia de cuando la economía de subsidio, lejos de la ley del valor, podía hacer que una máquina fuera casi eterna, con base en reparaciones, en trabajos agregados, pero exenta de competencia. Hoy día, la competencia, el libre mercado, da pie a la introducción decisiva y radical de nuevos equipos, a diferencia de la falta de competencia que permitía cambios graduales "y, por tanto, un obstáculo que se opone a la rápida implantación general de medios de trabajo perfeccionados..." por el contrario señala Marx, la competencia, cuando se trata de transformaciones decisivas, obliga a sustituir los antiguos medios de trabajo por otros nuevos antes de que aquéllos lleguen al término natural de su vida. Son, principalmente, las catástrofes, las crisis, las que imponen esta renovación prematura de las instalaciones industriales en gran escala..." (Marx, C. Opus Cit, p.151).

Pero en la actualidad, el proceso de sustitución de equipos viejos en la economía abierta es una característica intrínseca, aún cuando éstos no hayan cubierto su vida útil. De aquí la necesidad de la comercialización de tecnologías que acelera la rotación y multiexpresión para amortizar más rápido antes de que llegue la nueva oleada de tecnologías. Y esto por que la parte de valor que pierde el capital fijo, en su peculiar circulación, en su forma natural por el desgaste circula como parte de valor del producto. La liberación de equipos, de tecnología para transferir hacia otros mercados se desprende de aquí como un fenómeno que no nuevo, fortalecido en la comercialización de tecnologías.

Es preciso aclarar que el producto que absorbe parte de aquel del capital fijo, se convierte, mediante la circulación, de mercancía en dinero; también, por lo tanto, la parte de valor del medio de trabajo que el productor hace circular y, además, su valor destila del proceso de circulación como dinero en la misma proporción en que este medio de trabajo deja de ser agente de valor dentro del proceso de producción...La parte de valor del medio de trabajo existente bajo forma natural va disminuyendo constantemente, mientras que su parte de valor traducida a la forma dinero aumenta de un modo constante, hasta que el medio de trabajo fenece y su cadáver se convierte en dinero (Marx, C. Ibidem). Este hecho, da lugar al reciclaje de parte del dinero invertido en capital fijo, recuperado al vender el producto y pasar de la producción a la circulación; en consecuencia, su aplicación a la esfera de la investigación y desarrollo de novedades, innovaciones que forma parte ya, de suyo, del ciclo del capital, sea en laboratorios extra-fábrica, sea en la propia compañía. Las etapas de I+D, recorren las fases de capital dinero, capital productivo y de mercancías, en las dos esferas, la circulación y la producción. Ambas formalizan el tiempo de circulación que comprende la compra e inversión de dinero en capital productivo y la venta del producto o mercancías valorizadas.

Como el tiempo de producción en sentido amplio y el tiempo de trabajo inscrito en éste que corresponde estrictamente a las jornadas de trabajo efectivas de valorización directa (es mayor en términos generales, el tiempo de producción que el del trabajo). Por lo tanto, para calcular la rotación global del capital productivo desembolsado debemos fijar todos sus elementos en su forma dinero, de tal forma que su retorno a esta forma sea lo que cierre la rotación.

Sucede que la rotación del capital está dada por la suma del tiempo de producción y el de circulación del capital. Por lo tanto, el alargamiento o reducción del tiempo de producción, así como el de circulación, acelera o disminuye la velocidad de rotación. El efecto de la revolución por la productividad, las innovaciones y el cambio tecnológico, en su forma de comercialización de tecnologías y la multi-expresión de productos, constituye un mecanismo eficaz, necesario, para aumentar la rotación anual del capital fijo y del capital global. Pero esencialmente, hace posible que la nueva oleada de tecnologías arribe y desvalorice moralmente la que está en uso, pero habiendo aprovechado al máximo, la transferencia de valor al nuevo producto y su recuperación en dinero, a través de la comercialización de tecnologías.

Otro efecto de la revolución por la productividad y la comercialización de tecnologías es en la rotación global, así como la liberación de capital dinero necesario para poner en marcha la misma masa de inversión, reduciéndola. Al superponerse un ciclo con otro, ya que el producto, el valor en mercancías de la primera fase, al venderse y reinvertir en capital dinero, cuando llega a la novena fase o ciclo, la masa global de dinero para poner en marcha el siguiente periodo de trabajo se reduce a menos de la mitad, siempre y cuando el tiempo de trabajo-producción sea cada vez más corto, así como el de circulación sea casi cero como ocurre con la producción justo a tiempo. Si esto resulta cierto (que no me detendré a demostrar en este trabajo) obedece si y solo si, la productividad comienza a ser un resorte generalizado, en pleno uso y vigor de la ley del valor, en abierta competencia. De otra forma, en casos aislados ocurre pero con efectos en el capital innovador, aislado, como en la ganancia extraordinaria, hasta que se generaliza. (véase Marx, Carlos, cap. XV, T.II).

Los mejores comercializadores hacen más que comprender la importancia de traer el producto adecuado al mercado repetida y rápidamente. Toman providencias para asegurar que la organización pueda obtener ese resultado de una manera confiable y rápida, aún si esto significa cambiar la forma de negociar. Los esfuerzos de Canon tipifican la manera en que compañías altamente tecnificadas han limitado su capacidad de comercialización.

Canon es ampliamente reconocida por ser líder en tecnología óptica y de imagen, ensamblados electrónicos, software y el ensamblado de alta precisión de refacciones pequeñas. Ha empleado su liderazgo para construir y crecer exitosamente en el mercado de cámaras, copiadoras, automatización para oficinas y equipo médico. Las ganancias de la compañía han crecido de Y200 billones en 1981 a Y1 trillón en 1988. (6)

En 1981 Canon era casi del mismo tamaño que Nikon actualmente es cuatro veces más grande. Canon ha valorado siempre su capacidad de introducir tecnología en el mercado, pero al intensificarse la competencia a mediados de 1980 el Presidente de la compañía el Sr. Ryuzaburo Kaku decidió actuar. Disminuyó los ciclos de vida del producto y aumentó la dependencia en proveedores para subsistemas clave, que los competidores también pueden comprar, lo llevó a concluir que el futuro de Canon descansaba en convertirse en el líder del mercado con su propia y única tecnología. Kaku estableció una comercialización superior como una alta prioridad y lo expresó en dos objetivos muy claros: **"ganar con su propia tecnología" en óptica, electrónica y manufactura de precisión y "50% abajo" (cortando el costo de desarrollo del producto y el tiempo a la mitad)**. Para reforzar estas metas, la compañía construyó una planta altamente automatizada para la fabricación de lentes y creó un laboratorio central para alimentar las tecnologías desarrolladas en óptica de la planta. La administración también apoyó el objetivo del "50% abajo", promoviendo que los gerentes divisionales estuvieran accesibles a los gerentes de proyecto. En la compañía todos aprendieron que los retrasos causados por la espera de la autorización administrativa ya no eran aceptados.

El énfasis en la capacidad de comercialización tuvo diferentes pero muy importantes efectos en la forma en que los administradores de Canon pensaron y actuaron. La división de equipo semiconductor, que produce sistemas fotolitográficos, estaba lista en cuestión de adiestramiento para la comercialización.

Se formaron equipos para los nuevos proyectos, con miembros experimentados, quienes pueden transmitir el conocimiento de proyectos previos, la organización primaria sobre productos antes que las funciones para facilitar la coordinación que involucre a los clientes en subsistemas de prueba con el objeto de descubrir los problemas cuando se presentan.

Pero la división vio el mensaje del presidente como un reto para ser aún más agresivos. Fijó una meta ambiciosa de cortar seis meses del desarrollo del tiempo para nuevos equipos. Para llevar a cabo esa meta se utilizaron herramientas diseñadas con el apoyo de computadoras, para eliminar algunas fases de la administración del proyecto y cubrir otras fases.

La modernización en el proceso de comercialización cortó los costos de desarrollo en un 30% y el tiempo en el mercado en un 50% y proporcionó a la división el impulso para sacar dos generaciones de equipo en el tiempo en que los competidores introducían una. También Canon pudo ofrecer versiones sin escala de cada generación cada año y medio, mientras que para su más fuerte competidor aumentaron el 16% en 1978 a 25% en 1988. Uno de sus mayores competidores, quien desarrolló poco esfuerzo en limitar su capacidad de comercialización, vio que sus acciones caían del 51% al 23% en el mismo periodo. La división de cámaras de Canon también revitalizó sus procesos de comercialización. (7)

En 1985 Minolta desafió a Canon, que se mantenía a la cabeza en el mercado con sus cámaras de lentes sencillos de reflexión impulsando el primer modelo de autoreflexión, que incorporó novedosos controles electrónicos y un motor en miniatura. El modelo abrió todo un nuevo mercado de consumidores, quienes querían la precisión de las fotografías de 35 mm., sin tener que manejar complejos controles de reflexión. Minolta siguió rápidamente el modelo original de autoreflexión con dos modelos diferentes dirigidos en pequeños segmentos en el nuevo mercado. Minolta eclipsó a Canon, como el líder en el mercado de 35 mm. con un 36% en 1986.

La división de cámaras de Canon practicó la introducción de dos productos que explotaban la penetración en tecnología de lentes operados con sonido montados en los lentes para permitir una reflexión más rápida del 50%, resultado del impulso a los altos mandos para llevar a cabo una acción agresiva, dirigida a las investigaciones en óptica de la compañía. Al final de 1986, Canon impulsó con Minolta y ya desde de 1990, ha luchado por permanecer en primer lugar construyendo otros tres modelos que cubren segmentos adicionales. Para aumentar su capacidad de comercialización, los mayores competidores como Canon hicieron lo siguiente: hacer de la capacidad de comercialización una prioridad mayor en la administración; fijar metas para enfatizar los esfuerzos; desarrollar habilidades y conseguir que los administradores se involucraran directamente en el proceso de comercialización para agilizar acciones y decisiones. (8)

La Comercialización es una Prioridad. Sin embargo, parece obvio, que los altos funcionarios de compañías exitosas coloquen explícitamente la alta tecnología de comercialización en la agenda corporativa. El común de ellos no hacen siquiera este simple esfuerzo, algunas veces porque creen que la comercialización es igual a ID y piensan que pueden mejorarlo gastando más dinero. Pero considerando el destino de una compañía de alta tecnología, en la cual sus altos funcionarios reconocen la importancia de la comercialización, pero fallan al no convertirla en una prioridad explícita.

A mediados de 1980 las compañías americanas de semiconductores tenían un buen desarrollo. Sus intereses y ganancias habían ido creciendo firmemente. En algunos mercados controlaban cerca del 50% de los negocios y tenían relaciones excelentes con sus mejores clientes. Sin embargo, en 1986 la industria norteamericana de semiconductores estaba en una lucha mundial por la competitividad y esta compañía estaba en una posición inaceptable. Después de muchas opiniones y debates, los altos funcionarios promulgaron un grupo de iniciativas diseñadas para mantener el liderazgo en la posición de la compañía. Las iniciativas enfatizaban un mejoramiento en la calidad, una clase de manufactura mundial y un excelente servicio al cliente. Los administradores conscientemente decidieron no introducir comercialización, innovación y liderazgo tecnológico en la lista de prioridades corporativas, ya que pensaron que estos objetivos eran obvios.

Después de tres años, la compañía empezó a descender. Los márgenes declinaron y las acciones en el mercado cayeron. Los altos funcionarios decidieron hacer esfuerzos adicionales para estudiar la falla en este aspecto y en cada caso los resultados fueron los mismos: **la competencia estaba sacándolos de la comercialización. Los competidores estaban haciendo más productos en menor tiempo, desarrollando un liderazgo en nuevos productos y procesos tecnológicos, ganando acciones, aumentando sus márgenes y colocando dinero en sus esfuerzos de comercialización.** En 1989 la compañía de semiconductores, presionada con varios ataques, corrigió sus prioridades corporativas y puso énfasis en la comercialización de tecnología al principio de la lista.

Estos problemas en la compañía son comprensibles, poniendo en su lugar la organización del trabajo. A la gente en los niveles más bajos de la organización no se le privó de discusiones con los altos ejecutivos y no tenían manera de saber por qué las cosas eran o no prioritarias en la lista. Naturalmente dirigían sus recursos hacia el estudio, entrenamiento y medida del progreso en contra de los objetivos explícitos de los altos ejecutivos.

Si la comercialización es verdaderamente importante, los líderes en los negocios deben enviar señales claras. La meta corporativa de Canon de "ganar a través de nuestra propia tecnología" y el objetivo de Hewlett-Packard de "hacer una contribución necesaria y redituable" suenan inocuas, pero actualmente son importantes señaladores del comportamiento de todos los niveles de estas organizaciones.

Fijar Metas y Puntos de Referencia. No es suficiente identificar una superior capacidad de comercialización como una prioridad. Los líderes de exitosas comercializadoras también traducen esta prioridad en objetivos en los que otros pueden actuar y crean incentivos para que los lleven a cabo. Por ejemplo: especificar las tecnologías principales en las cuales la compañía debe dirigir o fijar objetivos para los precios o medidas del producto e incentivar la acción poniendo metas agresivas.

Quando Canon estaba desarrollando su copiadora personal, luchó por la calidad del copiado tanto como la oficina de copiadoras de IBM, un precio de menos de \$1,500 opuesto a los \$3,000 para el modelo más barato del mercado y un peso menor de 20 kilogramos contra 35 kilogramos de su modelo competitivo más ligero. El equipo encargado del proyecto sabía exactamente lo que tenía que alcanzar, ya que las metas eran muy específicas. Los administradores fueron forzados a encontrar nuevas maneras de alcanzarlas, ya que las metas eran muy específicas. Los administradores fueron forzados a encontrar nuevas maneras de alcanzarlas, ya que las metas eran agresivas. Miraban a todas partes para encontrar oportunidades: diseño del proceso y del producto, fabricación, mercado y servicio.

El equipo administrativo consiguió la calidad, precio y peso de las metas en parte desarrollando un módulo reemplazable que combinaba partes críticas con la transferencia de imagen y sistemas de unidad y saliendo de Canon, la industria de fotocopiado por tecnología para la fabricación del módulo.

Estableciendo referencias basadas en los productos competidores es otra buena forma de impulsar a los administradores para mejorar el proceso de comercialización. La información acerca de los competidores está disponible y las compañías que están bien en su tecnología de comercialización, lo usan rutinariamente como una ventaja. Clientes, proveedores, empleados contratados por competidores y socios en esta difícil empresa, pueden proporcionar una visión invaluable de cómo están operando otras compañías. Las empresas deberían trazarse acciones en las cuatro dimensiones que miden la capacidad de comercialización, tiempo del mercado, número de productos y la amplitud de tecnologías tanto como el costo, tiempo de entrega y servicio.

Quando una compañía hace un diseño de filtro para el equipo de radiotransmisión quiere saber cómo se compara con los competidores, va directamente con sus distribuidores y pregunta ¿"Cómo somos como cliente"? El vendedor responde "Ustedes son difíciles para hacer negocios, son muy específicos y nos restringen, por eso nos cuesta más." La compañía subsecuentemente mejora sus relaciones con su proveedor y baja sus precios, permitiéndole desarrollar más en el componente de diseño del trabajo.

Algunos administradores de Xerox acreditaron el punto de inicio de la competitividad produciendo el shock que creó la voluntad y energía que la compañía necesitaba para examinar el negocio de fotocopiado en los inicios de 1980. El análisis forzó a Xerox a comprender, comparado con los competidores, que sus ciclos de diseño eran mayores, su tecnología anticuada y su línea de productos limitada.(9)

Hewlett-Packard usó las líneas competitivas que había reservado en cuando menos un producto del mercado. Su analizador de radio frecuencia dominó el mercado, pero cuando los ingenieros de HP desbarataron un producto japonés competitivo, descubrieron que su diseño era superior al suyo. **Mientras HP usaba alambres separados para conectar componentes, la compañía japonesa había rediseñado un chasis que permite el uso de un alambre activo para remplazar las conexiones separadas.** Esta diferencia en diseño hizo que el producto japonés fuera más barato y más confiable que el de HP, siendo éste un producto más popular. HP volvió su atención rápidamente a mejorar su diseño y estuvo en condiciones de preservar su posición en el mercado.

Mientras los comercializadores exitosos usan metas y puntos de referencia para seleccionar únicamente pequeñas cantidades y usarlas por varios años. En un esfuerzo por cambiar de dirección una compañía con muchos problemas fijó 25 metas como reto, pero sus administradores habían bajado su dirección y no pudieron seguirla, por lo que hubo pequeños progresos. La compañía abandonó sus metas por espacio de un año. Por otro lado, Honda fijó una sola meta para el equipo que desarrollaría el "City car" por el mercado japonés -"Hacer algo diferente para captar el mercado juvenil"- y permaneció con ella por tres años, frecuentemente revisando su proyecto en las mesas de trabajo.

Esta meta sostenida demandaba el desarrollo del concepto "Tall boy": un carro más chico, alto y ligero, un concepto de empaque que prometía un mayor espacio interior, aceleración superior y menor consumo de combustible. Tanto el "City car" inicial como los que le siguieron que fueron modelos de turbina fueron grandes éxitos. (10)

Diseño para fabricación. La gente no puede mejorar el proceso de comercialización, sin el conocimiento necesario. Las compañías que operan mejor enfatizan el hecho de fijar habilidades notables diferentes a sus contrapartes menos exitosas. Estas valorizan más las técnicas de construcción funcional, mientras que otras se enorgullecen en su fuerza creativa. Los grandes empresarios dicen: "Tenemos los mejores diseñadores de circuito". La construcción de técnicas funcionales de excelencia es un reto, especialmente por las estructuras y hábitos en el trabajo. La gente se identifica con su profesión y generalmente desean mejorar lo que hacen y el trabajo diario es una función específica.

La excelencia funcional no asegura la competitividad de una compañía. Comparando los procedimientos de prueba de compañías farmacéuticas europeas con sus socios en los Estados Unidos, las dos compañías han escogido un propósito común de desarrollar y vender un medicamento particular, pero la compañía europea mantiene la delantera en el ciclo de proceso.

El medicamento requiere de dos pruebas -una química y otra bioquímica. La compañía europea resultó efectiva en las dos áreas, concentrando grupos de personas en edificios a tres millas de distancia. Había muy poca comunicación entre ellos y ninguno tomó la responsabilidad de coordinación. Por otro lado, la compañía Norteamericana organizó su actividad no mediante una disciplina científica sino por fases de desarrollo. Se asignó un administrador para el proceso de desarrollo y llevó a cabo las pruebas en un laboratorio con un grupo de investigadores, lo que les tomó dos semanas, mientras la compañía más rápida se llevó solamente tres semanas. El socio europeo tuvo tantos problemas para cambiar los procedimientos de prueba que encontró más expedito enviar muestras a los Estados Unidos y hacer que los resultados fueran enviados por barco.

Muchas compañías tratan de suavizar las transiciones entre funciones separadas, a través de programas como "diseño para fabricación" que une la investigación con el desarrollo o "función cualitativa de expansión", que une el mercado con la fabricación. Los comercializadores superiores también usan estos programas, pero los trascienden. Se esfuerzan por construir una red de conexión entre investigación y desarrollo, manufactura, ventas, distribución y servicios y organizan las fases de productos, mercados y desarrollo, menos que las funciones. Las funciones de equipo son una práctica estándar. El entrenamiento puede tener un largo camino entre la percepción de las líneas de funcionamiento y la facilidad de coordinación. Cuando Epson, el fabricante de mayor tecnología en Torrance, California, estaba preparando el desarrollo de su primera copiadora personal, envió a su ingeniero mecánico asignado para dirigir el proyecto a cursos sobre ingeniería electrónica por un periodo de dos años. (11)

La rotación en el trabajo es otra forma de entrenamiento antagónico. Las compañías que transfieren ingenieros en diseño a la fábrica durante la producción, encontraron que disminuye el conflicto entre ellos y los ingenieros de fabricación. Otras compañías rolan a sus ingenieros a través de sus líneas de acción. En NEC, otro buen comercializador, menos de la mitad de ingenieros que empezaron en el departamento de investigaciones, permanecieron en él después de diez años. El resto fueron dispuestos en varias funciones dentro del negocio. (12)

En el capítulo tres vincularé los nuevos elementos específicos que describen las formas en que la productividad se expresa con base en la innovación tecnológica y la comercialización superior de tecnologías, con la finalidad de mostrar el valor que cobra la categoría "valor" y productividad desde la economía política ante el proceso de tecnoglobalización. Asimismo, veremos la importancia de salir de las tendencias generales de la globalización, para entrar a las tendencias micro-económicas de ella, en el interior de la fábrica. Entonces hablaremos de tratar de comprender a la tecnoglobalización.

CAPITULO III

LA REVOLUCION POR LA PRODUCTIVIDAD

1.- 20 años de innovación y crecimiento de la productividad en las naciones industrializadas.

1) Innovación y crecimiento de la productividad en las naciones industrializadas.

Este apartado intenta dar seguimiento, explorar en algunas causas de la caída de la productividad a nivel mundial tomando algunos países centrales como ejemplo, pero esencialmente Estados Unidos, ya que es éste el que cargó con el mayor peso de esa caída, como la de la tasa de ganancia (Inglaterra, Italia, entre otros, que dicho sea de paso provocó la formación de una nueva pirámide con escalones diferentes de la tasa de ganancia y de productividad a escala mundial). Alcanzado por otros como Japón, Alemania, desde entonces, no solo las diferencias de productividad se expresaron en la caída del dólar en 1971, sino en el desarrollo de las raíces de la crisis del sistema monetario internacional que hoy día se manifiesta con toda claridad ante los procesos de reconversión, de internacionalización, de formación de bloques y la nueva división internacional del trabajo. Pues como se parte de adentrarse en la productividad, el capítulo cierra con una exposición amplia, sobre la **FIC, la Fábrica Integrada por Computadora**, con las implicaciones en la productividad, pero al tiempo de tratar de mostrar detalladamente en qué consiste. No para suponer que la flexibilización del trabajo y de la producción llevan a un aumento de la productividad. Aquí queremos demostrarlo, bueno, trato de hacerlo.

En ese sentido, aquí es donde toma forma el párrafo que se mencionó en la introducción y luego en el capítulo 1, salir de la globalización para entrar a la fábrica, y desde aquí, desde la empresa explicar los niveles micro, para regresar a la esfera general de la globalización, sólo de esta forma se puede entender la tecnoglobalización.

Al examinar la caída del crecimiento de la productividad en las naciones industrializadas en los años 80's, las causas son una combinación de acontecimientos paulatinos, tales como la disminución del ritmo de las innovaciones que fomentan la productividad y, también, - por los efectos en la renovación de capital fijo - una serie de impactos repentinos que redujeron la tasa de ganancia del capital social, entre ellos las alzas en los precios del petróleo, cambios en la demanda de productos y sus precios relativos, y un incremento en los costos de energéticos y otras materias primas.

Después de 1973, tanto Estados Unidos como Europa sufrieron un retraso del crecimiento de su productividad. Para los Estados Unidos, este retraso se inició a fines de los sesentas, mucho antes de que ocurriera en Europa. El prematuro fenómeno, en los Estados Unidos, estuvo encabezado por las industrias minera y de la construcción, en las cuales se produjeron, de hecho, disminuciones en la productividad, no sólo en las tasas de crecimiento.

El crecimiento de la productividad de los EUA se desplomó de nuevo en 1974 y 1975. A esto le siguió una recuperación en los dos años siguientes, pero después, la productividad se estancó otros cuatro años. A pesar de esto, hubo un crecimiento sustancial en la producción y el empleo totales en los EUA hasta 1979; el producto nacional bruto (PNB) real aumentó 20% y el empleo civil 15% entre 1975 y 1979.

Pese a todo, el efecto de la mengua en la productividad ha sido espectacular. Si el crecimiento de la productividad hubiera continuado después de 1965 a la misma tasa que antes, la producción del sector privado de los EUA habría sido casi 20% más alta en 1981 de lo que fue en realidad, y eso sin servirse de capital y mano de obra adicionales. (1)

A) Cuantificación de la productividad

La oficina de Estadística Laboral de la Secretaría de Trabajo de los EUA proporciona cálculos aproximados de la **productividad multifactorial** en la economía de los EUA, así como de las apreciaciones tradicionales de la productividad laboral. Del mismo modo que la productividad laboral para los diferentes sectores comerciales se calcula dividiendo la producción real (ajustada según la inflación) entre el insumo laboral únicamente, la productividad multifactorial se calcula dividiendo la producción real entre un índice de insumos de capital y trabajo. Un incremento en la productividad multifactorial significa que el capital y la mano de obra se han vuelto más efectivos en la generación de producción, como resultado del cambio tecnológico y de otros factores relativos a la eficiencia. (2)

Los índices de aumento de la productividad laboral y multifactorial para los sectores del comercio no agrícola y las manufacturas, en diversos periodos de 1950 a 1981 se expresaron de la siguiente forma: el crecimiento de la productividad laboral y multifactorial se retrasó en el ámbito no manufacturero después de 1965. Sin embargo, la reducción principal empezó después de 1973, cuando el sector comercial y manufacturero en conjunto sufrió un derrumbe virtual en el aumento de la productividad multifactorial. La productividad laboral en las manufacturas siguió aumentando, aunque a ritmo reducido.

Sin duda, parte del deterioro del crecimiento de la productividad fue resultado de condiciones cíclicas cambiantes. Así como 1965 fue un año de crecimiento muy firme de la producción y elevada utilización de la capacidad, 1981 fue un año de considerable relajamiento en la economía. Empleando la tasa de desempleo como indicador de las condiciones cíclicas (que aquí todavía se puede usar en la medida que la nueva economía globalizada ya no acepta el indicador pleno empleo = a plena producción), los índices de aumento de la productividad, ajustados cíclicamente, se calcularon para el periodo 1950-1981.

El ajuste cíclico representa cierta diferencia, pero no mucha. Las tasas de crecimiento de la productividad para 1973-1981 muestran un incremento, pero el atraso seguía siendo muy severo. Hay explicaciones que consideran al ciclo comercial como factor de mayor importancia que lo indicado por esta evidencia. Los defensores de políticas expansionistas quisieran imputar el mayor daño posible a la recesión, pero hay poca evidencia histórica de que sean tan abultados los efectos del ciclo de los negocios sobre la productividad. Por el contrario, es por la caída de la productividad y por ende de la tasa de beneficio, que la recesión mantuvo ciclos muy largos y de la reconstrucción de los nuevos niveles medios mínimos de productividad, es decir, la revolución mundial de ésta. Que tiene que ver con la acumulación de inventarios fijos agotados en materia de transferencia de valor, empero sin que necesariamente sean inútiles como valor de uso.

Por ejemplo, la productividad laboral en la economía privada no agrícola aumentó 1,4% al año, de 1924 a 1929, mientras que la producción creció 11,4%. Durante la Gran Depresión, la producción descendió pero la productividad aumentó: de 1929 a 1936, la productividad creció 1,5% al año, mientras que la producción era 9,2% más baja en 1936 que su cifra máxima de 1929. En forma similar, tal parece que el periodo de inactividad económica que se produjo en los Estados Unidos de 1958 a 1962 no debilitó la productividad a más largo plazo. (3)

Una comparación sencilla a este respecto puede ser útil. Durante el periodo de recuperación de cuatro años, de 1961 a 1965, la producción comercial aumentó

23%. El incremento de productividad del equipo y los trabajadores iniciales representó el 53% de este aumento, y el 47% restante procedió de los insumos de capital y mano de obra adicionales. Durante una recuperación similar en el cuadrenio 1975-1979, la producción creció 21%. Por tanto el crecimiento de la demanda real fue muypreciado en ambos periodos; no obstante, en el último, la productividad incrementada representó sólo el 30% del aumento en la producción, mientras que los insumos de capital y trabajo adicionales aportaron el 70% restante. Como es evidente, algo muy distinto sucedía en la economía durante los setentas. (4)

Una de las posibilidades obvias se refiere a la creciente tasa de inflación. Las tasas de inflación elevadas y variables, según se dice, propician las decisiones económicas no acertadas, distorsionan la asignación de recursos y reducen así la productividad. El inconveniente de esta hipótesis es que resulta muy difícil representar en un modelo una disminución persistente del crecimiento de la productividad que pueda imputarse a la inflación. La mayoría de las decisiones empresariales son reversibles, de modo que las tasas de inflación elevadas y variables de los setentas no habrían tenido que desembocar en salarios y precios relativos que, acumulativamente, fueran cada día más desorbitados.

Si la **inflación** ha sido realmente un motivo importante del debilitamiento de la **productividad**, entonces cabe suponer que si se vence la inflación, la economía regresará a su nivel de productividad según su tendencia original, no sólo a la antigua tasa de crecimiento. Esto constituye un elemento por demás importante para explicar en el marco de una economía protegida, subsidiada, la baja tasa de crecimiento de la productividad en virtud de que el empresario prefería aumentar las utilidades vía precio, al crecer estos y coincidir con la existencia de monopolios, en lugar de invertir en la competencia vía el cambio tecnológico y por ende ganar más vía el menor costo por producto en relación con el costo social medio restante.

No hay consenso entre los economistas o los hombres de negocios en cuanto a la causa de retraso en el crecimiento de la productividad estadounidense. De hecho, ha sido tan difícil identificar una sola causa, que ahora se antoja probable que varios problemas hayan surgido al mismo tiempo. La **productividad multifactorial**, al medir la efectividad con que se usan el capital y la mano de obra para generar producción, indica tres caminos para entender el retraso. *Primero*, la calidad del capital pudo haber disminuido en relación con las medidas convencionales del insumo de capital. *Segundo*, la calidad de la mano de obra puede haberse reducido por el deterioro de las habilidades, calificación mutante o un debilitamiento del empeño laboral. *Tercero*, el ritmo de la innovación puede haber aminorado. (5) Examinemos cada uno por separado.

B) Primero: Calidad del Capital

Los bienes de capital, cuando son manufacturados, incorporan la tecnología que determina qué productos serán elaborados y cómo se llevará a cabo su producción. Generalmente, los cambios estructurales en la economía reducen la capacidad del capital social para generar producción, y esto suele provocar una reducción de la productividad multifactorial.

La década de los setentas fue uno de los periodos de cambios estructurales considerables, tanto en la economía estadounidense como en la del mundo. Estos cambios importantes guardaron relación con los precios de los energéticos, el comercio exterior y la regulación económica. Los marcados aumentos en el precio del petróleo en 1973 y 1979 llevaron a los consumidores a modificar sus decisiones de compra, optando por automóviles más pequeños, por ejemplo, e hicieron que los productores cambiaran sus métodos de producción; el alza en los costes de los energéticos volvió quizá obsoleto cierto capital que es ineficiente en cuanto a la energía. El rápido crecimiento del comercio exterior significó que las empresas estadounidenses ya no podían producir ciertos artículos en forma lucrativa, y las instalaciones para fabricar ese tipo de productos fueron clausuradas.

Un aumento explosivo en el grado de regulación económica encaminada a garantizar la seguridad de los trabajadores y proteger el ambiente, implicó además, que la inversión de capital, que en otras circunstancias se habría destinado a generar producción, se usaría para acatar los requerimientos de seguridad y control de la contaminación. Estos tres cambios estructurales, y quizá otros también, causaron una reducción en la calidad efectiva de capital social.

Dos evidencias principales apoyan esta hipótesis. La primera proviene de los mercados financieros. El valor de una empresa pública se establece en los mercados de valores y bonos, los cuales determinan cuánto vale el activo fijo de la empresa. Puede demostrarse rigurosamente que la valuación mercantil de una empresa está ligada a la efectividad de su capital, para generar producción comerciable. Ciertamente es que otros factores, como la tributación y las tasas de interés pueden influir en la relación entre el valor mercantil de una compañía y su capital, pero, a la larga, la calidad del capital es de importancia suprema.

Según estados del coste de sustitución del capital social corporativo de los EUA, elaborados por la Secretaría de Comercio de ese país, la relación entre el valor mercantil de una empresa y el coste de remplazo de su activo proporciona un índice de la calidad del capital. A fines de los setentas, los mercados financieros valoraron cada dólar corporativo de los EUA en 1,10 (más que el coste de sustitución). Sin embargo, para 1981 esta valuación mercantil había descendido a 0,55.

En Wall Street se expresó claramente la opinión de que la calidad de las acciones de capital corporativo había declinado. Las decisiones de inversión corporativa reforzaron este punto de vista. Aun cuando el mercado valoraba su capital existente muy por debajo de su coste de sustitución, las empresas reunían más capital. Esto tenía sentido si los administradores consideraban que su antiguo capital era obsoleto o inadecuado para las condiciones del mercado que confrontaban. (6)

La segunda prueba de tal hipótesis proviene del estudio de la frecuencia del retraso en la productividad en cada industria. Si hubiese habido una reducción general en la calidad del capital social y, por tanto, de su capacidad para proporcionar servicios productivos, entonces las industrias que emplean el capital en forma intensiva habrían experimentado el retraso más severo en el crecimiento de la productividad multifactorial. De hecho, las industrias que emplean intensivamente el capital, como la refinación de petróleo, productos químicos, madera, impresión, equipo de transporte y papel, registraron importantes retrasos en el aumento de la productividad; comparativamente, las industrias que ocupan mucha mano de obra, como las de muebles, vestido, artículos de piel, textiles, metales para estructuras y maquinaria no eléctrica, han tenido buen desempeño desde 1973. (7)

Aparte del cambio estructural, otra causa posible de la merma en la productividad del capital social es el cambio ocurrido en la composición de la inversión. En los últimos 15 años, una porción sustancial de la inversión empresarial ha sido para computadoras, instrumentos y otros aparatos electrónicos. La teoría económica supone que las empresas eligen siempre los medios de producción de más alto rendimiento y esto da por hecho que las inversiones en productos electrónicos modernos son productivas; pero quizá no es así. Las compañías pueden haberse sentido obligadas a invertir en bienes de capital que mejoren el flujo de información en el seno de sus propias organizaciones, porque eso mismo hacían sus competidores, aún cuando con ello la productividad no se haya beneficiado en gran medida.

Por el momento, no está claro el grado en el que la calidad del capital se ha reducido ni cuál es la importancia relativa de otras causas posibles de esta declinación. Investigaciones ulteriores como la que se efectuó en la Institución Brookings de Washington, DC pueden brindar respuestas más firmes. Brookings trató de elaborar perfiles de productividad para una muestra de las principales industrias de los EUA, en los cuales intentaba especificar en detalle las fuentes del aumento en la productividad de cada industria y descubrir por qué la inversión de capital realizada en el decenio de 1970 produjo dividendos tan precarios en cuanto a productividad y valuación mercantil financiera. (8)

C) Segundo: Calidad y empeño laborales

Pasemos a la cuestión de la calidad del trabajo. Una de las explicaciones más populares del retraso en el aumento de productividad es que los empleados ya no están dispuestos a realizar un trabajo arduo, que se ha perdido la disciplina en el recinto laboral. Una explicación un tanto afín es que la incorporación de jóvenes y mujeres a la fuerza laboral de los EUA ha reducido el nivel promedio de habilidad y experiencia en ella. (9)

La segunda de estas ideas es la más fácil de desechar. Algunos consideran que la ponderación de cada grupo demográfico de la fuerza laboral por su salario relativo, proporciona las cifras mercantiles estimadas de las "productividades relativas". Sobre esta base, cada miembro joven de la fuerza de trabajo "vale" la mitad que un varón adulto, y cada mujer, dos terceras partes, en función de sus contribuciones a la producción. La idoneidad de ese procedimiento de ponderación de salarios es materia de serias dudas. Por ejemplo, las mujeres pueden tener salarios relativos bajos por motivos sociales e históricos, no por una baja productividad. Empero, aun cuando se aceptara este procedimiento, el cambio en la composición demográfica de la fuerza laboral en los Estados Unidos sólo explica un retraso de 0.3 de puntos porcentual al año, en el aumento de la productividad, a partir de las postrimerías de los sesentas. Eso no explica la reducción adicional en la década de 1970. (10)

Esto es menos aún, si consideramos que la productividad no depende de la habilidad del trabajador. En realidad esto tiene que ver con un aumento de la intensidad del trabajo, es decir, un mayor número de operaciones en las mismas unidades de tiempo, sin que necesariamente haya modificación de la base técnica del proceso. (11)

La hipótesis de que la disciplina laboral se ha deteriorado (esto todavía es usado como tesis, a la fecha) es mucho más difícil de analizar. Casi no hay pruebas cuantitativas para establecer cuán importante es este factor. Un estudio reciente postuló que la disciplina laboral se había deteriorado porque el precio del desempleo se había reducido en virtud de los programas de previsión social. Los autores de este estudio formularon una variable para cuantificar el coste del desempleo, basados en la duración esperada de este último y en la magnitud de los programas de apoyo al ingreso (12). Sin embargo, la correlación entre esta variable y el retraso en la productividad resultó muy débil. El precio de estar desempleado en los Estados Unidos no era particularmente bajo en los setentas. Más aún, en los Estados Unidos, el seguro de desempleo, principal apoyo de los trabajadores que pierden sus empleos, no se ha vuelto significativamente más generoso con el correr del tiempo.

La "frecuencia del retraso por industria" también aporta evidencia contra la hipótesis del esfuerzo laboral. Si dicho esfuerzo hubiese declinado, las industrias que emplean mucha mano de obra, como las de textiles, vestido y artículos de cuero, habrían registrado los retrasos más serios. Como se dijo antes, no sucedió así.

Si observamos fuera de los Estados Unidos, el panorama es variado. Muchos europeos culpan también de escaso crecimiento de la productividad y del elevado desempleo, a lo que ellos juzgan como niveles excesivos de apoyo al ingreso de los desocupados. Sin embargo, en Japón, esos programas de apoyo son muy limitados y ese país sufrió (70's) uno de los mayores retrasos en el crecimiento de la productividad registrados entre las naciones industrializadas .(13)

Es indudable que el nivel de habilidad y motivación entre los trabajadores es un determinante crucial de la productividad. Sin embargo, por sí mismo, este hecho no significa que la mano de obra sea culpable del retraso en el crecimiento de la productividad. Como sabemos, el incremento de la productividad depende de la modificación de la base técnica del proceso de trabajo y lo que corresponde al aumento de la producción con base en destrezas, habilidades, voluntad, disciplina, motivación, solamente conduce a un aumento de la intensidad del trabajo o aumenso de cuotas en tiempos, lo cual tiene límites, dados por la propia capacidad del gasto físico y despliegue de energía del trabajador.

D) Tercero: La función de la innovación

¿Qué puede decirse de la innovación y el retraso de la productividad? La tasa de incremento de la productividad multifactorial se ha utilizado a veces como medida del ritmo de innovación, por lo que es natural atribuir parte o todo el retraso a un descenso en la innovación. **Es lógico pensar que los caminos más fáciles del avance científico puro y la tecnología aplicada serán explotados primero, de suerte que los rendimientos decrecientes dificultarán que se mantenga el mismo ritmo de crecimiento.**

Hay indicios superficiales de que la innovación en los Estados Unidos disminuyó quizá en los setentas. De acuerdo con datos de la Junta Nacional de Ciencia, la Oficina de Patentes de los EUA concedió un máximo de 56.000 patentes a ciudades estadounidenses en 1971. El número descendió a 37.000 en 1980. También se produjo una declinación en el índice de gastos para investigación y desarrollo (I y D), donde la relación entre dichos gastos y el PNB bajó de 2,9% en los sesentas a 2,2% en 1978.(14)

Sin embargo, estos indicios de reducción en la innovación distan mucho de ser concluyentes. En primer término, las patentes no son muy buena medida de la innovación, pues una fracción bastante pequeña de esas invenciones llega realmente al mercado como innovaciones afortunadas. Más aún, en las empresas de los EUA se ha presentado la tendencia a no patentar inventos, porque es costoso y con frecuencia resulta de escaso valor. Por tanto, no hay garantía de que la disminución del número de invenciones patentadas signifique que ha habido una reducción en las innovaciones. El índice de patentes también ha decrecido en Francia, la República Federal de Alemania y Gran Bretaña. En Japón, el índice continuó en rápido ascenso durante los setentas y, sin embargo, ese país tuvo un notable retraso en el crecimiento de la productividad.

Con respecto a la disminución en los gastos para I + D en relación con el PNB, esto se complica por el hecho de que sólo se redujo realmente el componente de defensa en la investigación y el desarrollo; no declinó la proporción de gastos de I + D civiles con respecto al PNB.

Por supuesto, aun cuando ni los datos de patentes ni los de gastos de I + D dan claros indicios de reducción. Puesto que se ha agotado el caudal de conocimientos; las ideas nuevas que fomenten la productividad serán ahora más difíciles de encontrar que en las décadas pasadas. También puede ser que las nuevas ideas fomenten menos la productividad. Los gastos en I + D civiles en los Estados Unidos fueron de 12.400 millones de dólares en 1965; aumentaron a 18.500 millones para 1975 (ambas cifras están ajustadas según la inflación). Aunque este incremento se mantuvo al ritmo del aumento en la producción, pudo no haber sido adecuado para mantener una tasa elevada de crecimiento de la productividad.

En realidad, hay muy poca información directa sobre innovaciones, y todavía menos respecto a la forma en que éstas se relacionan con el aumento de la productividad. Ha habido dos intentos serios de catalogar las innovaciones industriales que surgen en cierto periodo. En uno de aquéllos, la Fundación Nacional de Ciencias (FNC) de los Estados Unidos encargó un estudio de las 500 innovaciones industriales más importantes introducidas en los principales países industriales en el periodo 1953-1973. A pesar de algunas limitaciones de dicho estudio, los resultados son relevantes.

Primero, no hubo evidencia de disminución alguna en el índice de innovación en el intervalo de 21 años hasta 1973. El índice de innovación en los Estados Unidos, cuantificado por el número de innovaciones importantes al año, permaneció más o menos constante. Para los demás países (Francia, la República Federal de Alemania, Japón, Gran Bretaña y Canadá), aumentó el número de innovaciones importantes al año.

Segundo, los países más innovadores en la muestra de la FNC fueron los Estados Unidos, con 64% de las innovaciones importantes, y Gran Bretaña con otro 17%. No obstante, estos dos países tuvieron las tasas más lentas de crecimiento de la productividad entre los principales países industriales. Por tanto, no parece haber una relación estrecha entre el nivel de innovación del país y su índice de crecimiento de la productividad: cuando se sabe que los tiempos entre innovaciones militares y su extensión como innovaciones productivas, en la industria civil, se amplian dado que nada fácil resulta su conversión. (15)

Otra razón de esto es que las tecnologías nuevas pueden obtenerse en concesión y copiarse. Gran parte del aumento pretérito en la productividad de Japón, por ejemplo, se logró importando y aplicando tecnología estadounidense y europea.

La Junta de Investigación de Políticas de Ciencias en la Universidad de Sussex en Inglaterra hizo el segundo catálogo de innovaciones, el cual incluía 2,000 innovaciones industriales de Gran Bretaña en el periodo 1945-1980. Este grupo encontró que la tasa de innovación, cuantificada por el número de innovaciones al año, aumentó desde 1945 hasta fines de los sesentas. Después, el índice de incremento permaneció constante hasta 1979, cuando hubo un descenso pronunciado, tal vez por la grave contracción cíclica en Gran Bretaña. Esto significa que realmente hubo más innovaciones en Gran Bretaña en los setentas -periodo de lento crecimiento de la productividad- que en decenios anteriores. (16)

E) Prospectiva de la productividad.

Las explicaciones optativas del retraso en el crecimiento de la productividad después de 1973 pueden dividirse en dos grandes grupos:

- 1) Causas que con toda probabilidad se produjeron gradualmente; por ejemplo, la disminución en el ritmo de innovación a consecuencia del agotamiento de las oportunidades para el avance tecnológico; e**
- 2) Impactos bastantes abruptos que no sólo afectan la economía de los EUA, sino también al resto del mundo industrializado.**

En los Estados Unidos hubo un freno gradual en el crecimiento de la productividad, desde mediados de los sesentas, como resultado de una disminución en las innovaciones que la fomentan. Agravó esta declinación gradual una serie de impactos económicos adversos: un receso en el ciclo comercial; un incremento en los costes de energéticos y otras materias primas;

un aumento en la regulación de salud y seguridad; cambios en la demanda de productos y precios relativos, causados en parte por el comercio exterior, que probablemente redujeron la productividad del capital nacional; la economía no abierta a la competencia global.

Algunas de las causas del retraso -sobre todo el encarecimiento de los energéticos- fueron de alcance mundial y desembocaron en un retraso general después de 1973. Obviamente debido a que la transferencia de valor hacia los países productores, restaban recursos para I+D. Las respuestas de política idénticas, ante la inflación mundial, fueron también la razón de que tantos países experimentaran simultáneamente un crecimiento lento, ya que los descensos de productividad cíclicos se sumaron a la declinación estructural.

Se podría pensar que, al final de esos impactos, debió de reanudarse el crecimiento. Desde principios de 1980, la productividad en las manufacturas ha aumentado mucho más que entre 1973 y 1980, y la información para 1983 indica que el crecimiento de la productividad en los ochentas podía haber sido incluso más rápido que en la década de 1960.

Sin embargo, subsistían graves problemas de productividad en partes del sector industrial no manufacturero de la economía estadounidense. La industria generadora de energía eléctrica tuvo dificultades para adaptarse a los efectos directos de la carestía de los energéticos y a los efectos indirectos provocados por un aumento más lento en la demanda de electricidad. La productividad laboral en la industria de la construcción en 1982 fue de sólo dos terceras partes de su valor máximo de 1968; la productividad también se redujo en el sector minero, sin embargo, esto resulta comprensible, debido al agotamiento de las reservas de petróleo y gas en los EUA.

F) Crecimiento en la productividad: un rompecabezas

La caída en la productividad en los Estados Unidos en el período 1965-73 es punto de partida para explicar la abrupta caída en la productividad a partir de 1976. Si se toman en cuenta los estándares históricos, el crecimiento en la productividad de los EE.UU. ha sido rápido en casi todo el período de la segunda posguerra. Sin embargo, en la segunda mitad de los años sesenta el crecimiento en la productividad comenzó a declinar. Hasta 1974, esta reducción no fue preocupante en términos de crecimiento de largo plazo, pues las caídas en la productividad no eran más que el resultado de fluctuaciones de corto plazo en los determinantes del producto. Pueden contarse básicamente dos fenómenos: la caída de la intensidad en el uso de mano de obra y capital con respecto al pico de 1965-66, y en segundo lugar, el hecho de que se detuvo la transferencia de trabajadores agrícolas a actividades no agrícolas. (17)

Sin embargo, para 1974, la situación se volvió preocupante, ya que todos los indicadores de productividad como el producto por persona empleada, producto por hora, producto por unidad de insumos siguieron también tendencias adversas. La discusión aquí presentada se hará en términos del producto por persona empleada (NIPPE: National Income Per Person Employed) del sector productivo a nivel nacional, usando 1972 como año base.

De 1948 a 1973 el NIPPE creció en un promedio de 2.4 %, con un total de 82% durante el período. Después cayó por dos años, hasta tener una recuperación en 1976, a pesar de la cual el NIPPE permaneció más bajo que en años anteriores, pues en el período 1973-76 el ritmo de crecimiento fue de -0.5%.

Es evidente que desde 1973 el ritmo de crecimiento de la productividad ha sido lento. Así por ejemplo, en 1977 y 1978 el NIPPE apenas alcanzó los niveles de 1973; y durante todo el período de 1973 a 1979 no creció. En este sentido pueden ser identificadas tres fases en la desaceleración del crecimiento de la productividad: debilitamiento en 1973, bajo crecimiento desde 1973 y una caída repentina en 1979. Esta última fase puede explicarse como el resultado de un movimiento cíclico que se suma a la continuación o intensificación de un pobre desempeño en los cinco años precedentes.

Es importante señalar los determinantes del producto que contribuyeron al ritmo de crecimiento del NIPPE. De 1948 a 1973 el NIPPE creció a un ritmo del 2.4% en promedio durante el período. Hubo cambios en la composición de la mano de obra, como el aumento en el nivel de educación, que creció sólidamente hasta contribuir con aproximadamente 0.5% al ritmo de crecimiento del NIPPE. Igualmente, se presentó un cambio en la composición demográfica de edad y sexo. Esta nueva composición contribuyó con aproximadamente un -0.2%, ya que se redujo la proporción del total de horas trabajadas por el grupo más productivo (especialmente en el grupo de hombres de 35 a 64 años). Debe también contabilizarse la reducción de 2%, como efecto neto de los cambios en el promedio de horas trabajadas en el período 1948-1973. De igual manera se incluyen en el análisis los cambios en la producción como resultado en los avances en el diseño de bienes de capital, entendiéndose éste como sinónimo de avances en el conocimiento, más que en el capital mismo. (18)

De 1948 a 1973, los inventarios y el capital fijo aumentaron más que el empleo, haciendo que los insumos de capital por persona empleada crecieran, causando así un incremento del 0.4% al NIPPE. Por otra parte, conforme se elevó el nivel de empleo, cayó también la proporción promedio de tierra por trabajador, produciendo una reducción adicional del 0.1% en el ritmo de crecimiento del NIPPE. (19)

G) Efectos de otras fuentes en el crecimiento

Señalemos pues, algunas otras fuentes de crecimiento que afectaron la producción por unidad de trabajo total, y los insumos de capital y tierra:

cambios en la asignación de recursos

cambios en el ambiente institucional y humano al que se enfrentan las empresas. (gastos en prevención de la contaminación, prevención del crimen, etc.)

ganancias provenientes de las economías de escala, específicamente en el incremento del producto por unidad de insumo, que fue posible gracias a los cambios en el tamaño de los mercados atendidos por las empresas.

fluctuaciones irregulares en la demanda y aquellas atribuibles a los ciclos económicos.

avances en el conocimiento y determinantes misceláneos, medidos como el resultado de la incorporación de nuevo conocimiento en la producción.

Puede decirse que los avances en el conocimiento son la fuente más importante de crecimiento del NIPPE en el período de 1948 a 1973, pues junto con los misceláneos sumaron 1.4 puntos porcentuales. El aumento en el nivel de educación de los empleados contribuyó con 0.5%; el aumento en el capital por trabajador, 0.4%; mejoras en la asignación de recursos 0.4%, y economías de escala 0.4%.

Por otra parte, las reducciones en el promedio de horas trabajadas, sin cambio tecnológico decisivo; cambios en la composición por sexo y edad de los trabajadores, y factores irregulares fueron la fuente negativa más alta, pues cada uno de estos rubros contribuyó con -0.2%.

El ritmo de crecimiento del NIPPE cayó de 2.4% en 1948-73 a -0.5% en 1973-76. Esta caída de casi el 3% ocurrió aún a pesar de que el nivel de educación aumentó, la cantidad fija de tierra por trabajador no se redujo tanto como lo ocurrido entre 1948-73, y a cambios positivos en otros factores irregulares.

¿Por qué se dió un cambio tan repentino en la tasa de crecimiento del NIPPE?

Las razones pueden dividirse en varios grupos.

Aquellas que afectan los avances en el conocimiento como:

Recortes en los gastos en investigación y desarrollo

Caída en las oportunidades para más avances en el conocimiento

Aumento en el atraso en la aplicación del conocimiento debido al envejecimiento del capital

La dificultad de la conversión tecnológica y su aplicación de los avances en I+D en el sector militar, hacia la industria civil.

Aquellas que se refieren a las medidas gubernamentales:

Desvío de insumos para cumplir con las regulaciones gubernamentales.
Desvío de esfuerzos aplicados originalmente a la reducción de costos hacia actividades administrativas provocadas por las regulaciones gubernamentales

Trámites administrativos impuestos por el gobierno

Retardo en nuevos proyectos debido a la regulación gubernamental

Mala asignación de recursos como resultado de las regulaciones e impuestos

Efectos de altas tasas impositivas en incentivos y eficiencia

Las disposiciones sobre ganancias de capital establecidas en el Act of Returns de 1969

Y por último, aquellas razones que no pueden incluirse en un grupo específico:
deterioro en la calidad del management
aumento en los costos de energía, etc.

Ninguno de estos factores por sí mismo puede ser el responsable de la caída en el NIPPE desde 1973. No obstante, la explicación para este hecho está en que todos estos factores actuaron al mismo tiempo. Además, hay que tener en cuenta dos puntos:

Primero, que el freno del crecimiento de la productividad afectó a todos los sectores de la economía; **en segundo lugar**, que casi todos los países industrializados padecieron una caída en el ritmo de crecimiento de la productividad desde 1973. En estos países la caída en la productividad ha sido menor que en los EE.UU., pero fue bastante más baja en períodos anteriores.(20)

2). La productividad internacional: el caso de E.U. a partir de 1980.

El índice de productividad de los EUA tuvo un repunte en 1983, alrededor de la mitad del aumento en la productividad registrado en quince meses (1983-1984), de casi 3%, refleja aumentos en la utilización de la capacidad industrial derivados de esta recuperación, y la otra mitad refleja el mejoramiento tecnológico y otros factores.

En ese periodo hubo un aumento de cuando menos 12% en gastos reales de planta y equipo durante 1984, sobre 1983. El aumento en los bienes de capital reales por trabajador configura una parte significativa de los incrementos de productividad. El equipo y la planta también son portadores del progreso tecnológico.

Además de factores cíclicos, detrás del progreso tecnológico hay fuerzas básicas que, a la larga, reducen los gastos por unidad de producción, lo cual es la cara opuesta de la moneda de la productividad. Las erogaciones gubernamentales y empresariales destinadas a I + D aumentaron 7% en 1984, en precios constantes. Asimismo, la administración Reagan trató de reducir los reglamentos, lo cual ha desembocado en mayor competencia y ha ayudado a nivelar los gastos por unidad de producción.

El descenso de la inflación desde 1981. El nivel de precios creció a un promedio de 4% en la tasa anual, lo cual es mucho más favorable para el aumento de la inversión y la productividad que la tasa anterior de dos dígitos.

La mayor utilización de la capacidad es un factor cíclico, pero con ella se elevan los beneficios. Al aumentar el volumen, las empresas reparten los gastos generales entre más productos, consiguiendo así beneficios iguales o superiores a los de antes de la recesión. Los beneficios incrementados son un estímulo a la nueva inversión y una fuente de fondos. Los beneficios corporativos retenidos pueden reinvertirse en nuevas instalaciones y equipo. El aumento en la inversión está relacionado con la recuperación de la rentabilidad industrial.

Por otro lado, la participación de los sindicatos en la disminución del ritmo de crecimiento de los salarios ("anti-inflacionaria"), sea mediante la reducción salarial o al modificar el marco legal laboral resultó parcialmente un factor de éxito particularmente en E.U. En la medida en que los sindicatos quieran cooperar con la administración para elevar la productividad, a fin de ayudar a nuestra posición en los mercados mundiales, eliminando algunas reglas laborales restrictivas, contrarrestarán el efecto de las tasas salariales ascendentes.

Por ejemplo, en 1983, las tasas salariales de los EUA subieron 4,8%, mientras que la productividad aumentó en los costos laborales por unidad de producción.

La productividad creciente ha ayudado de manera importante a que los aumentos en los costes sean bajos, tal como ha ocurrido con los índices más moderados de aumento en las tasas salariales.

Durante los setentas, hubo una gran oleada ascendente en el porcentaje de jóvenes integrantes de la fuerza laboral. Estos trabajadores están madurando en términos de calificación y adaptación a las nuevas realidades, lo cual es un factor positivo. También en la década pasada se registró una afluencia de trabajadores no calificados, de baja productividad, de la agricultura a la industria, a quienes era menester capacitar.

El aumento en los costes de las empresas ocasionado en la década de 1970, por los reglamentos en favor de la limpieza del aire y el agua, y mejores condiciones sanitarias y de seguridad en el recinto laboral mermó quizá en 10% el crecimiento de la productividad.

Hay cierta discusión sobre si la productividad y el ingreso real per cápita de los EUA eran los más altos desde finales de los setentas y durante los primeros de los ochentas. Depende de cómo se haga la conversión de otras monedas a dólares y viceversa si es que la productividad se puede confundir con exportación vía manipulación monetaria, ya que en ese entonces, desde 1971, el dólar sufrió la primera gran devaluación.

Estados Unidos todavía tenía la mayor productividad, pero otros países se acercaron (en 1984) a ese nivel en los últimos 25 años. Ahora mismo, Francia, la República Federal de Alemania, Bélgica, Suecia y otros países han alcanzado sobradamente el 90% del nivel de los EUA en el producto nacional bruto (PNB) real por trabajador. Sin embargo, Japón sólo ha alcanzado un 70% del producto real per cápita de los Estados Unidos. Empero, si se considera que después de la Segunda Guerra Mundial Japón tenía menos del 20%, este país ha logrado un avance notable.

Para John Kendrick, de la universidad George Washington, la medida óptima de la productividad en una empresa es una relación entre la productividad en volumen tangible y todos los insumos conexos en términos materiales. La mano de obra es el coste de producción más importante y, por lo general, cuantificamos este insumo en función de horas de trabajo devengadas. —que en realidad consiste en el tiempo de trabajo necesario para producir o arrojar la unidad de producto potenciada por el aumento de la capacidad productiva del trabajo derivado de la modificación de la base técnica de la producción y por tanto de la composición técnica y no solamente orgánica del capital, aunque este no es el eje de la discusión en este momento, sino mostrar la evolución de la productividad. (21)

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Después de la cuadruplicación de los precios del petróleo a fines de 1973, seguida de su duplicación en 1979, cierto equipo que requería mucha energía se volvió anticuado. Además, era necesario conservar los energéticos, lo que implicaba tal vez que más mano de obra y otros tipos de capital habrían de sustituir al capital que empleaba energía.

La notable carestía de los energéticos a raíz del impacto del petróleo en 1973 contribuyó a acelerar la inflación. El aumento en los insumos de mano de obra, capital y tierra aparentemente no fue mayor que el aumento de población. Por consiguiente, el incremento en la producción por unidad de insumo, o productividad, fue el factor principal en el aumento de los ingresos reales per cápita en el periodo de los ochentas.

Las diferencias en el crecimiento de productividad por industria - que son considerables - influyeron también en la estructura económica por cuanto afectan la asignación de los trabajadores entre las distintas industrias. Por ejemplo, el número de trabajadores agrícolas disminuyó debido a los aumentos de productividad en el agro. El porcentaje de la fuerza laboral en las industrias de servicio aumentó, parcialmente porque la productividad había crecido con menor celeridad en los servicios, pero también porque el crecimiento del ingreso real incrementaba la demanda de servicios. Por tanto, la productividad afectó tanto la economía total como a su composición.

Durante la mayor parte del siglo XIX, la industria de los EUA no se basaba en la ciencia y la tecnología, por lo general, y la productividad aumentaba menos del 0,5% al año. Sin embargo, para fines de ese siglo y principios del XX, los capitanes de la industria se percataron de que era lucrativo aprovechar los conocimientos de los científicos y la capacidad de los ingenieros de modo sistemático. El nacimiento y desarrollo del "laboratorio industrial" trajo consigo una aceleración en el crecimiento de la productividad a casi 1,5% anual hasta 1919 y de 2,5 a 3% durante la Segunda Guerra Mundial. El ritmo avivado después de 1919 no sólo fue fruto del trabajo de investigación y desarrollo en la industria, sino también del aumento en el número de escuelas de administración y del crecimiento de "la ciencia de la administración", es decir, de los intentos de elevar la administración de empresas y producción a la categoría de ciencia.

De 1946 a 1966, los Estados Unidos tuvieron una tasa de aumento anual de casi 3,5% en la producción por hora. No obstante, de 1966 a 1981, ésta descendió a 1% al año. (22)

Con respecto a las diferencias de productividad entre las industrias, las que se basan más en la ciencia y la tecnología son las que han hecho progresos más rápidos en la productividad. La industria de equipo eléctrico y electrónico ha avanzado 5% al año. Las comunicaciones, particularmente las telecomunicaciones, han crecido más del 6% al año y para los productos

químicos y farmacéuticos, la cifra es de 4,5 a 5%. Las líneas de aviación y los oleoductos tuvieron por largo tiempo un aumento del 8%, pero esto ha aminorado un poco. En la parte baja de la escala, algunas de las industrias más antiguas han crecido menos del 1% al año y una industria - el tránsito de autobuses locales - ha mostrado disminución. Así pues, hay un rango amplio - de más de 8% a casi cero - y unas cuantas industrias presentan descensos. Eso afecta la composición de la producción industrial.

En 1984, se logró un aumento del 5 o 6% en el PNB real total y que casi la mitad de esto se debió a la productividad. El incremento de productividad en el primer trimestre fue superior al 3% en una tasa anual. En 1985, el incremento en el PNB real se acercó al 4%, en cuyo caso, el crecimiento de la productividad bajó al 2% más o menos, pero aun eso es un aumento respetable.(23)

3) La productividad en la década de los noventas.

La economía norteamericana presencia el crecimiento de la productividad con base en las tecnologías de la información como uno de los ejes, después de 10 años de estancamiento..

Como hemos visto, las empresas, al reestructurarse, muestran que la revolución tecnológica no es simplemente la incorporación de tecnología, sino además la transformación de la organización, de aquí la importancia que tiene la **reingeniería de la empresa** (la innovación tecnológica consiste en conocimiento + equipos y en formas de gestión del trabajo). Las herramientas usadas por años, como faxes, redes informáticas, procesos de manufactura computarizados, entre otros, empiezan a mover las estadísticas sobre productividad: Los negocios no agrícolas, cuya productividad creció a un promedio de 1% durante los ochentas, lo han hecho a una tasa de 1.6% durante los noventas, empero saltó a 5.1% anual de crecimiento durante la segunda mitad de 1993. La productividad manufacturera creció a un promedio de 2.4% al año durante los ochentas, emergió a 3.8% anualmente desde 1991 y a lo largo de 1993.(24)

La productividad en el sector servicios cuyo índice es difícil de medir además de la participación creciente en la economía, creció a una tasa anual de 1.5% en los noventas, después de declinar en los setentas y permanecer sin movimiento en los ochentas. Algunas empresas de servicios a nivel individual han mostrado un incremento mayor en la productividad, tal y como lo muestran datos de la oficina de estadísticas del trabajo en E.U.: en telecomunicaciones saltó 5% en 1991 y

en 1992. En el sector de transporte ferroviario la productividad creció aún más como en sectores de ventas. La euforia es tal que la tasa de crecimiento de la productividad en manufacturas como en servicios que se afirma la posición número 1, adelante de Japón y Europa.(25)

El efecto de la informática y las telecomunicaciones en el aumento de la productividad es similar a la introducción de la electricidad y los motores eléctricos en el proceso de trabajo alrededor de 1880. Los resultados se obtuvieron cuando la aplicación se hizo de manera general en la economía. Lo que tomó 40 años. Una vez que las máquinas de vapor fueron tiradas a la basura, la introducción de los motores eléctricos y con ellos los ahorros provocados, así como las ventajas, llevaron a la reorganización del proceso de trabajo y a hacer la administración de la producción algo más eficiente.

Fue hasta 1920 que la productividad creció realmente. Desde 1890 y años subsiguientes la productividad crecía a tasas de 0.3% a 0.5% cada año. Empero, a partir de los años primeros de los veinte, dió un gran salto para llegar a tasas de 5% anuales hasta la gran depresión de 1929.

Así como hoy día, la reingeniería y reconceptualización del trabajo son necesarios en términos de la fábrica flexible y computarizada, lo mismo ocurrió en los años veinte, cuando la aplicación de la electricidad se hizo general y entonces era necesario modificar la estructura y organización de la empresa como con las tesis tayloristas.(26)

La empresa entonces pasa por dos vertientes que hacen un proceso dual: de una parte la renovación tecnológica y de otra, la restructuración, cuestión que ocurrió durante la era de la caída de la productividad en los setentas y en los ochentas.

Cabe observar que durante la era de la inflación, los administradores y la gerencia de la empresa no estaban interesados en depurar y eñicientar las operaciones, el flujo de la empresa, debido a que todo costo extra, más personal, era trasladado a los consumidores vía el alza de precios. Empero, cuando la inflación empezó a ser controlada a partir de 1980, la necesidad de hacerse más eficiente surgió como imperativo para competir.

No solo en la industria, sino en telecomunicaciones, servicios, líneas aéreas, transporte, y servicios financieros, se volcaron sobre la necesidad de elevar la productividad en tomo del cambio tecnológico combinado con el cambio en la organización y estructura. Aunque hay empresas que introducen el cambio tecnológico sin tener resultados inmediatos. Sucede que los trabajadores y las líneas de ensamble o producción usan las nuevas máquinas como si fueran las viejas.

Caterpillar, hizo inversiones en tecnologías de la información y obtuvo muy poco hasta que reorganizó y dió otro enfoque a la compañía. A partir de ese momento, la empresa invierte menos y gana más, es decir, participa con el 27% de las ventas del mercado pero ahora con 29% menos de personal que hace 12 años.(27)

Un buen ejemplo de tecnología de la información que ha empujado a la productividad hacia arriba es el programa "notas" (notes en inglés), introducido al mercado por Lotus en 1989, aunque ha sido aplicado realmente apenas a partir de 1993. Notes contiene un sistema de correo electrónico; un sistema de manejo de archivos; un pánel electrónico de avisos que permite la comunicación inmediata entre personas y entre empresas. La empresa Coopers and Lybrand, compró 28,000 copias de "notas" para incorporarlo directamente al proceso del negocio.

Un estudio reciente de la empresa International Data Corp., Framingham, Massachusetts, mostró que la tasa de retorno de la inversión en este programa - una vía para el aumento de la productividad - es de 179% y su destino evidente es para la capa de empleados de cuello blanco.

En función del aumento de la productividad que ahora puede llamarse sostenida, con base en la innovación y el cambio tecnológico, particularmente lo relacionado con la informática y las telecomunicaciones en el proceso de trabajo, han surgido discusiones en torno de la interpretación y medición de la productividad. En un primer sentido, la productividad, dice Erik Brynjolfsson del MIT (Fortune, june 27, 1994. p.38) la productividad no ha recogido los aspectos de calidad que importan en buena medida al cliente. De hecho, no se evalúa lo que hay demás en un producto, como servicios al cliente, variedad, ser prácticos.

En el trabajo de este investigador se demuestra que el cliente obtiene lo que quiere, por ello, el papel de la tecnologías de información es relevante, en la medida que la tasa de retorno de las inversiones en "tecnoinformat" son mayores que en otros tipos de inversión. De hecho, "tecnoinformat" constituye la mitad de las ganancias de las ventas.

Frente a esta nueva tesis, existe el problema de la falta de instrumentos métricos para hacer una buena evaluación y medición de la productividad. Sea por que en realidad no se han diseñado los instrumentos de manera suficiente, sea por que buena parte de la industria, el comercio y los servicios no están registrados en un directorio para medición de la productividad. En esta cuasi confusión, el problema es que el precio de un producto como los servicios telefónicos desciende debido a la productividad, pero no explica las mejoras al producto.

Esta visión de la productividad es incorrecta en términos formales, ya que está refiriendo la medición a la esfera de la circulación y se quiere ligar la

productividad y su verdadero nicho, la esfera de la producción con la circulación. La creación de valor, su aumento o disminución por producto no se debe a la forma en que éste gana terreno en la circulación, sino al cambio tecnológico productivo. A la disminución del tiempo socialmente necesario para producir el auto, las partes, y aún las máquinas para producir las máquinas que arrojan las piezas del auto y luego su ensamble.

Pues si lo anterior resulta cierto, las tesis de justo a tiempo, son un problema de la circulación que desde luego tienen un vínculo directo y estrecho con la producción. Vale decir que si bien es cierto que las dos esferas operan separadas y el valor solamente se crea en una, en la producción, también vale señalar que hoy día, uno de los resultados de la aplicación de la "tecnoinformática" es que se establece un puente de comunicación rápido entre ambas esferas. Por tanto, la disminución del tiempo de circulación influye directamente en la velocidad de rotación y la recuperación rápida del ciclo económico, por ende de la realización del valor y la ganancia producida en dinero. Si un producto contiene innovaciones que lo acercan al mercado con una gran aceptación y el consumidor responde con una gran demanda, desde la esfera de la circulación, las ventajas del producto, percibidas por el cliente, van a configurar una demanda o pedido que a su vez activará el sistema flexible de la planta para lograr la producción de tal o cual producto. La tendencia general sería apuntar a la reducción del tiempo de circulación a casi cero, con el sistema de sobrepedido, lo cual hace necesario apretar el tiempo de producción y de trabajo, pero eso sólo es posible con la Fábrica Integrada por Computadora.

Los tiempos del ciclo recortados, necesitan de la innovación y el cambio tecnológico, de la investigación y desarrollo, como una actividad incorporada, intrínseca del proceso de producción moderno, de hecho como una fase indispensable o trabajo necesario que se convierte en un costo más (ver capítulo 2).

Este aspecto que será analizado en las partes siguientes de este mismo capítulo que corresponden a la fábrica integrada por computadora, es relevante en la medida que el aumento de la productividad en Estados Unidos es indudable, pero la concepción y medición de la productividad no puede depender de elementos de la circulación de mercancías, sino estrictamente, básicamente, del cambio tecnológico y por ende, de este hecho, saber si es un proceso sostenido o no, siempre y cuando sea el cambio y la innovación un hecho en constante progreso.

La productividad en este sentido, ha evolucionado en Estados Unidos de la siguiente forma:

PRODUCTIVIDAD EN E.U.

	Año	cambio tecnológico	tasa anual
1.-	1880's	Motor-eléctrico usado en manufactura	0.5%
2.-	1889	Transmisión de fuerza con corriente A.C.	1.5%
3.-	1899	Estación central de turbina de vapor-generator A.C.	0.5%
4.-	1909	Regulación estatal de servicios públicos	1.0%
5.-	1917-19	La generación de aplicaciones rebasa la planta ind.	0.0%
6.-	1929	Se generaliza el uso de la energía A.C.	5.0%
7.-	1950	Univac 1-computador electrónico comercial	2.5%
8.-	1960	Computador electrónico comercial	2.0%
9.-	1965-70	El Chip de memoria Intel aparece	1.3%
10.-	1977	Minicomputadoras (DEC-VAX)	1.0%
11.-	1979	microcomputador 8088, aparece	1.0%
12.-	1985	Aparecen: chip 386 Intel; windows	1.3%
13.-	1989	Chip 486 de Intel; Notes de Lotus	1.6%
14.-	1990	Empieza generalización tecnoinformática	1.7%
15.-	1993	Aparece el chip de Intel pentium	1.8%
16.-	"1994-99"	Se generaliza el uso de la informática	5.0%

Fuente: Fortune y Business Week, números varios de 1984; 1985;1986;1990;1991;1993;1994. Elaboración propia con base en información contenida en dichos números.

2.- El nuevo resorte de la productividad: LA FABRICA INTEGRADA POR COMPUTADORA Y LA AUTOMATIZACION FLEXIBLE.

1) Integración de fases por computadora y costos falsos de producción

Toda fábrica cuenta con una estructura para el proceso de trabajo, en el cual se transforman las materias primas a partir del trabajo y los instrumentos de producción. En la historia de la producción para el mercado, la organización ha evolucionado en tres formas: **primero**, la cooperación simple en un taller; **segundo**, la manufactura; **tercero**, la manufactura flexible integrada y computarizada.

La verdadera revolución productiva en el proceso de trabajo que corresponde a la fábrica moderna consiste en la tercera forma citada.

Veamos las dos anteriores para entender el salto desde las empresas más atrasadas y que las micro o pequeñas todavía reproducen en muchos casos. La cooperación simple consiste en el método por medio del cual las operaciones para arrojar una mercancía son centralizados en una mano. El molde del viejo artesano que cubre todas las fases como en un zapato por ejemplo. Existe como la primera forma, más vieja de organización. De esta manera, uno o más artesanos comparten un solo local pero cada uno comienza y termina el producto: corta la chinela, lengua, cose, pega, pinta, barniza por la misma persona. Este método implicó usos extensivos de la jornada de trabajo y muy baja intensidad, así como productividad.

El paso de la cooperación simple a la manufactura, consiste en el desglose del proceso de trabajo por fases en la que cada trabajador se hace responsable de una, con lo que se permite emular la competencia entre fases y aumentar la velocidad del trabajo. A partir de este momento se establece uno de los mecanismos centrales para elevar la producción apoyados en la intensidad del trabajo en términos de unidades de tiempo. La división por fases separadas pero de una oleada sigue a la otra y el menor tiempo de la anterior obliga a la siguiente a apurarse, fincó las bases para la administración del trabajo y desde James R. Bright, ingeniero industrial, hasta F.W. Taylor, normaron el perfil de la fábrica.(28)

La tercera revolución consiste en la FIC, la fábrica integrada por computadora o la modificación de la base tecnológica con base en la informática y las telecomunicaciones, como por los nuevos métodos de gestión del proceso. Empero existe un periodo previo que corresponde a la automatización y robotización posterior al establecimiento de las máquinas de control numérico que son capaces de corregirse solas y funcionar de manera continua, pero sobre las mismas bases del proceso por fases en los que la relación es resultado de la cadena de producción y sus enlaces para aumentar la velocidad entre unos y otros como los viejos sistemas de bandas de transmisión. (29)

Sobre aquellas bases, la producción, sin verse expuesta a la competencia abierta, a la economía de mercado, hacía que las empresas sostuvieran modelos productivos y bases tecnológicas por 5, 10 y hasta 20 años. La comercialización superior de tecnologías, la búsqueda de nuevos segmentos de mercados, sostener el ritmo de innovación, la capacidad y necesidad de las empresas líder para traer al mercado de productos y tecnologías más rápido, hacen que la innovación sea el motor de la empresa.

El viejo modelo separa la investigación, concepción, diseño, la fabricación, la gestión de la producción y la venta. La Fábrica Integrada por Computadora (FIC) "integra" las fases desde la concepción hasta la venta, al tiempo que la hace "flexible".

La FIC crea una verdadera cadena de información que utiliza bases homogéneas de datos y los circula por los diferentes puestos. La yuxtaposición de equipos y fases a veces incompatibles, quedó atrás con la cadena de información integrada.

La fábrica tradicional logró automatizarse y el contador o el obrero directo, usaron computadoras y hasta robots en cada fase. Sin embargo, el proceso de trabajo seguía desarticulado. La especialización y separación condujo a administraciones de trabajo poco productivas en relación con la nueva FIC. De hecho, las pequeñas y medianas empresas y no se diga las micro atraviesan por una verdadera revolución cultural en administración del trabajo. Se dan cuenta que las máquinas usadas cada vez les duran menos (lo que es válido también para las grandes) en comparación a los grandes ciclos de hasta 20 años.

Hoy día una máquina produce en promedio durante el 8% de su vida útil (esta es la diferencia entre vida útil y vida productiva con efectos de amortización acelerada), además de que los plazos son muy grandes por la baja productividad de las medianas y pequeñas y obviamente las micro.

Los grandes stocks de materias primas o de mercancías-producto eran característica general. El almacén y traslados, los gastos falsos de la producción,

gastos de circulación que es a lo que se refiere la reducción de costos con el sistema "just in time" más dirigido a la fase de circulación y no a la de producción, aunque sea un efecto indirecto de la flexibilización y programación de la producción, como si fuera sobre pedido.

Representaba -almacén- el 80% de la vida de los materiales o del producto en su ciclo de producción terminada para entrar a la fase de venta en la circulación. La compartimentación del trabajo entró en crisis y la combinación de automatización con flexibilidad, integrada, da paso a la nueva fábrica.(30)

La FIC, no resuelve el problema de mayor intensidad del trabajo y/o productividad, que no son lo mismo, en fases aisladas.

Apunta a una visión de conjunto a partir de tres áreas:

- 1) La informática en la concepción del diseño, cálculos, modelos matemáticos.
- 2) La regulación y gestión de la producción a través de la informática y la computadora.
- 3) La fabricación directa que antes se apoyó en los avances de fases con robots o computadoras y en la máquina de control numérico. Para esta área, se han incorporado sistemas flexibles de fabricación que integran un cuadro logístico para el almacenamiento, traslado de las piezas y alimentación de máquinas con piezas y herramientas, gestión de mantenimiento y un sistema de control piloto informático de la fabricación. Todo este paquete está regulado por una computadora. Entonces las tres áreas se combinan en un mando central y se integran.

Con la FIC, se obtienen ventajas de fondo al aumentar la productividad y disminuir los costos de operación. Para las pequeñas empresas favorece mayor flexibilidad (igual que en las grandes) especialmente para las que fabrican en serie un número limitado de productos o bien pedidos especiales.

La noción de calidad, sumada al concepto de "justo a tiempo" se logra efectivamente con la FIC (al tener la capacidad de programar) y la empresa compra y produce únicamente lo que requiere y al tiempo necesario.

Flexibilidad y calidad con la FIC, llevan a resultados como:

- A) Reducción de plazos de stocks entre 75% y 95%.
- B) Incremento de la productividad global entre 15% y 25%
- C) 25% a 50% de reducción de la superficie utilizada.
- D) Reducción del tiempo de cambio de instrumentos en 80%.
- E) 70 a 90% de reducción del tiempo de paro de máquinas debido a averías o accidentes.
- F) Reducción en 80% de gran cantidad de defectos y desperdicios.
- G) Se reducen 30% mínimo o hasta 80% los costos de stocks. Aunque en ocasiones pueden desaparecer.
- H) Se reducen 50% los plazos de entrega y supresión de rezagos y demoras.
- I) Aumenta 40% el volumen de negocios por persona.(31)

2).- Niveles de mecanización y computadoras en la fábrica moderna.

Al examinar las ventajas de la Fábrica Integrada por Computadora, tales como la reducción de costos, tiempo, etc., cabe preguntar si es necesario que una empresa deseché todas las máquinas existentes para avanzar a la FIC (Fábrica integrada por sistemas de computación y automatización flexible).

Desde luego no es necesario cambiar instalaciones y equipos. Las funciones automatizadas e informatizadas que existan separadas serán objeto de integración. La FIC puede articular máquinas relativamente viejas, con nuevas; el propósito es alcanzar el nivel y ritmo de trabajo permanente, continuo y a tiempo. Empresas como Mitsubishi y Heavy industries lo hicieron de esa forma. La aplicación de la FIC en Alemania mostró que los costos se redujeron en promedio, para un grupo de empresas, de 15 a 35% en las funciones técnicas; 50% a 60% en el tiempo de circulación; 30% de los desechos o desperdicios; 30% menos de stocks necesarios y fundamentalmente, hasta 80% de disminución de los retrasos en los plazos de producción y pedidos. (32)

La información en la fábrica FIC pasa del software de la computadora o programa para la centralización de información por parte de diseñadores, a la disposición común, almacenada en memorias, a la que todos tienen acceso, aunque en cada fase sean más útiles por funciones específicas. La base de datos para la Concepción Asistida por Computadora, CAO; la base de datos para la fase de métodos y fabricación; la que corresponde a los responsables de gestión y la base de datos para los técnicos responsables de mantenimiento. Normalmente existen como departamentos separados, con la FIC se integran y crean una sola base de datos a la que todos tienen acceso. Para este grado de desarrollo de la fábrica es necesario preparar a todos y cada uno de los trabajadores desde la dirección, hasta el operador directo. En el plan de integración, el factor humano es lo más importante. Cada uno debe tener claro el objetivo y para ello hay que capacitar, persuadir, motivar, participar, delegar, espíritu de trabajo, de equipo, visión de conjunto y obviamente adaptar el trabajo a las nuevas calificaciones en muchos casos **polivalentes**.

El proceso no se logra de la noche a la mañana pero se puede ir avanzando gradualmente al integrar dos o tres fases y luego todas.

El proceso de trabajo tiene una escala de mecanización que puede medirse con base en la tabla que diseñó James R. Bright, en su libro "Automation ad management" , vale la pena incorporar en el nivel 17 los avances de la FIC.

El nivel 1 de mecanización quiere decir que trabaja con la mano.

Nivel 2, herramienta de mano, en el que se ubican miles de empresas micro y hasta pequeñas y medianas que hacen contacto directo con el objeto o materia prima.

Nivel 3. Herramienta de mano conergizada, con alguna fuente de energía, generalmente eléctrica como los destornilladores electroneumáticos de las lanternas.

Nivel 4. Herramienta con energía, pero con control manual.

Nivel 5. Herramienta con energía, ciclo fijo (función única).

Nivel 6. Herramienta con energía, programa de control con secuencia de funciones fijas.

Nivel 7. Sistema de herramientas con energía a control remoto.

Nivel 8. Herramienta accionada por la introducción de la pieza o material de trabajo.

Nivel 9. Mide la característica del trabajo.

Nivel 10. Señala valores pre-seleccionados de medición e incluye la posibilidad de detectar el error.

Nivel 11. Registra la ejecución.

Nivel 12. Cambia velocidad , posición y dirección de acuerdo a la señal de medición.

Nivel 13. Segrega o rechaza de acuerdo a la medición.

Nivel 14. Identifica o selecciona el marco adecuado de acciones.

Nivel 15. Corrige la ejecución después de la operación.

Nivel 16. Corrige la operación mientras está operando.

Nivel 17. Anticipa la acción requerida y la ajusta para proporcionarla.

De los niveles 1 al 4, la operación está en manos del trabajador y su nivel de calificación se incrementa.

De los niveles 5 al 8 el control es mecánico, pero bajo control del obrero, por lo tanto, algunas funciones aumentan la calificación del obrero , pero otras desaparecen y se modifican, disminuyen la calificación o la cambian a un nivel más simple.

En los niveles del 9 al 11, donde la máquina ha sido puesta bajo control externo, al grado de señalar sus propias necesidades, la mayoría de las calificaciones van hacia abajo. Finalmente los últimos seis niveles que se caracterizan por automodificaciones de la acción de la máquina y por tanto corresponden a métodos avanzados de producción automática, implica una reducción de las calificaciones, desde el conocimiento y experiencia, hasta la toma de decisiones en la faena directa.

La fase 17 de mecanización corresponde a la automatización separada en cada fase. Y justamente sobre esa base puede articularse la FIC, aún desde la 9. Después de las máquinas motrices, con el dominio de la técnica energética y luego con el auge de la técnica productiva con las máquinas-herramientas y

sus 17 niveles de mecanización, la informática influye decisivamente en el progreso tecnológico con el desarrollo de las máquinas controladas por computadoras o la FIC. (33)

El cambio fundamental de la fábrica de nuestros tiempos consiste en la posibilidad de programar sus sistemas técnicos. Posibilita la flexibilización y la asignación planificada del trabajo de las máquinas a los periodos de tiempo que se requieran, sin depender de funciones operativas humanas. En principio, la automatización flexible no presupone la división del trabajo, como vimos, parece que comienzan a converger, nuevamente el trabajo físico y el mental. Así como la calificación decrece en los últimos niveles de mecanización, lo que en realidad sucede, es que se modifica y la fase de investigación y desarrollo asume una nueva área del proceso involucrado con la innovación permanente, el cambio tecnológico: bases de la competitividad. Por ello, la investigación técnica no puede agotarse en la teoría o quedarse en la ciencia básica, sino debe conducir a aplicaciones prácticas. El capital intelectual es parte del capital global de la empresa para la realización de prototipos. Esto resulta válido especialmente en las fases constructivas y de tecnología preparatoria de la producción, para las que se requieren nuevas herramientas." El Software para ingeniería" implica la creación de herramientas organizativas para la racionalización de los procesos informáticos en la fábrica.

Este software quiere decir material de programación, como "material pensante programado" que contiene una secuencia de procedimientos para alcanzar un objetivo. Sirve para planificar, simular, optimizar secuencias. Sirve para control, para materializar sistemas de flujo de señales en diagramas funcionales de máquinas. Este programa casi inteligente puede servir para asistir al hombre en otras funciones intelectuales como medio de escritura, cómputo y clasificación, cálculo, medio lingüístico y de lectura, etc. (34)

En este paquete de nuevos programas para la FIC, el "programa ergonómico" representa un papel muy importante. En este ya no interesa solo la configuración ergonómica del interfaz hombre-máquina, sino cada vez más la capacidad de asistencia de los conocimientos destinados a proceso de decisión, a refuerzos de memoria y generación de procesos lógicos.(35)

Con esto traspasamos el umbral de la siguiente generación de fábricas. La productividad, la flexibilidad, la calidad, la confiabilidad y la disponibilidad han alcanzado un nivel no realizable a base de estructuras tradicionales. La competencia obliga a poner atención justo aquí en el proceso de trabajo y a dar un vistazo a la FIC para usar lo que esté al alcance o empezar a invertir en investigación y desarrollo para la modernización tecnológica.

Para desarrollar la tecnología en la fase precompetitiva o en la comercial, una vez que se ha probado que la máquina proyectada funciona, puede recurrirse al programa FIDETEC, Fondo de Investigación y Desarrollo Tecnológico, de CONACYT en colaboración con NAFINSA.

Es necesario buscar información para modernizar la empresa, actualizarse tecnológicamente. Pero debe pensarse que la demanda tecnológica diferenciada y refinada de bienes industriales llevan a una mayor variación en los productos y a una rápida sustitución de los mismos. El incremento simultáneo de los costos del trabajo que debe esperarse, canaliza el desarrollo de las estructuras productivas hacia una automatización con elevada flexibilidad y productividad. Consecuencia de ello es la fábrica con sistemas de computación integrados y automatización flexible.

3) Innovaciones en sistemas de manufactura.

A) Transferencia de tecnología intra-firma transnacional.

La industria automotriz es ejemplo típico de un sector en restructuración a escala mundial y nacional, desde cada región o punto de región, lo que quiere decir que la industria, antes localizada, estrictamente nacional, hoy día se convierte en la industria mundializada. De esta forma un producto como el automóvil es resultado del trabajo internacionalizado, en el que cada país absorbe una fase simultánea en la cadena o tejido de producción. Los puntos de región tienen que ver más con la cadena productiva internacionalizada que en un sentido geográfico.

Se trata de la nueva cara de la industria a escala mundial, de la forma definitiva para aumentar la productividad y capacidad competitiva, la base de la nueva división internacional del trabajo.

A través de este proceso, la fábrica no solo internacionaliza la producción, sino el proceso de trabajo mismo. Con ello, se homogenizan las condiciones y se lleva a cabo una especie de **Transferencia de tecnología intra-firma transnacional.**

Las fases repartidas por países apuntan a igualar tecnología (dentro de la misma Compañía Transnacional) y los cambios o revoluciones tecnológicas que ocurren en Flint, Michigan, en la planta de la General Motors se prolongan hacia las plantas en México y desde cada fase; por ejemplo, en la de soldadura y aplanados de la línea de producción de un automóvil, los robots que se usan en Flint, casi corresponden a los que se usan en México. (36)

B) Heterogeneidad productiva

De otra forma, si no se homogenizaran las bases tecnológicas, el flujo de trabajo internacionalizado se convertiría en una estructura heterogénea, mixta, de fases adelantadas, con cambio tecnológico, combinada con otra atrasada, apoyada en el uso extensivo de la fuerza de trabajo, es decir, en la prolongación de la jornada de trabajo; en el aumento de la velocidad de trabajo o intensidad pero sin modificar la base tecnológica, lo que conduce a optimizar las unidades de tiempo y así es posible arrojar mayor cantidad de producto, o finalmente, a través de la reducción salarial. Los tres mecanismos pueden asegurar **TEMPORALMENTE** capacidad competitiva pero es evidente que tienen límites: nunca podrían sostener el ritmo de crecimiento de la productividad; del número de productos y la tendencia a la desvalorización por cada unidad, es decir, al aumentar la producción con base en el cambio tecnológico, el valor individual se reduce y aún más, el cambio tecnológico instala niveles medios mínimos de productividad por producto, pero esencialmente por fases. De tal manera que si el nivel medio mínimo de productividad que resulta de la fase menos mecanizada, más atrasada, apoyada en el uso extensivo de la mano de obra y no en innovaciones y cambios tecnológicos, es menor o no alcanza el nivel medio mínimo de la avanzada, el desfase sobreviene y los ritmos, así como producto, calidad, costos, no corresponderían y por lo tanto, imposible volverlos compatibles, al no poder engarzar la cadena productiva internacionalizada.

C) El recurso humano: base de la filosofía de los sistemas de manufactura.

La Fábrica Integrada por Computadora (FIC) es el modelo de manufactura del futuro y consecuencia de la revolución por la productividad, así como de la descentralización industrial mundial, de la industria mundializada. La Fábrica Integrada por Computadora, (FIC) no significa la reconversión automatizada global de la empresa; de hecho es un proceso que el empresario debe conocer, que se da por partes y va poco a poco, sin tener que desechar todas las máquinas. Algunas no muy nuevas pueden combinarse con otras ultramodernas, a través de equipos modulares como los fabricados por Siemens con base en el modelo SICOMP PC 32-r ó los equipos SIMATIC .

Algunas ventajas de la FIC consisten en elementos como: _____

- 1) Reducción del tiempo de producción desde la orden hasta el empaque para transportar el producto.
 - 2) Flujo físico y de información armónico.
 - 3) Fácil correspondencia para un cambio o un incremento en el calendario de producción.
 - 4) Utilización de una base de datos común para el diseño, la manufactura y la mercadotecnia del producto.
 - 5) Reducción de costos indirectos y el fortalecimiento de la Investigación y desarrollo y de la mercadotecnia, lo que resulta en un negocio más "veloz" pero más FLEXIBLE.
- La manufactura integrada por computadora en Japón tiene cuatro grupos:
- a) Diseño y manufactura (industrias eléctricas y de maquinaria)
 - b) Mercadotecnia y manufactura (cosméticos, medicina e industrias de químicos finos)
 - c) Planeación y administración (industrias del acero y eléctrica)
 - d) Flujo del producto (industrias cosméticas y médicas).(37)

3.- LA AUTOMATIZACION Y LA PRODUCCION FLEXIBLE.

1) Sistemas de fabricación manufacturera

La sociedad tecnológica en que vivimos, funciona básicamente con dos sistemas de fabricación: por flujos continuos como en una planta química y la fabricación discreta o por lotes. Dentro de la fabricación discreta ocupa un papel preponderante la industria manufacturera, en la que los productos fabricados están compuestos de subunidades o componentes que deben ser ensamblados mediante un proceso de manufactura. Los productos o acabados se realizan a partir de aquellos componentes discretos. Ejemplos de industrias manufactureras serian toda la industria mecánica en general (automóvil, maquinaria agrícola, textil y de obras publicas, máquinas-herramientas, electrodomésticos, etc.), industrias de alimentación, juguete, calzado, industria farmacéutica, etc.

La importancia económica de estas industrias es hoy en día enorme. Demos algunos datos. En Inglaterra la industria manufacturera produce entre 15-20% del PNB (producto nacional bruto) . En el caso de Estados Unidos las cifras son, en la actualidad, aun mas elocuentes. **La industria manufacturera es la principal actividad creadora de riqueza real.** Hoy su industria manufacturera produce el 24% del PNB y el 65% de la riqueza real del país (2/3 de la riqueza total). Estas cifras además se repiten con pequeñas variaciones, en los principales países industrializados. Es evidente, por tanto, que la reducción de los costes de fabricación, constituye la principal prioridad en dichos países.(38)

Sin embargo, este objetivo general de reducción de los costes de fabricación se ve dificultado, hoy en día, por la aparición de algunas tendencias, en principio contrarias a lo deseable en una empresa. Hablamos fundamentalmente del tradicional conflicto entre el servicio comercial que necesita ofrecer a sus clientes una gama lo mas amplia posible de productos y la factoría que desea limitar a toda costa dicha gama, a fin de obtener una productividad adecuada. Ejemplo de estas tendencias económicas nocivas en la industria manufacturera actual serian:

Aumento del número de variantes (lotes). Disminución del número de unidades por lote.

Ciclo de vida del producto más corto.

Demanda de una mayor calidad y unicidad en los productos.

Productos más complejos y tecnológicamente mas sofisticados.

- Aumento de la competencia nacional e internacional, por ejemplo el mercado único europeo.

A estas tendencias económicas, se añaden necesidades sociales cada día de mayor importancia. Un ejemplo podría ser la necesidad de humanizar el trabajo de los operarios.

Estas tendencias económicas están produciendo consecuencias negativas:

- Mayor tiempo de preparación de maquinas.
- Disminución de su utilización.
- Mayor tiempo de fabricación.
- Aumento en los tiempos totales de producción.
- Aumento del inventario del RIP (trabajo en progreso).
- Aumento del coste de los medios de producción.

Por todo lo cual esta disminuyendo el margen de beneficios de dichas industrias. Otras tendencias adicionales, de tipo laboral (coyuntura), son: el aumento de los sueldos, la reducción de la jornada de trabajo y el aumento de los controles laborales.

A fin de adaptarse a estas nuevas circunstancias, la industria manufacturera del futuro deberá poseer unas características de diseño que resumimos a continuación:

- La información sobre el diseño de producto y control del proceso estará codificado de modo legible para las máquinas.
- Las herramientas, las máquinas, las operaciones de procesamiento y montaje y los dispositivos de transporte del material deberán ser flexibles, adaptativos, multifuncionales e inteligentes.
- Equipos informáticos con inteligencia y memoria de bajo coste.
- Curva de aprendizaje relativamente plana para una configuración específica de productos.
- Los costes medios a corto plazo se aproximarán a los costes medios a largo plazo.
- Los sistemas de planificación y control de la producción estarán basados en computadora (fabrica sin papel).
- Control e integración por computadora de todas las actividades de fabricación, gestión de producto, ingeniería y actividades empresariales.
- Personal relativamente escaso pero muy flexible y altamente cualificado.
- Se pondrá el énfasis sobre el concepto de sistema en lugar de sobre las tradicionales operaciones unitarias.
- Se utilizarán potentes herramientas analíticas para evaluar y optimar el diseño y operaciones de la fábrica, antes de comprometer las inversiones.
- Se exigirán grandes inversiones en software y programación de computadoras.

La consecución de los objetivos de flexibilidad e información intensiva sólo será posible mediante un alto nivel de automatización del sistema global de producción, lo que ha podido conseguirse con una utilización masiva de los computadores.(39)

2). Definición de los sistemas de automatización.

La respuesta tecnológica a las necesidades de operación antes mencionadas son los sistemas de automatización avanzada, cuyo máximo exponente es el sistema de **Fábrica Integrada por Computadora, FIC, (Computer Integrated Manufacturing, FIC;** será citada FIC o FIC indistintamente).

Existen diversas maneras para definir el concepto FIC de acuerdo con el propósito y utilidad de la definición. Usualmente se pueden distinguir cuatro categorías o niveles de automatización. (40)

Nivel I. Lo constituye lo que podemos llamar **FIC restringido**. Con esta definición FIC es únicamente la forma mas automatizada de producción. Esta definición incluiría tecnologías y conceptos tales como:

- Control numérico computarizado (CNT)**
- Control numérico distribuido (DNC)**
- Control del proceso por computadora**
- Gestión de la producción integrada por computadora**
- Inspección automatizada**
- Robots industriales**

De cualquier forma, este nivel de FIC restringido exige la existencia de varias máquinas-herramienta.

Esta filosofía de sistema FIC (= a FIC) esta siendo usada hoy en día en la producción por lotes, para fabricar entre 200 y 800 piezas diferentes, con un volumen global anual de entre 5000 y 15.000 piezas. Si el número de piezas aumenta y el número de variantes se reduce, una mejor solución sería **las líneas de transferencia flexibles (LTF)**. Estas líneas LTF son semejantes a estos sistemas FIC restringidos excepto que las piezas se mueven a través del sistema a lo largo de caminos fijos, con transferencia sincronizada, en lugar de ser un movimiento totalmente aleatorio y con asincronismo.

Si el número de piezas diferentes es mayor de 800 pero el volumen es bajo (menor de 100) una mejor solución sería el módulo de mecanizado desatendido, compuesto por un único centro de mecanizado o torneado con manipulación automática de materiales (subnivel I).

Si este sistema FIC restringido posee un computadora central ejecutivo supervisor con capacidad de planificación de actividades y supervisión en tiempo real, el sistema recibe el nombre de **sistema SFF (sistema de fabricación flexible)**. De acuerdo con esta terminología, una **célula de fabricación flexible, CFF.**, poseería exclusivamente un computadora central supervisor.

En realidad la única diferencia entre un **sistema SFF y uno CFF.**, para numerosos autores, sería la existencia o no de dicho computadora central

ejecutivo, como los que Siemens vende en México y se aclara por que al hablar de esto parece ciencia ficción y no lo es, o no?. Posteriormente volveremos a comentar este tema, con definiciones más precisas de estos conjuntos funcionales. Conviene hacer notar asimismo que, de acuerdo con otra terminología muy extendida, esta definición FIC correspondería con el concepto clásico de DAC (diseño con ayuda de computadora, que en inglés se conoce más que en español como CAD, computerized asisted design). Este FIC restringido sería por tanto una parte del concepto CAD/CAM (computerized asisted manufacture). Y a pesar de la traducción emplearemos el término CAD/CAM.

Nivel II. Lo constituye lo que podríamos definir como **FIC medio**. Con esta definición, FIC es la forma integrada de CAD/CAM. FIC combina diferentes sistemas FMS con el CAD, es decir, el diseño con ayuda de computador. Esta definición de nivel medio incluiría redes de comunicación y buses de datos. En este nivel es de especial trascendencia la conexión entre los sistemas CAD y CAM, que permitirá la transferencia directa de los resultados del diseño a la fabricación para control de producción y del proceso. Con esta definición FIC es exactamente CAD/CAM.

Nivel III. Lo constituye lo que se podría definir como un **FIC amplio**. Este nivel empieza a parecerse a lo que, según nuestra opinión, debería ser un FIC auténtico. Con esta definición, FIC incluye la integración de todas las tareas propias de una empresa.

Un sistema FIC amplio ideal aplicaría la tecnología de los computadores a todas las funciones operacionales y a todas las funciones de tratamiento de la información en el proceso de fabricación, desde la recepción del pedido a través del diseño y producción; hasta la entrega del producto al cliente. Incluso debería incluir servicios adicionales tales como el posventa y comerciales.

Una forma de llevar a cabo plena de este nivel FIC implicaría una integración completa del flujo de información y del flujo de materiales en todos los aspectos de organización de la empresa. Con esta definición, CAD/CAM sería solo una parte de FIC. Este nivel es el que actualmente se intenta alcanzar, habiéndose realizado ya algunas instalaciones y sistemas de los que posteriormente presentaremos algunos ejemplos.

Nivel IV. Sería lo que podríamos definir como **FIC estratégica**. Con esta definición FIC es una estrategia global de la empresa. Es una estrategia hacia la factoría del futuro . Implica la integración total de toda la compañía con continuas mejoras en el camino hacia aquel objetivo final.

Esta definición enfatiza el carácter de la FIC como una estrategia, proceso de decisión o de gestión. Para la consecución de este nivel es sumamente importante tener en cuenta los factores humanos y organizativos. Para su éxito será imprescindible que vaya acompañado por HIN (human integrated manufacture)que podría definirse como la fabricación integrada con ayuda del ser humano. Esto significa que las máquinas, computadoras, redes, etc., son solo herramientas que complementan la destreza, flexibilidad y creatividad humana. La clave será por tanto integrar el trabajo desarrollado por organizaciones humanas diferentes mediante redes, computadores y demás dispositivos. (41)

3). Componentes funcionales de un sistema de Fábrica Integrada por Computadora (FIC).

De acuerdo con los niveles anteriores, se podrían enunciar diversas definiciones del sistema FIC. Desde un punto de vista funcional, un FIC es **"un sistema hombre-máquina capaz de diseñar y producir la diversidad cambiante de productos de alta calidad que los clientes desean, en el instante y al precio que los quieren"**.

Desde un punto de vista estructural, una definición exhaustiva podría ser **"un conjunto de módulos desatendidos de mecanizado, interconectados por un sistema de manipulación automática de materiales y organizados de acuerdo con la Tecnología de Grupos (GT), un sistema de diseño y control de la producción, y un sistema para gestión y planificación de actividades, bajo el control integrado y jerarquizado de diferentes computadores, capaz de fabricar aleatoriamente piezas, semiacabados y productos acabados"**.

Como ya se ha comentado, el componente básico de todo sistema FIC es el módulo de mecanizado desatendido, que para estar totalmente automatizado debería incluir: identificación automática, sistema sensorial de mecanizado, sistema de inspección (ya sea en proceso o pos-proceso) y control adaptativo. Un escalón más en la automatización sería la célula de fabricación flexible (Flexible Manufacture Cell), que hemos llamado CFF. Sus subconjuntos funcionales básicos son:

- El subsistema DNC (control numérico distribuido, CND), que incluiría varias máquinas-herramienta.
- El subsistema de manipulación y almacenamiento de materiales.
- El subsistema de supervisión, inspección automatizada y control de calidad.
- El subsistema de ensamblaje de piezas y subunidades.
- El subsistema informática que automatiza el funcionamiento de la célula en su conjunto.

En general, una célula de fabricación flexible no posee computador central ejecutivo para tareas tales como: encaminamiento en tiempo real, equilibrado de cargas o planificación de actividades.

Un sistema DNC, control numérico distribuido, podría definirse como un sistema que interconecta un conjunto de máquinas-herramienta con sus correspondientes controles CNC a una memoria común de un computador central supervisor en donde se elaboran y almacenan los programas pieza, para su posterior transmisión a las máquinas que lo demanden. Este computador gestiona además todas las actividades del subsistema DNC, permitiendo la existencia de una realimentación, en tiempo real, de lo que está sucediendo en el proceso de mecanizado. La característica esencial de todo sistema DNC es el flujo bidireccional de la información.

El subsistema de manipulación y almacenamiento es el encargado del transporte y almacenamiento de materiales, semiacabados y acabados entre las máquinas y entre estas y el almacén temporal. Otra de sus misiones será gestionar el transporte y colocación de herramientas y utillajes en las máquinas, así como la carga y descarga de las mismas.

La elección de uno u otro sistema de manipulación de materiales dependerá de muy diversos factores, entre los que podemos citar: el tipo de material a manipular, su peso máximo, obstrucción producida en la planta, la distancia a cubrir o la facilidad de cambio en su ubicación. De acuerdo con cada necesidad, pueden utilizarse diferentes sistemas de transporte: transportador de cinta o rodillo, líneas remolcadoras, vagonetas, grúas, carretillas (AGV: vehículos guiados automáticamente), robots industriales, etc. En general y como se comentará posteriormente, las funciones de transporte de materiales, la inspección y control de calidad, cambio de herramienta, carga y descarga de las máquinas, ensamblaje de acabados y semiacabados y el mantenimiento del sistema mecánico que compone la célula son desarrolladas por robots industriales.

El subsistema de supervisión, inspección automatizada y control de calidad es el encargado de monitorizar la operación general de la célula y controlar la calidad tanto de las piezas como de los conjuntos acabados o semiacabados.

El dispositivo de inspección automatizada además deberá tomar las medidas correctoras oportunas para que el supuesto fallo se subsane. A estos efectos, deberá enviar al sistema CNC las adecuadas correcciones dimensionales en su programa pieza. Este sistema se deberá encargar de velar para que el proceso de mecanizado se realice de la forma correcta y en especial supervisar en tiempo real el estado de la herramienta de corte y el de las propias máquinas-herramienta.

El sistema de ensamblaje es el encargado de ensamblar las piezas a fin de obtener productos acabados o semiacabados. Esta misión habitualmente se desarrolla por robots industriales.

El sistema informática de una célula de fabricación flexible está basado en un computador supervisor que centraliza el control distribuido llevado a cabo por los microcomputadores locales integrados en la planta de fabricación. Asimismo vigila el estado general de la célula, registra las piezas fabricadas y las unidades ensambladas y se comunica con otras células y con una estación central.

Todas estas tareas que incorpora una célula de fabricación flexible constituye sólo una parte de un sistema CAM (nivel I). Son las tareas fundamentalmente relacionadas con el control de la fabricación, pero quedan fuera numerosas tareas relacionadas con la planificación de la fabricación. Cuando en una célula de fabricación flexible se incorporan tareas de planificación de la fabricación se pasa del concepto célula de fabricación flexible (FMC), al concepto sistema de fabricación flexible (FMS). Tareas relacionadas con la planificación de la fabricación serían: planificación del proceso con ayuda de computador (CAPP), planificación de las necesidades de material (MRP), planificación de la capacidad y estimación de costes.(42)

La forma de llevar a cabo todas estas tareas exige la incorporación al sistema FMS de, al menos, dos computadores de propósito general: un computador ejecutivo supervisor y un computador encargado de la manipulación de materiales.

De todas las tareas anteriores merecen especial atención las tareas CAPP y las relacionadas con el equilibrado de cargas en el sistema de fabricación. Las tareas de planificación del proceso de fabricación se realizan con la preparación de unas hojas de ruta en las que aparecen una lista de la secuencia de operaciones y los centros de trabajos necesarios para fabricar el producto y sus subunidades y piezas. Actualmente existen sistemas CAPP que ayudan en la preparación de estas hojas de ruta.

Las técnicas de Inteligencia Artificial serán en el futuro una ayuda sumamente eficaz a la hora de crear sistemas expertos de planificación de actividades (planificadores inteligentes).

El otro problema fundamental en todo sistema FMS es el equilibrado del sistema de fabricación. A estos efectos existe en el computador ejecutivo un fichero asignado a cada pieza a mecanizar. La decisión sobre que estación utilizar en cada momento está basada en un proceso matemático muy sofisticado que utiliza informaciones tales como: disponibilidad de la máquina, disponibilidad de las herramientas necesarias, el tiempo necesario para finalizar su trabajo en curso o la distancia entre la pieza y la máquina seleccionada.

Como ya comentábamos, una célula FMC con la inclusión de estas tareas, se transforma en un sistema FMS, con lo que habremos alcanzado el nivel I de FIC es decir, el nivel CAM pleno.

Todos estos sistemas FMS constituyen la componente básica de todo sistema FIC auténtico y se distribuyen y organizan de acuerdo con la Tecnología de Grupos (GT).

La Tecnología de Grupos es una filosofía organizativa y su aplicación permite la agrupación de los medios de producción a fin de obtenerse un ahorro. La decisión fundamental a tomar con base en la Tecnología de Grupos es la clasificación de piezas que permitirá, de acuerdo con ciertos criterios, la creación de familias de piezas. El criterio para la formación de la familia dependerá de razones para identificar cada conjunto de piezas. Posibles razones para la formación de una familia serían la utilización del mismo grupo de máquinas-herramienta, necesidad de herramientas similares, operaciones de mecanizado análogas, etc. El método de formación de las familias de piezas puede ser mixto, es decir, la clasificación directa de las piezas y el análisis del flujo de producción en cada uno de los grupos resultantes de la clasificación directa. Para compensar las diferencias de carga de los distintos FMS se tratará de establecer un principio en cascada, de tal forma que las piezas más sencillas puedan fabricarse en mas de una FMC.

La aplicación de la tecnología de grupos en la organización y ubicación (distribución en planta) de las FMC reporta considerables ventajas, algunas inmediatas tales como la normalización de herramientas y utillajes, reducción de los tiempos de mecanizado y preparación, control de producción más efectivo o reducción del personal de planificación y control de producción, y otras menos inmediatas tales como la mejora de las relaciones laborales o un mejor conocimiento del proceso a la hora de futuras inversiones. cese de mecanizado. La característica esencial de todo sistema DNC es el flujo bidireccional de la información.

El subsistema de manipulación y almacenamiento es el encargado del transporte y almacenamiento de materiales, semiacabados y acabados entre las máquinas y entre éstas y el almacén temporal. Otra de sus misiones será gestionar el transporte y colocación de herramientas y utillajes en las máquinas, así como la carga y descarga de las mismas.

La elección de uno u otro sistema de manipulación de materiales dependerá de muy diversos factores, entre los que podemos citar: el tipo de material a manipular, su peso máximo, obstrucción producida en la planta, la distancia a cubrir o la facilidad de cambio en su ubicación. De acuerdo con cada necesidad, pueden utilizarse diferentes sistemas de transporte: transportador de cinta o rodillo, líneas remolcadoras, vagonetas, grúas, carretillas (AGV: vehículos guiados automáticamente), robots industriales, etc. En general y como se comentará posteriormente, las funciones de transporte de materiales, la inspección y control de calidad, cambio de herramienta, carga y descarga de las máquinas, ensamblaje de acabados y semiacabados y el mantenimiento del sistema mecánico que compone la célula son desarrolladas por robots industriales.

El subsistema de supervisión, inspección automatizada y control de calidad es el encargado de monitorear la operación general de la célula (estatus y fallos) y controlar la calidad tanto de las piezas como de los conjuntos acabados o semiacabados. El dispositivo de inspección automatizada además deberá tomar las medidas correctoras oportunas para que el supuesto fallo se subsane. A estos efectos, deberá enviar al sistema CNC las adecuadas correcciones dimensionales en su programa pieza. Este sistema se encarga de velar para que el proceso de mecanizado se realice de la forma correcta y en especial supervisar en tiempo real el estado de la herramienta de corte y el de las propias máquinas-herramienta.

El sistema de ensamblaje es el encargado de ensamblar las piezas a fin de obtener productos acabados o semiacabados. Esta misión habitualmente se desarrolla por robots industriales.

El sistema informática de una célula de fabricación flexible está basado en un computador supervisor que centraliza el control distribuido llevado a cabo por los microcomputadores locales integrados en la planta de fabricación. (43)

Asimismo vigila el estado general de la célula, registra las piezas fabricadas y las unidades ensambladas y se comunica con otras células y con una estación central. Todas estas tareas que incorpora una célula de fabricación flexible, constituye sólo una parte de un sistema CAM (nivel I). Son las tareas fundamentalmente relacionadas con el control de la fabricación, pero quedan fuera numerosas tareas relacionadas con la planificación de la fabricación.

Cuando en una célula de fabricación flexible se incorporan tareas de planificación de la fabricación se pasa del concepto célula (FMC) al concepto sistema de fabricación flexible (FMS). Tareas relacionadas con la planificación de la fabricación serían: planificación del proceso con ayuda de computador (CAPP), planificación de las necesidades de material (MRP), planificación de la capacidad y estimación de costes.

La forma de llevar a cabo de todas estas tareas exige la incorporación al sistema FMS de, al menos, dos computadores de propósito general: un computador ejecutivo-supervisor y un computador encargado de la manipulación de materiales.

De todas las tareas anteriores merecen especial atención las tareas CAPP (tareas de planificación del proceso de producción) y las relacionadas con el equilibrado de cargas en el sistema de fabricación. Las tareas de planificación del proceso de fabricación se realizan con la preparación de unas hojas de ruta en las que aparecen una lista de la secuencia de operaciones y los centros de trabajos necesarios para fabricar el producto y sus subunidades y piezas. Actualmente existen sistemas CAPP que ayudan en la preparación de estas hojas de ruta. Las técnicas de Inteligencia Artificial serán en el futuro una ayuda sumamente eficaz a la hora de crear sistemas expertos de planificación de actividades (planificadores inteligentes).(44)

El otro problema fundamental en todo sistema Flexible Manufacture System, FMS, es el equilibrado del sistema de fabricación. A estos efectos existe en el computador ejecutivo un fichero asignado a cada pieza a mecanizar. La decisión sobre qué estación utilizar en cada momento está basada en un proceso matemático muy sofisticado que utiliza informaciones tales como: disponibilidad de la máquina, disponibilidad de las herramientas necesarias, el tiempo necesario para finalizar su trabajo en curso o la distancia entre la pieza y la máquina seleccionada.

Como se dijo antes, una célula FMC con la inclusión de estas tareas, se transforma en un sistema FMS, con lo que habremos alcanzado el nivel I de FIC es decir, el nivel CAM pleno. Todos estos sistemas FMS constituyen la componente básica de todo sistema FIC auténtico y se distribuyen y organizan de acuerdo con la Tecnología de Grupos (GT).

La Tecnología de Grupos es una filosofía organizativa y su aplicación permite la agrupación de los medios de producción a fin de obtener un ahorro. La decisión fundamental a tomar con base en la Tecnología de Grupos es la clasificación de piezas que permitirá, de acuerdo con ciertos criterios, la creación de familias de piezas.

El criterio para la formación de la familia dependerá de razones para identificar cada conjunto de piezas. Posibles razones para la formación de una familia serían la utilización del mismo grupo de máquinas-herramienta, necesidad de herramientas similares, operaciones de mecanizado análogas, etc. El método de formación de las familias de piezas puede ser mixto, es decir, la clasificación directa de las piezas y el análisis del flujo de producción en cada uno de los grupos resultantes de la clasificación directa.

Para compensar las diferencias de carga de los distintos FMS se tratará de establecer un principio en cascada, de tal forma que las piezas más sencillas puedan fabricarse en más de una FMC.

La aplicación de la tecnología de grupos en la organización y ubicación (distribución en planta) de las FMC reporta considerables ventajas, algunas inmediatas tales como la normalización de herramientas, reducción de los tiempos de mecanizado y preparación, control de producción más efectivo o reducción del personal de planificación y control de producción, y otras menos inmediatas tales como la mejora de las relaciones laborales o un mejor conocimiento del proceso a la hora de futuras innovaciones.(45)

4). La FIC y el uso de robots.

En una planta de fabricación manufacturera es necesario realizar numerosas operaciones de manipulación y ensamblaje. Entre estas operaciones citaremos, como básicas, las siguientes:

- Transporte de materiales entre máquinas y entre estas y el almacén definitivo o temporal.
- Transporte y colocación de herramientas y utillajes en las maquinas asi como su carga y descarga.
 - Clasificación de materias primas.
 - Inspección y control de calidad.
- Ensamblaje y paletización de unidades semiacabadas y acabadas.
 - Mantenimiento del sistema mecánico de la planta.
- Otras de muy diversa naturaleza, tales como soldadura, embalaje, pintura, etc.

Gran parte de estas operaciones son realizadas actualmente por robots industriales cada vez con mayor grado de eficacia, aunque por ahora con prestaciones muy limitadas. Estas limitaciones se deben a que no están aun comercializados robots con percepción sensorial que informe de su entorno de trabajo y que por tanto les permita adaptarse a entornos cambiantes, parcialmente conocidos. Tareas de sencilla ejecución para un operario humano resultan de extrema dificultad o incluso imposibles para los robots actuales. Habría que dotar a los robots de nuevos atributos en especial en las funciones de representación, utilización y ampliación de conocimientos (aprendizaje), atributos sensoriales para entender un entorno de trabajo cambiante y posibilidad de toma de decisiones inteligentes, incluyendo un generador de planes que permita generar automáticamente el conjunto de operaciones primitivas sucesivas que el sistema tiene que realizar para cumplir una cierta tarea compleja. Los robots tendrían entonces alguna dosis de Inteligencia Artificial (IA). También sería de sumo interés dotar a los robots de movilidad (robots móviles) y permitir una comunicación hombre-robot mediante lenguajes más potentes como serían por ejemplo los lenguajes naturales hablados.(46)

5) El sistema informático en la FIC: Jerarquía de computadores.

Hasta aquí hemos numerado multitud de tareas que deben ser realizadas por computadores hasta alcanzar el nivel II de FIC . La consecución del nivel III, como ya se ha comentado, exige integrar un CAD/CAM y las funciones de negocio. Ejemplos de este último tipo de funciones serían las ventas, la comercialización, entrada de pedidos, servicio, posventa, facturas de clientes, nóminas, etc.

Así como ya existen algunas empresas, en las que están integradas todas las funciones hasta el nivel II, es sumamente difícil encontrar empresas que hayan alcanzado el nivel III, especialmente en España. Como ya se indicó, este nivel III exige integrar mediante computadores todas las funciones operacionales y de procesamiento de la información en fabricación, desde la recepción del pedido hasta su expedición.(47)

En España es habitual la existencia de una total incomunicación, a nivel informática, entre el departamento comercial y el resto de la empresa. Las tareas de recepción, seguimiento y emisión de pedidos continúa siendo fundamentalmente manual . Para alcanzar este nivel de auténtico FIC será necesario integrar toda la información en la empresa, incluyendo por supuesto el departamento comercial y posventa. Como ya se ha comentado, la forma de llevar a cabo completa de un FIC exige la automatización e integración del flujo de información a través de cada aspecto de organización de la compañía.(48)

Los computadores serán por tanto los elementos esenciales de todo FIC, ya que sin su utilización no se podía obtener la flexibilidad e información intensiva. La filosofía de un sistema FIC no tendría sentido sin la incorporación de un sistema informática con una estructura jerárquica de computadores . En la figura 4 aparecen numerosas tareas en un sistema FIC, que hoy en día son realizadas mediante computadores, también se observa el flujo de información.

Esta gran diversidad de funciones a realizar junto con la disponibilidad de computadores personales cada vez más potentes y económicos, ha motivado que cada día sea más habitual utilizar en FIC arquitectura jerárquicas de computadores. Estos niveles jerárquicos se corresponden con los niveles de control de una factoría.

En este contexto y teniendo en cuenta la naturaleza de las tareas a desarrollar, es muy usual distinguir cuatro niveles jerárquicos de computadores:

Nivel 1 (nivel inferior) es el nivel dispositivo y estaría constituido por los computadores que se conectan directamente al proceso, ya sea para monitorizarlo ya para controlarlo. Estos computadores son hoy en día microcomputadores locales, es decir, localizados en las proximidades de los

dispositivos a los que se conectan. Este nivel incluye los sistemas CNC de las máquinas-herramienta, los equipos de control de los robots, los autómatas programables (PLC), los equipos de inspección y control de calidad, el sistema sensorial de mecanizado y otros.

Nivel 2 es el nivel taller de fabricación y en él se incluirían los minicomputadores o supermicrocomputadores encargados de dos tareas básicas: una ejecutiva-supervisora y otra de control de la manipulación de materiales. Para cada FMS podrían existir dos computadores, conectados entre sí, cada uno dedicado a su tarea específica.

El computador ejecutivo-supervisor deberá desarrollar tareas fundamentales tales como el almacenamiento y transmisión de programas (programas pieza u otros) bajo pedido, supervisión del estado de la célula, planificación y control de actividades mediante el plan maestro de fabricación y gestión, así como una estadística de datos (producción, mecanización y fallos).

Es el computador que conoce en cada instante lo que está sucediendo en la célula de fabricación. Se conecta con su nivel jerárquico superior e inferior a través de sendas redes de área local (LAN). La red superior deberá soportar un gran tráfico de datos ya que conectará todos los computadores de este nivel con los computadores de planta.

El computador de manipulación de materiales, será el encargado de gobernar todo el transporte de materiales de acuerdo con las órdenes que reciba del computador ejecutivo-supervisor. Ejemplos de dispositivos de transporte serían: palets, cintas transportadoras, vehículos guiados automáticamente (AGV), grúas, etc.

Nivel 3 es el de factoría y lo cubre el computador de planta. Sería un minicomputador que conecta con los computadores del nivel 2 de todos los sistemas FMS a fin de recolectar todos los datos operativos, los cuales permitirán a su vez realizar una correcta gestión de toda la planta de fabricación. En este nivel se desarrollan todas o gran parte de las tareas CAD,

CAM, CAE y análisis del proceso. También podrá encargarse, en algunos casos, de actividades relacionadas con nóminas, contabilidad o incluso personal. En empresas grandes podrán existir varios computadores de planta, que en el caso de diseño serán estaciones de trabajo CAD/CAE.

Nivel 4 es la oficina. Las funciones asignadas a este nivel se realizarán en el computador central de gestión de la empresa. También en este nivel se podrían implementar ciertas tareas CAD/CAE y de análisis del proceso. Tareas

fundamentales dentro de este nivel serían la entrada de pedidos, contabilidad, gestión de compras, gestión y expedición de pedidos, nóminas, etc. Debería poseer una gran base de datos con ficheros de producción, diseño, precios, inventarios, costes, etc.

Para la forma de llevar a cabo práctica de esta jerarquía se hace imprescindible la creación de diversas redes de área local.

El tipo de red a utilizar dependería, en cada caso, de muy diversos factores tales como la proximidad geográfica de los dispositivos, el volumen de datos a transmitir, u otros. Así, por ejemplo, la red local que une los niveles 1 y 2 puede ser un bus normalizado tipo IEEE 488 o VME) o incluso una simple conexión serie en estrella tipo RS-232-422-485. A veces son redes LAN sencillas con topología bus y protocolo de encuesta. S61o en factorías muy importantes esta red puede ser MAP (Manufacturing Automation Protocolo).

Este protocolo MAP, como técnica de acceso al medio, utiliza el paso de testigo y como topología la bus (taken bus). MAP no es la definición de un nuevo protocolo sino una recomendación y descripción de estándares ya existentes (normas del modelo interconexión de sistemas abiertos—OSI—del ISO). Esta norma ha sido promovida por General Motors.

Esta norma MAP utiliza el modelo de referencia OSI-ISO de siete niveles. En algunas factorías muy importantes pueden existir varias redes MAP, que deberán conectarse a través de los correspondientes puentes (bridges). Estos puentes se utilizan para interconectar dos redes MAP físicamente diferentes a través de los dos primeros niveles OSI.

La red que une los niveles jerárquicos 2 y 3 es, en todos los casos, una típica red de área local. Las preferencias, actualmente, se reparten en este nivel, entre MAP (norma IEEE 803.4) y Ethernet (norma IEEE 803.2). Ambas siguen el modelo de referencia ISO-OSI y no en todos los casos se implementan los 7 niveles.

Como es sabido, Ethernet utiliza como técnica de acceso al medio, la CSMA/CD, es decir, acceso aleatorio con detección y resolución de colisiones. Como regla general, se puede decir que el protocolo MAP es el menos sensible a la carga de la red y el menos eficiente en condiciones de Docacar~a. El protocolo Ethernet es el que ofrece el mejor tiempo de respuesta en condiciones de baja carga de la red. Sin embargo, en condiciones de gran carga, su rendimiento se reduce espectacularmente.

La red que une los niveles 3 y 4 se suele cubrir con redes de área local como las ya mencionadas, en especial con Ethernet. La red del nivel 4 es una red de área extendida tal como X.25 o X.400. La conexión entre redes MAP y redes no-MAP se realiza a través de pasarelas (gateway).

Esta arquitectura jerárquica de computadores representa la forma más eficaz de implementar el sistema computarizado exigido en un sistema de fabricación integrado por computador FIC. Existen básicamente tres importantes ventajas derivadas de la adopción de esta arquitectura.

La primera es que permite una forma gradual de llevar a cabo la conversión. Se puede iniciar la forma de llevar a cabo por los niveles inferiores con las consiguientes ventajas en coste y capacidad de asimilación de tecnología. Lo que está claro es que no se puede alcanzar un nivel sin una correcta forma de llevar a cabo y usar del anterior jerárquico. El riesgo de forma de llevar a cabo se reduce y los fuertes gastos se pueden repartir a lo largo de varios años. El capital se puede amortizar antes de iniciar el paso siguiente en la forma de llevar a cabo del sistema.

Otra enorme ventaja de un sistema jerárquico es que contiene redundancia, es decir, que si un computador cae, se pueden programar los demás para que asuman las tareas críticas del caído. El rendimiento del sistema caerá pero no se anulará.

Cabe citar por último la enorme importancia que en el desarrollo del software presenta un sistema jerárquico. Hay que tener en cuenta que el desarrollo del software en un sistema de esta categoría puede constituir una parte sustancial del total del proyecto. Puesto que existen diferentes computadores, el desarrollo del software se puede dividir en proyectos diferentes, que pueden ser probados de forma casi independiente.

Además, los cambios necesarios del software durante la fase de puesta a punto se realizan mucho más fácilmente y con menos posibilidades de perturbación del sistema completo. (49)

6). Capacidades de la factoría del futuro.

La aplicación intensiva de los computadores en los sistemas de fabricación manufacturera será la base en la que se sustente la factoría del futuro y con ella la Tercera Revolución Industrial. Como ya hemos comentado, la palabra clave de esta nueva era será la flexibilidad, que exigirá nuevas características de diseño y de operación.

Estas nuevas características requerirán un cambio profundo en la estructura organizativa y en la forma de gestionar la nueva empresa. Serán, por ejemplo, empresas de poco personal, muy capacitado, muy versátil y muy bien pagado. Se deberán desarrollar, en consonancia, nuevas políticas de entrenamiento, motivación y recompensas.

La factoría del futuro será fundamentalmente diferente de la tradicional en lo económico, en diseño y en forma de operación. Las nuevas tecnologías afectan profundamente todos los estamentos de la empresa y ofrecerán a los países tecnológicamente avanzados la gran oportunidad de recuperar su liderazgo en el mercado de los productos manufacturados. La factoría del futuro tendrá una capacidad de prestaciones que la pondrán en franca ventaja en el mercado mundial de este tipo de productos:

- Producción de sólo uno en una ocasión
- Producción de sólo uno de un tipo
- Producción bajo pedido
- Tiempo de reacción extremadamente corto ante cambios en el diseño del producto
- Programación variable para responder a las demandas cambiantes del mercado
- Niveles de precisión, fiabilidad y calidad muy elevados
- Información intensiva y controlable

La factoría del futuro deberá funcionar de acuerdo con un diagrama esquemático. Debe tener como elemento básico, la integración del flujo de información (datos) y del flujo de materiales. Esta integración exigirá un sistema de bases de datos muy potente con sus necesarias redes de interconexión (LAN). (50)

El objetivo de la factoría del futuro ya no será nunca más fabricar una pieza o conjunto con el menor coste posible, sino fabricar una variedad de piezas y productos a lo largo del m período de años, con coste total sustancialmente más bajo que fabricando cada una independientemente y tener la flexibilidad de poder modificar el producto, el número de variantes de acuerdo a el número de unidades de cada lote según lo determine el mercado en cada instante.

7). No todo es una FIC.

Existen dos posibles soluciones a la hora de seleccionar un sistema FIC :
Compra de los dispositivos necesarios e integración por el propio usuario o compra de un sistema llave en mano a un constructor cualificado de FIC. Sólo aquellos usuarios que posean muy buenos conocimientos en la utilización de computadores en diseño, fabricación, ingeniería y planificación, control automático, tecnología de producción y utilización de máquinas-herramientas, serán capaces de seleccionar, contratar e integrar los subsistemas necesarios.

La solución en la gran mayoría de los casos será comprar, más o menos por etapas, un sistema FIC. La elección en este caso entre diferentes FIC depende de la naturaleza de las piezas y conjuntos, cantidad de piezas iguales y número de variantes, probabilidad de productos futuros o cambios en el número de piezas torales, etc. A continuación será necesario analizar todas las interrelaciones entre los factores concernientes con el mercado (piezas por año, número de piezas iguales, probabilidad de cambio, volumen total anual, etc.) , los factores relacionados con las piezas (número de procesos de mecanizado, tamaño de las piezas, materiales a utilizar, precisión requerida, etc.) y los factores relacionados con el sistema (transporte de material, selección de maquinas, fiabilidad, mantenimiento, etc.). Deberán ser tenidos muy en cuenta los efectos de estos factores en las prestaciones generales del FIC.

La selección final de un sistema FIC concreto exigirá un proceso largo y combinado entre el usuario y el suministrador. Sólo con la utilización de una sistemática evaluación se podrá llegar a la elección del FIC correcto, que cumpla todo el conjunto de prestaciones exigidas.

Conviene, no obstante, hacer notar que un FIC no es un producto comprable, si no que deberá ser pedido, definido y construido por el propio usuario (fabricante manufacturero) y adaptado a la medida exacta de sus necesidades. Sin embargo no siempre es la mejor solución la compra de un auténtico FIC. En numerosas ocasiones, un pseudo-FIC (módulo de fabricación, célula de fabricación flexible, etc.) puede ser una solución mas práctica, para problemas muy concretos. Incluso hay ocasiones en que aún reconociendo que la meta final deba ser un auténtico FIC, es sumamente recomendable llegar a ese objetivo de forma paulatina y progresiva.(51)

Muchos usuarios por una variedad de razones que van desde las puramente económicas a las tecnológicas prefieren adquirir estas nuevas tecnologías en pequeñas dosis. No existe un número mágico de pasos a dar pero no obstante si analizamos el proceso global, parece lógico dividirlo en cinco fases:

- 1) control numérico con computador (CNC),
- 2) control numérico directo (DNC),
- 3) célula de fabricación flexible,
- 4) sistema de fabricación flexible y
- 5) sistema de fabricación flexible integrado por computador.

Una ventaja importante de avanzar gradualmente sería que la absorción de tecnología y la disciplina de organización también se incorporaran a la empresa en forma paulatina.(52)

Antes de decidirse por alguna de estas alternativas es necesario recordar que un auténtico FIC no tiene por que ser siempre rentable. Las piezas o conjuntos a producir, las cantidades a producir en un periodo de años, el número de variantes, el número de piezas iguales, las posibles modificaciones en el producto o la introducción de otros nuevos son algunos de los factores que conducen a la rentabilidad o no del FIC.

Una vez elegido el sistema, pueden aparecer numerosos problemas: por una mala elección de las maquinas, producciones más bajas de lo esperado, tiempo demasiado elevado en la puesta a punto o incluso problemas laborales debido a que el trabajo puede pasar a ser mas monótono y con menos intervención del operario. No obstante, probablemente el problema más común es una planificación a largo plazo inadecuada y una insuficiente definición previa de los problemas específicos de la fabricación. Una selección correcta puede necesitar de un detallado y laborioso estudio, incluso de un año de duración.

Siempre será esencial que la empresa posea la infraestructura necesaria para sacar todo el fruto posible al sistema, con una probada experiencia en fabricación, computadores, máquinas-herramienta con control numérico, planificación de la factoría, herramientas, mantenimiento, etc.

8). Automatización avanzada de la producción en los países industrializados.

No se sabe con exactitud el número de sistemas FIC, FMS y FMC instalados en el mundo, entre otras cosas, porque no siempre se utiliza la misma terminología. En numerosas ocasiones, se toma como sistema FMS lo que es un simple FMC. Análogamente se considera FIC un sistema de fabricación flexible. Se hace por tanto imprescindible normalizar esta terminología a fin de poder conocer con exactitud los sistemas que están funcionando en el mundo.

Según los datos reportados por Dorman, en 1987 existían 3690 células de fabricación flexible instaladas en el mundo. Estudios posteriores hablan para 1988 de un número de 5760 células. Durante 1989 el crecimiento parece haber sido muy grande, situándose el número de células en más de 8000.(53)

En cuanto al número de sistemas FMS, la estadística es aún más confusa. No obstante daremos algunas cifras. En 1989 se piensa que existen en el mundo no más de 400 auténticos sistemas FMS, de los cuales aproximadamente la mitad se localizan entre Japón y EE.UU. Estos sistemas FMS se utilizan en EE.UU. y Europa fundamentalmente en la industria del automóvil, incluyendo camiones, tractores y equipamiento de construcción. Sin embargo Japón lo utiliza fundamentalmente en su industria de la máquina-herramienta.

En cuanto a auténticos FIC, parece que su número no sobrepasa 150 instalaciones y eso considerando solo su nivel III. Aquí también parece que entre Japón y EE.UU se reparten la mitad o incluso más de las instalaciones. Algunos informes dan la cifra del 60%.

Hagamos un resumen de estas instalaciones, comparando especialmente las instalaciones de EE.UU y Japón. En EE.UU. la mayoría de estos sistemas se utilizan para fabricar piezas prismáticas (80% prismáticas y 20% de revolución). Se han dedicado para la mecanización de 3 a 700 piezas diferentes, con un número de piezas por lote en promedio entre 3 y 300. El volumen anual de producción está comprendido entre 2000 y 3000 piezas.

En estas instalaciones de EE.UU, como sistema de transporte y manipulación de materiales se utiliza habitualmente el remolcador, el transportador y la carretilla sobre rieles. Para la manipulación de piezas pequeñas se utiliza casi exclusivamente el robot industrial.

El número de estaciones de fabricación (módulos) en cada célula va desde 1 a 19 siendo lo normal de 8, de las que al menos una es un centro de mecanizado complejo.

En Japón se observan algunas diferencias. En primer lugar parece que existen el doble de instalaciones tanto de sistemas FMS como FIC. Asimismo en Japón el número de módulos de mecanizado es algo superior, con una media por célula de 12 máquinas. Otra diferencia es que estas máquinas son más sofisticadas y en general centros de mecanizado o de torneado.

En cuanto al número de piezas diferentes, los resultados son parecidos a los de EE.UU., con la mitad de los sistemas de fabricación produciendo entre 50 y 30 piezas diferentes. El número de piezas por lote va desde 1 a 500, existiendo varios sistemas de fabricación que realizan de cada variante una única unidad. No obstante, lo normal es de 10 a 100 unidades por cada variante.

En cuanto a los sistemas de transporte y manipulación, se siguen pautas diferentes según el tipo de pieza. En piezas de revolución, sobre todo si su tamaño no es grande, se utiliza casi exclusivamente el robot industrial. Utilizan muy a menudo los robots pòrtico. Sin embargo, para pieza prismática se observan algunas diferencias con EE.W.

Hasta 1979 el transportador de cinta y rodillos era el elemento más utilizado. Sin embargo en los últimos cuatro años la proporción ha disminuido drásticamente situándose en sólo un 25%. La tendencia clara en Japón es hacia la carretilla (AGV) ya sea con carril o sin él, guiada en este caso bien ópticamente, bien electromagnéticamente por cinta o cable. No obstante, en las últimas ferias mundiales se observa un cierto retroceso de las carretillas sin carril.

Los resultados generales de la experiencia en Japón son análogos a los obtenidos en EEUU. y Europa, con la particularidad de que en Japón se han obtenido mejores y más espectaculares rendimientos, debido, en parte, a la idiosincrasia del trabajador japonés. Asimismo es necesario remarcar que en Japón, todos estos sistemas de fabricación son en general más sofisticados y voluminosos.

A la hora de evaluar los resultados reales obtenidos, después de la instalación de un sistema de automatización avanzada como los descritos, conviene ser sumamente prudente, ya que algunos datos no son reales. No obstante se han demostrado, en todos los casos, mejoras evidentes, en particular cuando se ha realizado una planificación exhaustiva a largo plazo en la que todo, incluyendo la dirección, han participado.

La Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas, ha desarrollado un estudio y evaluación de los sistemas FIC y FMS existentes en el mundo. Los resultados:

- **Costes Laborales:** reducción del 30%
- **Costes de Material:** ahorro entre 13-15%
- **Inventario y trabajo en progreso:** reducción del 50%
- **Plazo de entrega:** reducción sustancial en torno del 40%
- **Rendimiento maquinas:** aumento del 30%
- **Máquinas-herramienta:** reducción del 80%.

Se han producido incrementos en equipamiento auxiliar:

- **Superficie Taller:** reducción del 50%
- **Beneficios:** aumento entre 100 y 300%

Asimismo este estudio ha constatado una mejor calidad del producto y una flexibilidad menor de lo esperado. Algunos casos de sistemas de automatización avanzada FIC, son por ejemplo: Yamazaki Machinery Company (Japón). El sistema de fabricación desarrollado para la fabricación de máquinas-herramienta tuvo un coste de 18 millones de dólares.

Los beneficios obtenidos según la empresa son: el número de máquinas-herramienta se redujo de 68 a 18, el número de empleados se redujo de 215 a 2. Asimismo, la superficie de taller pasó de 103.000 pies cuadrados a 30.000. Otro dato muy significativo fue el tiempo total de producción, que pasó de 35 días a 1,5. Según la empresa, el ahorro obtenido después de 2 años de funcionamiento ha sido de 6,9 millones de dólares. (54) Messerschmitt-Bolkow-Blohm (MBB) (Alemania). Esta empresa alemana fabrica la sección central del avión de combate Tornado. El sistema FMS desarrollado consta de 28 máquinas-herramienta muy sofisticadas y de todos los subconjuntos funcionales típicos de un verdadero FMS. Según la empresa se han conseguido beneficios muy notables. El porcentaje de utilización de las máquinas-herramienta ha llegado al 75%. Los tiempos totales de producción de un Tornado es de 18 meses frente a los 30 meses de la factoría tradicional.

- Este sistema FMS ha producido además las siguientes reducciones:
- | | |
|-----------------------------------|-------|
| • Máquinas-Herramienta: | 52,6% |
| • Mano de obra: | 52,6% |
| • Superficie taller: | 42% |
| • Tiempo total producción: | 52,6% |
| • Coste herramientas: | 30% |
| • Costes totales anuales: | 24% |
| • Inversión capital: | 10% |

Además han aparecido otros muchos beneficios no cuantificables como la mejora de calidad del producto, menor riesgo de accidentes, mayor trabajo intelectual y una mejor calidad del trabajo de los operarios.

The International-Hough Division of Dresser Industries, Inc. E.E.U.U.). Esta empresa instaló un sistema FMS, con un coste de 7 millones de dólares, para fabricar cajas de los tractores oruga. Este sistema necesita exclusivamente dos operarios, para trabajar a plena producción, en cada turno.

- El sistema FMS desarrolla 17 operaciones diferentes de mecanizado para 10 piezas.

Los beneficios?

- | | |
|--|--------------------------|
| • Tiempo utilización de máquina: | mejora del 30% |
| • Tiempo producción: | reducción del 80% |
| • Inventario piezas en proceso (Tiempo): | reducción de 30 a 6 días |

Nihata Engineering Company (Japón). Este sistema de producción se puso en servicio en 1981, dedicado a la fabricación de cabezas de cilindro para motores diesel marinos. Fabrica 30 tipos diferentes de piezas en lotes de 6 a 30 piezas. El sistema funciona a pleno rendimiento 21 horas al día, incluyendo operación desatendida por la noche. (55)

Los beneficios obtenidos por la empresa muestran realidades en términos de elevación de la productividad:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| • Máquinas-herramienta: | reducción de 31 a 6 |
| • Mano de obra directa: | reducción de 31 a 4 |
| • T. de utilización de las máquinas: | aumento de 9 a 21 horas/día |
| • T. total de producción: | disminución de 16 a 4 días |

4.- El cambio científico y tecnológico y sus efectos sobre el trabajo y el empleo.

En este punto vale destacar cuatro elementos, aunque no se trata de una discusión amplia, es necesario mencionarlos.

- A).** La naturaleza del cambio científico y tecnológico que está viviendo intensamente el mundo capitalista industrializado desde hace más de una década y el impacto en nuestro medio.
- B).** Cómo emerge el cambio científico y tecnológico en la sociedad y qué es lo que implica de nuevo.
- C).** Cambios en el nivel del empleo.
- D).** Efectos en la calificación del trabajo.

A). La naturaleza del cambio científico y tecnológico.

La noción de cambio científico y tecnológico, es demasiado general y abarcante, con lo cual se dificultaría el análisis. Convendría emplear primero el concepto de **innovación tecnológica** y precisar luego que dentro de ésta se pueden distinguir por una parte las **nuevas tecnologías** y por otra parte las **innovaciones organizacionales de gestión**.

Las nuevas tecnologías comprenden a su vez numerosas innovaciones que van transformando rápidamente el sistema productivo: la energía nuclear, los nuevos materiales, la biotecnología, la industria aeroespacial, las telecomunicaciones, la informática, etc. Las innovaciones organizacionales y de gestión incluyen los cambios en cuanto a la organización de la producción, la organización del trabajo y las formas de administrar la producción y la fuerza de trabajo. Con frecuencia se ha hecho notar que si bien la naturaleza de dichas innovaciones es heterogénea, a menudo varias de ellas se dan juntas dentro de una misma organización y que sería incorrecto pensar que las innovaciones organizacionales y de gestión tienen poco poder transformador. Nuestra opinión es exactamente la contraria. (56)

En esta parte, la innovación tecnológica se refiere a las nuevas tecnologías y de manera casi exclusiva a las nuevas tecnologías informatizadas (NTI).

Los ciclos de las innovaciones tecnológicas se recortan cada vez más y son muy diferentes respecto de la primera revolución industrial: ésta requirió casi dos siglos para transformar totalmente la economía y la sociedad de los países que hoy en día son industrializados, mientras que las nuevas tecnologías informatizadas (NTI) en sólo un cuarto de siglo van a producir cambios de igual o mayor magnitud. **Esto es particularmente cierto al referirse a sus efectos sobre el empleo y las calificaciones profesionales.**

B) El cambio en la naturaleza del empleo

De esta conjunción entre las innovaciones tecnológicas y las organizacionales especialmente en cuanto a la gestión de la producción y de la fuerza de trabajo, surge una modificación profunda de los anteriormente llamados "verdaderos empleos" caracterizados por la seguridad, la rígida clasificación de los puestos, la permanencia, la homogeneidad de las formas de contratación, la indexación automática de las remuneraciones y la estabilidad. Desde mediados de la década 1970-80, esos "verdaderos empleos" constituyen una fracción decreciente de la fuerza de trabajo ocupada. Los nuevos empleos son

progresivamente cada vez más de carácter precario, inestables, con formas particulares de contratación, desenganchados-desindexados respecto de la inflación y se exige la polivalencia y la pluriactividad, para responder a los cambios en la demanda. Los nuevos empleos se caracterizan entonces por su flexibilidad potencial. Las NTI contribuyen de alguna manera a reforzar la nueva naturaleza de los empleos emergentes, cuyos trazos derivan esencialmente de la crisis. Las nuevas tecnologías contraen la tendencia a la recalificación, no solamente a la adaptación vía capacitación y re-entrenamiento, sino el cambio o relevos de calificaciones. Por ende, se trata de modificaciones en las categorías, los puestos, funciones, rotación, ingresos, producto de la revolución productiva en el proceso de trabajo.

C) Cambios en el volumen del empleo

Además del cambio en la naturaleza del empleo se puede analizar el cambio en cuanto al volumen y a las calificaciones profesionales de los empleos involucrados por la introducción de las NTI. Sobre el primer aspecto hay una gran discusión, que a menudo está mal planteada porque se ha instaurado una cierta confusión.

Las funciones de las NTI y sus efectos sobre el nivel de empleo difieren considerablemente, ya sea que se trate de generar nuevos productos o de generar nuevos procesos productivos. Hay productos que tienen un ciclo que es susceptible de agotarse provocando su obsolescencia, natural o acelerada. Las NTI pueden facilitar la innovación en cuanto a la naturaleza misma de los productos, para responder a nuevas necesidades o a las modas. Por otra parte, para incrementar la productividad o mejorar la calidad de los mismos productos, se introducen nuevos procesos productivos más eficientes y económicos. Las NTI constituyen un componente esencial del sistema productivo que incorpora nuevos procesos, especialmente cuando la competencia se hace más áspere e intensa. Pero si bien las innovaciones provocadas por las NTI en cuanto a los productos generan nuevos empleos, que pueden o no compensar totalmente los empleos destruidos a causa de la obsolescencia de los viejos productos, las innovaciones en cuanto a los procesos productivos, tienen por lo general un efecto predominantemente destructor de puestos de trabajo y de empleos.

Hay también que distinguir entre los efectos derivados de las diversas modalidades de informatización. En la década de los años 1960-70, la informática era de carácter centralizado y se manifestaba en los grandes "Centros de Cómputos de Datos", donde predominaba una organización taylorista del trabajo, con una fuerte división entre tareas de concepción y de ejecución, provocando la desaparición de numerosos puestos de trabajo y de empleos dentro de la organización informatizada.

Posteriormente, cuando a comienzos de la década de los 80's aparecen las pantallas videotermiales y consiguientemente las PC, se hace posible la descentralización, que generó nuevos puestos de trabajo y empleos, de una naturaleza diferente que en el caso de los grandes centros de cómputos. En la actualidad, la modalidad que va predominando es la informática distribuida e interactiva, con una arquitectura en forma de red, y se está muy lejos aún de constatar sus límites para generar nuevos puestos de trabajo y de empleos.

Los efectos son también diferentes según sea el sector de la empresa que se informatiza: una cosa es lo que sucede con la burótica y otra con la robótica o con los sistemas de manufactura flexible. La burótica distribuida e interactiva tiene una gran capacidad para generar nuevos puestos de trabajo y de empleos.

Si bien las diversas innovaciones tecnológicas provocan la modificación o la supresión de puestos de trabajo--pues en buena medida para eso es que se crearon y se implantan--, ello no es sinónimo de una inmediata desaparición de empleo.

Los trabajadores cuyos puestos desaparecen pueden ser despedidos, pero por lo general son asignados a otras tareas, son reconvertidos profesionalmente o son rotados de puestos dado que los empresarios quieren retenerlos debido a sus conocimientos y experiencias y no quisieran tener que volver a reclutar personal en el momento de incrementarse la demanda. Por esa razón y cuando hay un verdadero excedente de fuerza de trabajo los empresarios recurren al despido sólo como una última opción: primeramente estimulan las jubilaciones anticipadas o los retiros voluntarios y las renunciaciones que dan lugar a jugosas indemnizaciones o primas. Por ejemplo, si tomamos las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social en Argentina; en la década pasada, los despidos que han sido declarados como causados por las innovaciones tecnológicas no ascienden al 2%. En parte la explicación se debe también al hecho de que el proceso de informatización es relativamente lento, tardío y heterogéneo si se lo compara con lo que sucede en Brasil o México.

Los efectos pueden también ser clasificados entre directos e indirectos, pero pareciera que sólo los directos y al nivel de los puestos de trabajo llaman la atención de los economistas cuando llega el momento de hacer la contabilidad de los empleos destruidos y generados.

Se hace un cálculo fácil, multiplicando el número de equipos informatizados por los puestos de trabajo eliminados al introducirse el primero de aquéllos. Pero se ignora que pueden generar otros puestos y empleos en otras secciones de la empresa o fuera de ella, debido precisamente a dicha innovación. Con frecuencia, la rama de actividad industrial que agrupa a las empresas fabricantes de esos equipos se cuenta entre las que tienen las más altas tasas de crecimiento de la población y del empleo.

Las empresas que introducen dichas innovaciones suelen mejorar sus posiciones relativas dentro del mercado nacional o internacional. Si logran reducir sus costos y aumentar la calidad, las NTI estarán normalmente en el origen de la generación de empleos que derivan del incremento de la demanda, aun cuando aquéllos no varíen de manera directamente proporcional a la producción. Por otra parte es bastante conocido el proceso inverso: las empresas que no han podido modernizarse mediante la informatización, y no innovan en cuanto a los productos (sustituyendo los que devienen obsoletos), ni incorporan nuevos procesos productivos más eficientes, van a perder posiciones relativas en un mercado cada vez más competitivo, poniendo en peligro la continuidad de la empresa y con ello los puestos de trabajo y empleos inherentes. Las empresas que han sobrevivido y han resistido mejor a la crisis son con frecuencia las empresas innovadoras, mientras que son numerosas las empresas que desaparecieron junto con sus empleos, por causa de su obsolescencia.

Los pocos estudios macroeconómicos disponibles que utilizan las técnicas de insumo-producto para analizar a mediano plazo las repercusiones globales de las NTI sobre el empleo (el de Leontieff, para los Estados Unidos y el de la Universidad de Warwick, para Gran Bretaña) de ninguna manera presentan una visión catastrófica, sino todo lo contrario. Pero el problema es que la realidad en la tecnoglobalización es otra: el empleo no es ya signo de plena producción, ahora las variables caminan en sentidos opuestos, el desempleo es condición para la recuperación de la tasa de ganancia con base en el crecimiento del ejército industrial de reserva y por ende en las masas salariales hacia la baja.

D) Los cambios en las calificaciones profesionales

Los efectos de la introducción de las NTI son mucho más importantes a mediano y a corto plazo. Se exigirá a los nuevos trabajadores: una más elevada escolaridad formal; una aptitud y actitud favorables a la polivalencia y a la movilidad interna entre diversos puestos y secciones de la empresa; la capacidad para realizar actividades cognitivas más simbólicas y abstractas; el uso simultáneo de tres idiomas de trabajo (el lenguaje natural, el lenguaje de la máquina y de los programas, el inglés, etc.); la aptitud para concentrarse, tener

una visión de conjunto y sistémica del proceso productivo y para anticipar, con el objeto de evitar los incidentes o de adoptar rápidamente y de manera autónoma decisiones para resolver problemas; la capacidad y actitud favorable para seguir aprendiendo a lo largo de la vida activa para reconvertirse (flexibilidad en la calificación) cada vez que sea necesario; una participación activa en los operativos de control de calidad y particularmente en cuanto a la producción de la calidad, ser confiables...

Es obvio que el nuevo perfil de los trabajadores que operen los equipos informatizados, o que trabajen relacionados con ellos, será muy diferente que el del obrero manual tradicional. Esto significa entonces que la composición humana de las organizaciones sindicales, las orientaciones y reivindicaciones de las mismas, las características de quienes serán electos como delegados directivos, van a cambiar sustancialmente en unos pocos años.

Capítulo IV.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

1.-La tecnología y su transferencia.

1).-Cómo definir a la tecnología cuando se transfiere.

Todavía, en el año de 1995, el empresario busca la tecnología con base en los métodos de hace 15 años, es decir, va a comprar directamente al mercado mundial, con un proveedor, feria o exposición, pero adquiere los tornillos y el aparato, sin los conocimientos, ni todas las fases tecnológicas, por lo que en lugar de avanzar para llegar a la innovación desde esa tecnología, ocurre un estancamiento sumado a la improvisación y agregado de capital fijo hechizo.

Pero el problema no es únicamente ese, sino la dependencia en espiral de la tecnología, así como la confirmación de la especialización productiva por países de acuerdo a la nueva división del trabajo y, con ello, cada país tiene acceso a tecnología de punta, pero en las fases de su especialización y tal vez en algunas que desarrollen como ventajas competitivas con transferencia de tecnología o bien desarrollo interno. Empero, el sueño de la autarquía tecnológica realmente es eso, un sueño.

Normalmente se entiende por tecnología la maquinaria y otras formas de "componentes físicos". Sin embargo, es más que eso. Tiene que ver con los conocimientos necesarios para producir bienes o servicios específicos. Parte de estos conocimientos están incorporados en las máquinas pero la mayor parte está en actitudes humanas, métodos de gestión administrativa, tareas habituales y estructuras orgánicas.

De este modo la tecnología es el archivo oculto (por que nunca se adquiere con la compra de máquinas) de conocimientos (técnicos o de administración) que permite la adopción de nuevos productos o procesos; la técnica difiere de la tecnología en que la primera es un método de producción en un momento dado que está definido por el equipo y el método de gestión administrativa que se usan, en tanto que la segunda es la totalidad de los conocimientos usados en la producción.(1)

Al final de la década de los 70's los estudios de casos de transferencia de tecnología parecían estimular actividades innovadoras realizadas por empresas nacionales en América latina (Fransman y King, 1987). Las formas en que las empresas asimilaban y adaptaban tecnología importada revelaron que el proceso por parte de la empresa exigía dar la cara a problemas que en la mayoría de las ocasiones no podía resolver el proveedor. esto se agudizaba cuando las condiciones del país eran diferentes en condiciones de producción, investigación y desarrollo, personal calificado, laboratorios industriales, que en otras palabras, generaban un nuevo anillo de la espiral de dependencia (Marini, Ruy Mauro; Dialéctica de la Dependencia) . En consecuencia,, la asimilación de tecnología suponía un proceso de cambio tecnológico que dio (y da) como resultado la aparición de procesos productivos y productos que nada tenían que ver con los de los países desarrollados. (2)

2). Cómo entender el proceso de transferencia de tecnología.

Las condiciones para la asimilación y un proceso acabado de transferencia varían de país a país, el problema es que se lleva a cabo en términos generales, de manera práctica, el aprendizaje por ensayo y error, amén de la necesaria concepción del desarrollo de capital humano, el problema es que nunca alcanzan las fases y los costos crecen, mientras las productividad internacional es decreciente bajo ese esquema de transferencia. (3)

La transferencia de tecnología se refiere al proceso de adquirir capacidad tecnológica desde el exterior y comprende tres etapas:

- i) La transferencia de tecnologías existentes para producir bienes y servicios específicos;
- ii) La asimilación y difusión de esas tecnologías en la economía receptora, y iii) El desarrollo de la capacidad nacional de innovación. Por lo tanto, la transferencia de tecnología no se completa adquiriendo conocimientos técnicos (información incorporada en planos o manuales operativos) o los medios de llevarla a cabo, como los bienes de capital. La transferencia de tecnología sólo se completa cuando el país receptor alcanza una comprensión cabal de la tecnología o ha adquirido la capacidad tecnológica para usarla eficazmente.

Ello exige la capacidad de adaptar y modificar la tecnología a las condiciones del país y mejorarla mediante la innovación. La capacidad tecnológica se puede alcanzar mediante la formación de capital humano, y está vinculada con la educación, la capacitación laboral, la experiencia y los esfuerzos específicos para entender, adaptar o mejorar la tecnología o para crearla. La mejor tecnología es la que lleva a usar de manera óptima los recursos disponibles, a elevar la productividad, proteger el medio ambiente, y posibilite la formación de recursos humanos. (4)

3).-Diferentes rostros de la transferencia de tecnología

Las corporaciones multinacionales continúan siendo la fuente principal de tecnología industrial en el mundo y los actores más importantes en la transferencia internacional de tecnología, acentuada con la globalización. Las inversiones extranjeras directas han sido tradicionalmente la modalidad principal por medio de la cual las corporaciones multinacionales han transferido tecnología a los países en desarrollo, pues suponen la propiedad directa y continua de la tecnología.

La corporación multinacional mantiene el control de su tecnología porque forma parte de los "activos intangibles" de las empresas; dichos activos (como los derechos de propiedad industrial, conocimientos técnicos no patentados, conocimientos de comercialización, etc.) dan a la empresa una ventaja competitiva sobre otras. (5)

Esto apunta a una transferencia limitada de tecnología por la vía de las inversiones extranjeras directas, ya que las empresas transnacionales se resisten a compartir sus activos intangibles. O bien a través del mecanismo clásico mencionado, de quien ha descubierto "lo último" en tecnología al visitar a algún país o empresa directamente, sin evaluación, ni otras fases de la transferencia como veremos adelante.

La transferencia de tecnología se hace principalmente a través del establecimiento de industrias vinculadas al país receptor, o mediante el envío a las empresas del país de personal capacitado en comisión de servicio. Sin embargo, desde fines del decenio de 1970, han cobrado importancia otros mecanismos. Las corporaciones multinacionales ahora, pero empresas transnacionales antes de los 80's, intensifican su uso de operaciones conjuntas y transacciones distintas de las contribuciones al capital social, como las siguientes:

- i) acuerdos de licencia;**
- ii) acuerdos de concesión;**
- iii) contratos de administración;**
- iv) contratos de comercialización;**
- v) contratos de servicios técnicos;**
- vi) contratos llave en mano, y**
- vii) subcontratos internacionales.**

El abanico de actividades empresariales internacionales se enmarca en la expresión "nuevas formas de inversión". Según Omán (1989), estas nuevas formas de inversión tienen un denominador común: una compañía extranjera proporciona activos (por ejemplo, equipos y tecnología) para un proyecto de inversión o empresa en un país receptor, pero los intereses en el país receptor mantienen una participación mayoritaria o el control total del proyecto de inversión o empresa.(6)

Las nuevas formas de inversión cobraron importancia a partir de la rápida expansión de las empresas transnacionales a fines de los decenios de 1960 y 1970. Con ello aumentó la competencia mundial entre los exportadores de tecnología, lo que permitió a los gobiernos de los países en desarrollo promulgar leyes restrictivas que limitaban el establecimiento de subsidiarias de las empresas transnacionales en propiedad absoluta. Muchos gobiernos vieron en las nuevas formas de inversión un modo de intensificar el control de la producción por el país receptor y de incrementar la transferencia de tecnología. No obstante, en la actualidad hay tendencia en la mayoría de los países en desarrollo a liberalizar las políticas relativas a las inversiones extranjeras directas, con el fin de aumentar sus flujos.(7)

El recorte del acceso al crédito y los agudos problemas de balanza de pagos a que se enfrentan muchos países han tenido como consecuencia una necesidad de inversiones que se sobrepone a las inquietudes que existían respecto de la participación en el capital social. Además, y en forma muy generalizada, las inversiones extranjeras directas se consideran la fuente más importante de tecnología nueva y el camino principal de acceso a los mercados internacionales de exportación, ambos recursos se necesitan con urgencia para incrementar la competitividad internacional.

Las nuevas formas de inversión seguirán cobrando importancia en los países en desarrollo. En primer lugar, algunos de los más grandes y más industrializados ya han establecido una considerable capacidad nacional de gestión administrativa, tecnología y producción de equipos y por lo tanto están en condiciones de adquirir y negociar activos específicos suministrados por proveedores extranjeros.

En segundo lugar, un gran número de empresas transnacionales se han dado cuenta de que una participación minoritaria e incluso una posición de no participación en el capital social no significa necesariamente un control insuficiente de los activos intangibles (por ejemplo, la tecnología). Un número creciente de corporaciones multinacionales comprueban que pueden obtener atractivos ingresos de la venta de activos intangibles sin tener que financiar los proyectos de inversión, lo que significa menos riesgos comerciales y políticos que las inversiones extranjeras directas.

Esto funciona así cuando el socio en el país receptor está en condiciones de hacer una valiosa contribución, la tecnología es de eficacia comprobada y estandarizada, o es de interés secundario en relación con las principales actividades en que participa la empresa transnacional (8). Por otra parte, las empresas pequeñas y medianas con sede en los países de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que no cuentan con los recursos para emprender una operación de inversión extranjera directa usan las nuevas formas de inversión como estrategia para internacionalizar sus actividades y competir con las principales empresas transnacionales y los que encabezan la participación en el mercado (Omán, 1989).

Con base en lo anterior, es necesario reflexionar sobre las posibilidades de las nuevas formas de inversión para lograr una real transferencia de tecnología hacia las empresas de los países en desarrollo y, de ser afirmativa la respuesta, qué capacidad de absorción de la tecnología tienen las empresas receptoras.

4).-Cambio tecnológico y transferencia en los países dependientes.

Las empresas de los países dependientes son, en términos generales, receptores pasivos de tecnología proveniente de las corporaciones multinacionales. En medio de la economía de subsidio y de protección, a través de barreras comerciales, dichas empresas carecían de incentivos para emprender una activa estrategia orientada a aumentar la productividad por medio de las innovaciones. La tecnología se compraba a las empresas transnacionales porque era más rápido que crearla en el país, y los altos costos de la tecnología importada se podían traspasar a los consumidores, lo cual es congruente con la tesis de ganancia y crecimiento vía precio y no productividad mediante I+D (investigación y desarrollo), por lo tanto esta es una brecha de investigación de los factores de la inflación.

Los problemas del desarrollo tecnológico en el Tercer Mundo enfocaron los problemas asociados con la transferencia de tecnología desde los países más ricos a los más pobres, con especial énfasis en el costo y conveniencia de la tecnología transferida. Se planteaba que los países receptores pagaban un precio demasiado alto debido a su débil posición de negociación frente a los proveedores.

Las empresas nacionales carecían de información acerca de otras opciones de producción y no conocían el verdadero valor de la tecnología, debido a las características especiales del mercado del rubro. Como lo señaló Arrow (1971), la paradoja fundamental de ese mercado era que el comprador no conocía el valor de la tecnología hasta contar con la información, cuando en efecto ya lo había adquirido sin costo.(9)

Los resultados: la tecnología no encajaba en las necesidades y recursos del país y era usada a veces, en forma ineficiente por los países receptores. Se suponía además implícitamente que la tecnología importada inhibía y sustituía los esfuerzos nacionales de innovación en los países en desarrollo.

Algunos hablan de finales de los setentas, otros a principios de los ochentas, lo cual es en sí mismo una diferencia sustancial ya que en el plano empresarial se apuntaba a una relación más dinámica en la que la transferencia de tecnología en determinadas circunstancias podría estimular actividades innovadoras realizadas por las empresas nacionales (Fransman y King, 1987) y con ello, empieza en realidad el camino a la globalización vía la regionalización ó subregionalización hacia 1985. Los receptores tenían que acudir con el proveedor una y mil veces para asesoría y compra de refacciones y el proveedor no podía resolver el problema.

El proceso para adquirir capacidad tecnológica es muy incierto y no deriva automáticamente de la simple experiencia de producción (aprendizaje por la práctica). No se puede esperar que el mero hecho de emprender un tipo específico de producción dé origen a un proceso de aprendizaje y a la creación de la capacidad de mejorar las formas de llevar a cabo dicha producción. En cierta medida, el aprendizaje por la práctica es claramente una necesidad en muchas fases del desarrollo tecnológico. No obstante, no parece ser suficiente para mantener el progreso a través de todas las fases. Aunque el aprendizaje por la práctica es sólo uno de tantos mecanismos para aumentar la capacidad tecnológica.

Pero tal vez más importante, para lograr una asimilación eficiente y global de la tecnología importada es la inversión explícita en capital humano (capacitación del personal y contratación de asesores), que crear la capacidad de cambio y adaptación.

El desarrollo de la capacidad de asimilar y adaptar con buen éxito la tecnología importada (aumentando así la productividad) depende de una activa estrategia de la empresa receptora orientada a adquirir tecnología.

La estrategia y formas de la transferencia varían entre países, sectores y empresas, pero parece haber un alto grado de acuerdo en el sentido de que las estrategias para una activa transferencia de tecnología deben comprender los siguientes elementos y fases: evaluación de la tecnología; asimilación y adaptación de la tecnología a las condiciones locales; difusión de la tecnología, e innovación.

A) Evaluación de la tecnología

La tecnología única, rara vez es la mejor para todas las circunstancias. La dotación nacional de los factores de la producción varía, al igual que la índole de los insumos intermedios. Por lo tanto, al elegir entre diversas tecnologías, las empresas receptoras deben hallar la más adecuada, es decir, la que hace uso óptimo de los recursos disponibles y esto es uno de los grandes principios relacionados con la transferencia y uso de tecnologías. No se trata de un término estrictamente económico, de eficiencia, de la capacidad productiva y aprovechamiento de materias primas.

Es indispensable que el uso de tecnologías lleve implícito el uso racional de los recursos naturales y evite la degradación del medio ambiente. Muchos paquetes tecnológicos (o parte de ellos) son transferidos desde los países centrales o desde potencias medianas, hacia otros menos desarrollados, en la medida que allá no son autorizados por mayor desarrollo legal en protección ecológica, por ejemplo.

Por lo tanto, en los de "acá" se usan como quiera que sea...Y recientemente se usa como la gran invención conceptual y metodológica desde la patagonia hasta el río Bravo, el concepto de "desarrollo sustentable" que no existe en español, solamente existe sostenible; que es eso, crecimiento con protección ecológica y uso racional de los recursos naturales...vaya! En inglés apareció en 1990 bajo el nombre de "sustainable development".

El primer paso consiste en evaluar y seleccionar una tecnología con base en las necesidades y condiciones del país. Esto es fundamental en los países dependientes en los que las necesidades y condiciones son con frecuencia muy Diferentes de las que existen en los países que suministran la mayor parte de la tecnología (10). Determinar dichas necesidades y condiciones origina beneficios que parecen bastante obvios y sin embargo muchos proyectos de inversión de

los países en desarrollo no lo hacen; esto constituye un problema reiterativo que socava muchas inversiones en dichos países. Las limitaciones más habituales ocurren en los campos de la energía, el transporte, el capital, la mano de obra calificada y el suministro de materias primas y otros insumos intermedios.

El segundo paso consiste en indagar acerca de las tecnologías asequibles en el mercado internacional. Para ese fin es necesario obtener amplia información sobre los diferentes proveedores de tecnología, pero este procedimiento a menudo se pasa por alto debido a los considerables costos y a las aptitudes necesarias. Demás está decir que no hacerlo tiene consecuencias que a la larga resultan muy costosas. (11)

El tercer paso estriba en una estimación de los beneficios y costos que van aparejados, usando precios que reflejen adecuadamente las carencias relativas (12). Ello supone fundamentalmente consideraciones económicas, pero también se podrían analizar los aspectos sociales y ambientales.

El cuarto paso significa decidir si la capacidad que se puede adquirir a través de la experiencia con diferentes tecnologías permitirá a la empresa hacer mejoras e innovaciones en el futuro con el propósito de aumentar la productividad o desplazarse hacia nuevas actividades. Algunas tecnologías abren mayores posibilidades que otras.(13)

B) Asimilación y adaptación de la tecnología a las condiciones del país.

Una vez que se haya hecho una adecuada estimación de las diferentes posibilidades tecnológicas. Idealmente hablando, la empresa debe avanzar hacia la fase de asimilación y adaptación de la tecnología seleccionada a las condiciones del mercado nacional. A menudo, las empresas experimentan con más de una tecnología antes de hacer su selección tecnológica final.(14)

El objetivo es entender la tecnología y "ajustarla" a la situación local. El desafío es aprovechar las condiciones locales de oferta y demanda para mejorar la productividad y la competitividad internacional. Esta fase entrañará con toda probabilidad innovaciones y modificaciones leves de la tecnología para aumentar la productividad, reducir los costos, extender la capacidad o mejorar la calidad. Muchas empresas no logran una suficiente comprensión y eficaz adaptación de la tecnología extranjera antes de iniciar la producción comercial en gran escala. Las consecuencias pueden ser una baja productividad, pérdida de la competitividad y desarrollo insuficiente de la capacidad tecnológica de innovar y superar las faltas de continuidad relacionadas con la producción.

Las limitaciones a que se enfrentan las empresas durante esta importante fase del proceso de transferencia tecnológica son, por regla general, la falta de personal idóneo y la carencia de laboratorios adecuados e instalaciones para pruebas. Otro problema es que la adaptación de la tecnología puede ser un proceso muy largo y por ello costoso, puesto que la producción inicial con la nueva tecnología es baja. Las empresas de los países dependientes no tienen condiciones para enfrentar los tiempos y recursos necesarios en ese proceso, ya que en caso de llevarlo a cabo, quedarían fuera de la competencia media, por la sencilla razón de hacer una inversión en capital fijo que requiere un trabajo extra, inversión extra de adaptación, mientras los competidores avanzan con nuevas tecnologías en el mercado y suben un escalón en la innovación y la productividad.

La empresa receptora en el país dependiente logra su nuevo nivel de productividad cuando ya está por debajo de la productividad media. Se compensaría con un trabajo de investigación como tecnología de reversa y desarrollo, adaptación, asimilación e innovación local, pero las condiciones son precarias para ello, si comenzamos con el financiamiento en esta materia dada las restricciones de liquidez actual internacional y especialmente para América Latina. (15)

C) Difusión de la tecnología.

Cuando la empresa ha alcanzado suficientes conocimientos de las posibilidades de la tecnología y ha adquirido alguna experiencia en cuanto a su uso, la tecnología puede difundirse en mayor escala. Además, una difusión eficaz exige que se conozcan empresas de construcción idóneas y que se cuente con una capacidad administrativa pertinente, con suficiente aptitud para negociar con las autoridades locales y con recursos económicos para adquirir un emplazamiento de producción adecuado.

D) Políticas de difusión de la tecnología.

Conviene detenerse un momento a detallar la importancia de la difusión de la tecnología y el papel de las políticas gubernamentales. (16)

Políticas gubernamentales que afectan la adopción de la tecnología:

- 1) Son las Políticas que afectan el ambiente económico general. Ej.: Políticas diseñadas para inducir cambios en los niveles de ventas y en los precios de los insumos.
- 2) Políticas que afectan el status tecnológico de los bienes y servicios disponibles. Ej.: Políticas para mejorar la calidad y la cantidad de la base tecnológica.

- 3) Políticas para facilitar el acceso a la base tecnológica. Ej.: Políticas diseñadas para captar mercados para los productos tecnológicos.
- 4) Dirigir políticas de creación de mercados.

Características para las Iniciativas de difusión tecnológica.

- 1) Los programas varían en función de si se está difundiendo un artefacto o si se está promoviendo una estrategia.
- 2) La mayoría de los programas tienden a crear mercados para los productos y servicios tecnológicos, pero también debe haber otros dirigidos a otros puntos de la cadena de innovación.
- 3) La mayoría de las iniciativas están dirigidas a tecnologías específicas y a las necesidades comunes de los usuarios.
- 4) Algunas de las iniciativas reconocen la importancia de tener objetivos empresariales y tecnológicos al mismo tiempo.
- 5) Los subsidios directos son usados por la mayoría de las iniciativas.
- 6) Todos los países tratan a la difusión tecnológica como un medio para mejorar el desempeño económico nacional, y no como un fin en sí mismo.

Características de los programas de intervención directa que promueven la efectividad.

- 1) Las actividades de transferencia de tecnología efectivas usan servicios de asesoría, consultoría y extensión.
- 2) Las actividades de difusión de la información sin blancos específicos son relativamente ineficientes.
- 3) El desarrollo de los recursos humanos es necesario para promover la investigación tecnológica.

Mecanismos para promover la difusión: menos directos pero muy importantes.

- 1) Asistencia financiera para el desarrollo de tecnologías específicas.
- 2) Establecimiento de centros de desarrollo tecnológico en las universidades.
- 3) Incentivos fiscales para promover la inversión en nuevas tecnologías.
- 4) Inversiones en infraestructura.

Recomendaciones para la forma de llevar a cabo programas de difusión:

- 1) Los instrumentos de política no deben ser los mismos para las empresas grandes que para las chicas. Tienen diferentes necesidades y diferentes cantidades y tipos de recursos disponibles.
- 2) Las acciones de política deben tomar en cuenta las prioridades de los consumidores empresariales. Así, los programas deben ayudar a los consumidores finales a lograr sus prioridades estratégicas o metas empresariales.
- 3) Debe existir una buena calidad en la comunicación. Los hacedores de política rara vez tienen una segunda oportunidad para difundir su mensaje si fallaron la primera vez.

E) Innovación.

Los esfuerzos para asimilar y adaptar la tecnología a las condiciones nacionales no solo pueden sino deben generar innovaciones en menor o mayor grado (invención de nuevos dispositivos, productos y procesos de producción o mejoras de la tecnología existente). Sería correcto hablar de un proceso de innovación 'progresivo' o 'evolutivo', para distinguirlo de las innovaciones más radicales (17). Sin embargo, como lo revelan los estudios de casos antes mencionados (véase Fransman y King, 1987), el proceso de innovación (cambio técnico) no avanza a un ritmo constante o en dirección uniforme. Las innovaciones a menudo serán el resultado de los esfuerzos por superar las limitaciones a la capacidad de producción de la empresa.

5).- Comentarios.

Un proceso de transferencia de tecnología bien lograda depende de la decisión de la empresa receptora para invertir tiempo, recursos humanos y económicos en evaluar y poner a prueba la tecnología, capacitar al personal y contratar asistencia técnica. Aun así, el proceso es muy incierto y la tecnología adquirida no siempre acrecienta la capacidad tecnológica de la empresa.

El problema es que muchas empresas, especialmente en sus años de formación, carecen de la experiencia y de los recursos financieros para llevar a cabo la necesaria evaluación, adaptación, difusión y modificaciones de la tecnología importada.

En la siguiente sección se definen las características de las empresas de servicios técnicos y los tipos de servicios que ofrece, para ver cómo podrían brindar una solución a las barreras que se oponen a la transferencia de tecnología.

2.- Características de las empresas de consultoría Técnica.

Las empresas de servicios técnicos son organizaciones que recopilan, organizan, coordinan y aplican conocimientos para fines de inversión y producción. Se caracterizan por un enfoque flexible y multidisciplinario de esa actividad. Los servicios proporcionados para la formulación o ejecución de un proyecto de inversión pueden ser de índole técnica, económica, financiera, legal, ambiental o institucional.

Según Roberts (1973, p.11), las actividades de las empresas de servicios técnicos pueden definirse como "el conjunto de métodos y estructuras institucionales que permiten que los conocimientos pertinentes de carácter científico, técnico y económico puedan recopilarse y convertirse en diseños e instrucciones para la realización de proyectos específicos". Por lo tanto, el papel de estas empresas es mantenerse al día y acumular conocimientos tecnológicos para el diseño y la ejecución de proyectos nacionales de inversión. El examen de dichas empresas que se hace a continuación define los límites de la gama de actividades que pueden describirse como servicios técnicos.(18)

1).- Tipos de servicios ofrecidos por las empresas de servicios técnicos

Los servicios ofrecidos por estas empresas se articulan bajo los rubros de **servicios de preinversión, servicios vinculados a los procesos y de tecnología, servicios de ejecución de proyectos, servicios de adquisiciones e inspección y, finalmente, servicios de funcionamiento y mantenimiento.** (19)

Esta clasificación es útil porque refleja las diferentes fases de un proyecto de inversión. Los servicios pueden clasificarse como sigue:

A) De preinversión

La primera etapa de un proyecto de inversión exige estudios de factibilidad económica y tecnológica. También serán pertinentes a menudo los estudios de los efectos sociales y las consecuencias ambientales.

La realización de estos servicios precisa de un equipo interdisciplinario, que esté al tanto de la tecnología a que tiene acceso el proyecto, y tenga información sobre métodos de optimización económica y la capacidad de llevar a cabo análisis de mercado y de productos.

El resultado será por regla general un informe que evaluará diferentes posibilidades de elección de tecnología y que tendrá también en cuenta aspectos financieros, económicos y sociales. El informe constituye la base para una decisión en materia de inversiones, generalmente en forma de recomendación para poner a prueba opciones tecnológicas específicas. En el proceso de transferencia de tecnología, esta fase corresponde a la evaluación inicial de la tecnología existente en el mercado.

B) En materia de procesos y de tecnología

Estos servicios comprenden el desarrollo de la capacidad de crear procesos de fabricación y la acumulación de conocimientos sobre los métodos de producción, a través de la investigación y de ensayos de diferentes tecnologías en laboratorios, planta piloto, etc. Las empresas de servicios técnicos pueden efectuar directamente estas actividades, o bien buscar la colaboración de instituciones de investigación externas. En el proceso de transferencia de tecnología estos servicios están dirigidos a la asimilación y adaptación a las condiciones locales, culminando en la selección final de la tecnología. (20)

C) De ejecución de proyectos

Estos servicios hacen que el proyecto se transforme de concepto o propuesta en una instalación real. El propósito es adquirir tecnología para la producción en gran escala y ejecutar la propuesta. Las tareas que ello supone son "los estudios técnicos preliminares para la selección de equipos y materiales importantes, preparación de los documentos de licitación para los proveedores, estudios técnicos detallados, con inclusión del cálculo y los dibujos de fabricación, diseño y adjudicación de los contratos, servicios de fabricación y supervisión" (Malhotra, 1980, p. 14). Los servicios técnicos irán asociados estrechamente con la supervisión de la construcción.

La ejecución del proyecto exige considerables recursos humanos, capacidad administrativa, conocimiento detallado de la tecnología y conocimiento de los proveedores de equipos.

En el proceso de transferencia de tecnología estos servicios corresponden a la negociación con los proveedores de tecnología y la difusión de la tecnología.

D) De inspección y control de calidad

El objetivo de estos servicios es mejorar y estandarizar la calidad de producción para satisfacer las necesidades tanto de los mercados de exportación como de los internos. Ello entraña la inspección de la fábrica, el ensayo de los productos y el control de la calidad de conformidad con normas establecidas.

Los servicios de inspección y control de la calidad exigen el conocimiento de los códigos de control pertinentes y las normas establecidas, un conocimiento detallado de los equipos, los proveedores y sus especificaciones, y la disponibilidad de inspectores experimentados. Como parte de las actividades de control de la calidad, la empresa de servicios técnicos puede proporcionar servicios en materia de procesos y de tecnología si el producto no se atiene a las normas.

E) De funcionamiento y mantenimiento

Por definición, el trabajo de mantenimiento no agrega valor a las máquinas transferidas, simplemente es indispensable para que éstas conserven su valor de uso y puedan realizar la tarea de transferencia a su vez, de valor a los productos que arroja el proceso de valorización. Ocurre que este trabajo cada vez es más sofisticado, de hecho pasa rápidamente por la automatización en la medida que es un trabajo definido, programado y se apega fácilmente a un programa establecido puesto que está dirigido a una estructura fija, precisa y mientras no cambie la máquina, la rutina puede seguir per se.

Sin embargo, los principios de esa máquina, dependiendo de la generación, pueden repetirse en términos generales o bien en algunos aspectos, cuando se renueva el equipo o la base técnica. Por lo tanto, el trabajo de mantenimiento y luego de reparación tienen características particulares que lo hacen susceptible de ser automatizado aún antes del proceso en su conjunto. Entonces, una empresa de servicios técnicos debe tener muy claro que esta fase debe cuidarse tanto como las que se ocupan de la producción en sí misma.

Estos servicios tienen que ver con el funcionamiento eficaz de la instalación fabril y la eliminación de los problemas relacionados con la producción. Suponen la capacitación de personal, la localización de fallas, la adaptación de la tecnología, etc. La entrega de servicios de funcionamiento y mantenimiento precisa experiencia, conocimiento de fábricas similares y aprendizaje por la práctica.

Este breve resumen de los servicios ofrecidos por las empresas de servicios técnicos muestra que estas compañías tienen la posibilidad de ayudar a las empresas nacionales en todos los aspectos de un proyecto de inversión e igualmente durante todas las fases del proceso de transferencia de tecnología.

2).- Aprendizaje y capacidades tecnológicas.

Las empresas de servicios técnicos pueden desarrollar la capacidad tecnológica en una o más de cinco categorías de servicios indicadas, aunque lo idóneo es que cubran todos los aspectos de un proyecto de inversión.

El desarrollo de la capacidad tecnológica por medio de las empresas de servicios técnicos depende de cinco factores, a saber:

- i) La calidad de red nacional e internacional de instituciones de investigación y proveedores de tecnología.** Esta red asegura la actualización de los conocimientos tecnológicos y el acceso a consultores externos (señala los vínculos entre las empresas de servicios técnicos y el mercado nacional e internacional de tecnología, los que permiten recopilar información en las diferentes fuentes nacionales e internacionales de conocimientos científicos, técnicos y económicos y volcará en proyectos específicos);
- ii) La experiencia lograda en proyectos anteriores;**
- iii) La calidad de los recursos humanos y la capacidad de ampliar los conocimientos del personal de servicios esenciales de capacitación, etc.;**
- iv) Suficientes recursos económicos para contratar personal idóneo en forma permanente o como consultores, emplazar laboratorios, instalaciones fabriles piloto, etc. y,**
- v) Suficiente demanda de sus servicios.**

La ventaja de las empresas de servicios técnicos con respecto a las compañías manufactureras es que pueden desarrollar con mayor rapidez la capacidad tecnológica, porque pueden ser selectivas en su proceso de aprendizaje y por la índole "no incorporada" de sus servicios.(21)

El conocimiento en las empresas de servicios técnicos es "específico en función de las personas", es decir, está estrechamente relacionado con personal idóneo en su campo especializado. En contraste con ello, en las empresas manufactureras el conocimiento es "específico en función de la empresa" y lo dicta el sistema de producción. Los conocimientos tienen que engarzarse en la memoria de la organización, en las tareas habituales, en la maquinaria y las copias heliográficas de los procesos, todo lo cual resulta lento y costoso.

3).-Las empresas de consultoría y de servicios técnicos en los países dependientes.

Las empresas de servicios técnicos pueden cumplir un papel decisivo en el desarrollo industrial. Su posición estratégica en el sistema económico vincula a los productores con los proveedores de tecnología y las instituciones de investigación y aplicación de los resultados de tal forma que pueden lograrse decisiones óptimas en materia de inversiones.

En los países dependientes, las empresas de servicios técnicos del país que sean competentes y tengan un buen conocimiento de las condiciones nacionales pueden ayudar a obtener las soluciones tecnológicas más adecuadas, combinaciones de inversión claramente delineadas y una absorción eficaz de la tecnología extranjera y los insumos de asesorías extranjeras. El poder de negociación frente a los proveedores extranjeros de tecnología puede resultar fortalecido, y es también probable que se produzca una reducción de los costos globales de los proyectos, ya que se puede usar una producción mayor de insumos locales de menor costo.

Habría así a largo plazo efectos socioeconómicos favorables que irán más allá de los límites de un proyecto específico. El mayor uso de insumos locales crea una demanda dentro del país de bienes de capital, componentes, tecnología y servicios. Los conocimientos se pueden difundir con mayor eficacia entre las empresas. El hecho de que las propias empresas de servicios técnicos ofrezcan una amplia gama de servicios para numerosos usuarios y proveedores de tecnología las hace también especialmente pertinentes en el ámbito del Tercer Mundo, pues aseguran la plena utilización de los escasos recursos humanos idóneos. No obstante, la verdad es que en muchos países en desarrollo las empresas nacionales de servicios técnicos tienden a ser débiles, de modo que la demanda está encauzada en buena medida hacia las empresas extranjeras de esa especialización (22).

Hay diferencias entre las empresas de servicios técnicos extranjeras y las locales en los países dependientes.

i) Las empresas nacionales de servicios técnicos tienen poca experiencia. Para el inversionista del país hay un alto elemento de riesgo en la contratación de servicios en ellas, pues podrían resultar deficientes o ineficaces; por lo tanto, la mayor experiencia de las empresas extranjeras les permite competir con ventaja. Las empresas del país quedan así atrapadas en un círculo vicioso: No se les adjudican contratos porque carecen de capacidad y de credenciales y, sin contratos, se ven impedidas de adquirir experiencia y crear una capacidad tecnológica mediante el aprendizaje por la práctica.

ii) El proceso de aprendizaje y de establecimiento gradual de la capacidad tecnológica es largo y costoso. Si la empresa de servicios técnicos del país tuviese un horizonte cronológico suficientemente largo, podría decidir competir contra compañías extranjeras ofreciendo precios más bajos y amplias garantías; ello supondría fuertes pérdidas a corto plazo, pero a medida que la empresa adquiriera experiencia mediante el aprendizaje por la práctica, sumado a la capacitación y formación de recursos humanos, conseguiría a la larga competir lucrativamente. El problema es que pocas empresas de servicios técnicos en los países dependientes tienen una situación financiera que les permita enfrentar pérdidas. (23)

iii) Para las empresas de servicios técnicos del país la falta de personal idóneo es con frecuencia un problema mayor que la falta de experiencia. Esto subraya la necesidad de contar con suficientes recursos financieros para atraer a los extranjeros y capacitar al personal nacional.

iv) Hay cierto grado de desconfianza en el sector privado con respecto a la capacidad que tiene el país de ofrecer servicios de consultores. Puede pasar mucho tiempo antes de que cambie esta actitud.

v) Es difícil y exige muchos recursos establecer una red internacional de instituciones de investigación y proveedores de tecnología.

vi) La actitud de los organismos financieros y de desarrollo en los países industrializados favorece el uso de las empresas de servicios técnicos establecidas en sus propios países.

Hay una corriente favorable para los entes nacionales capacitados para desempeñarse como consultores y prestar servicios técnicos. Sin esta capacidad, las consecuencias son a veces la entrega de soluciones tecnológicas inadecuadas, elevadas importaciones de bienes de capital e insumo y una constante dependencia de los conocimientos especializados extranjeros.

Muchos gobiernos de países dependientes han promulgado leyes que favorecen a las empresas de servicios técnicos nacionales y que les den preferencia adjudicándoles contratos (24). Por otra parte, una excesiva dependencia de los servicios técnicos que ofrezcan las empresas del país puede acarrear soluciones ineficaces y obra como una barrera que impida el uso de una tecnología más productiva. Una política así puede recargar a dichas empresas con tareas que simplemente no son capaces de asumir.

De acuerdo a nuestro planteamiento sobre la tecnoglobalización, contraria a la autarquía tecnológica, cabe reconocer que hay ventajas que pueden aportar las corporaciones multinacionales a las empresas de servicios técnicos como rama de la actividad económica. Tienen fácil acceso a diferentes fuentes de tecnología, y poseen conocimientos, aptitudes, experiencia y contactos internacionales valiosos con lo que pueden ayudar a los países dependientes a lograr mejores resultados.

El problema que deben resolver las políticas gubernamentales es cómo equilibrar el uso de las empresas de servicios técnicos transnacionales con una promoción adecuada de las compañías nacionales. Se puede hacer, por ejemplo, otorgando créditos adecuados a estas últimas, y a las instituciones de investigación y a los fabricantes de equipos del país. Las empresas extranjeras deben usarse como complemento más que como sustituto de las nacionales. Es preciso buscar mecanismos de cooperación entre ambas con el fin de aprovechar al máximo las fuentes nacionales, utilizando a la vez las ventajas que ofrecen las empresas de consultores extranjeros para transferir tecnología y capacitar al personal nacional de los servicios de consultores. Una posible solución es crear empresas de servicios técnicos como operaciones conjuntas entre corporaciones multinacionales y agentes nacionales. De esta forma, la empresa nacional puede aprovechar la experiencia, conocimientos especializados, red mundial y prestigio de la corporación multinacional durante la difícil fase inicial.

Las operaciones conjuntas pueden llevar aparejadas desventajas, como por ejemplo las soluciones impuestas por la empresa matriz, la renuencia a capacitar adecuadamente al personal nacional, y la dependencia de los insumos extranjeros sin hacer un esfuerzo deliberado por adaptar la tecnología a las condiciones locales.

CAPITULO V.

RAZONES DE UN PLAN NACIONAL DE I+D.

1.- Sistema Nacional de Innovación e Investigación y Desarrollo.

1) Innovación, Cambio Tecnológico y Estructura Productiva.

La característica esencial del proceso de inserción en el marco de la concurrencia global, consiste en la capacidad de las naciones para ganar espacios y lograr ventajas competitivas desde cada sector económico, con base en la innovación, cambio tecnológico, desarrollo de productos, procesos y la comercialización de tecnologías. Así como de una estrategia general que apunte a una política para la innovación y no simplemente una política de ciencia y tecnología como el fin en si mismo. (1)

Las naciones que han mantenido una política de innovación desde sus sectores económicos se han ubicado en la delantera y son líderes en muchas áreas. Cuando los capitales nipones compraron el Rockefeller Center, en el corazón de oro del mundo occidental, la sorpresa llevó a reflexionar en los adelantos de ese país, que ya holgadamente logra 15,000 dólares por habitante y produce el 10% del producto bruto mundial. Su desarrollo económico es al mismo tiempo desarrollo tecnológico con base en el criterio de que la tecnología es la suma de inteligencia más capital o bien, inversión productiva en inteligencia.

Los tradicionales factores de ventajas comparativas como la mano de obra barata y abundancia de recursos naturales son menos importantes frente a la importancia de las capacidades tecnológicas y su uso eficaz y eficiente. Los grandes avances de países con ajustes en la mano de obra a las nuevas condiciones, muestran este proceso y paradójicamente el desempleo es menor en algunos países que cuentan con mayores niveles de mecanización del proceso de trabajo. A principios de 1987, Japón empleaba 116,000 robots, contra 25,000 en estados Unidos., 12,400 en Alemania federal y 5,000 en Francia y en Italia y a pesar de esto, el desempleo en Japón es menor. (2)

2).- Innovación y Comercialización de Tecnologías.

La innovación, calidad y excelencia manufacturera constituyen las llaves de la competitividad, pero debe agregarse la capacidad para comercializar tecnologías, es decir, moverlas rápidamente del concepto al mercado, comercializar dos o tres veces más tecnologías que el rival y expresarlas en nuevos productos y segmentos del mercado.

Cabe señalar que tal y como resaltó Schumpeter, el carácter de la competencia es un proceso dinámico, cambiante. La naturaleza de la competencia económica no es el "equilibrio" sino un perpetuo estado de cambio. La mejora y la innovación en un sector son procesos que nunca finalizan y no un acontecimiento de una sola vez, único y válido para siempre. Las ventajas de hoy día pronto se ven superadas o anuladas. En el centro de cualquier explicación de la ventaja nacional debe estar el papel de la nación de origen en lo que se refiere al estímulo de la mejora e innovación competitivas. Debemos explicar por qué una nación brinda un entorno en el que las empresas mejoran e innovan y siguen haciéndolo más de prisa y con mejores orientaciones al compararlas con sus rivales internacionales. Lo que hace falta es una teoría del desequilibrio, no de equilibrio, que asuma un conjunto fijo de recursos, que no conciba al capital fijo y la base tecnológica como algo estático o constante dentro de las cuales han de optimizarse las empresas. Al adoptar estos supuestos, una gran parte de la teoría económica neoclásica, incluida la teoría del crecimiento, ha descartado que la tecnología está en constante evolución y los recursos se crean y perfeccionan continuamente. (3)

La innovación lleva a una empresa o segmento de sector a mantener una posición competitiva siempre y cuando esta resulte en un coste inferior de sus productos via mayor productividad, de esa forma el menor valor individual frente a sus competidores permite la ventaja competitiva, la cual a su vez debe estar montada en una estrategia formal de Investigación y Desarrollo (I+D).

La política de innovación no se puede plantear en abstracto, es necesario referirla a las necesidades de cada sector, la evaluación precisa de capacidades y la definición de las causas más generales de la innovación que derivan en ventajas competitivas.

Entre ellas, destaca en primer lugar, "las nuevas tecnologías", el cambio tecnológico que puede crear nuevas posibilidades para el diseño de un producto, la forma de comercializarlo, producirlo o entregarlo y los servicios que se prestan. El cambio tecnológico es el motor per se de la innovación estratégica y puede llevar al nacimiento de nuevos sectores cuando el cambio tecnológico hace posible nuevos productos.

El segundo elemento que lleva a la innovación son las nuevas necesidades o aquéllas cambiantes del comprador. De esta forma la ventaja competitiva suele crearse o cambiar cuando los compradores contraen nuevas necesidades o sus prioridades se modifican significativamente. La capacidad para detectar nuevos segmentos de mercado es vital para la competencia y motivo para la innovación.

En tercer lugar y ligado a las necesidades del comprador, la oportunidad de crear ventaja y de innovar surge cuando aparece un nuevo y distinto segmento en un sector, o a alguien se le ocurre la idea de reagrupar de nueva forma los segmentos viejos. O bien, al encontrar nuevas formas de producir determinados elementos de la línea de productos o nuevas formas de llegar a determinados grupos de clientes. En este proceso está involucrada la innovación y el cambio tecnológico que hace posible la re-expresión y multipolarización de productos y segmentos de mercados.(4)

El abaratamiento y cambios en los costes de los insumos a través de la mayor productividad e innovación en las ramas y sectores de proveedores, favorece la ventaja competitiva y hace posible crecer la productividad en otros sectores de un país.

En este sentido algunos competidores pueden mantenerse con ventajas derivadas de factores tradicionales como el coste de mano de obra, empero, la vía más sólida es la tecnología de proceso de la propia empresa, la diferenciación de producto basada en productos o servicios singulares, tecnologías más avanzadas, personal más especializado y con elevada formación técnica. Asimismo depende de las inversiones sostenidas y acumuladas en instalaciones materiales y en aprendizaje, en investigación y desarrollo.

La innovación y el cambio tecnológico deben ser considerados como una variable endógena para el desarrollo y modernización económica de México. Ningún país puede dejar de considerar esta variable como un factor esencial para lograr ventajas competitivas y tasas crecientes de productividad.

3).-Investigación y Desarrollo: La liga Universidad + Industria

La innovación depende de dos procesos simultáneos: por un lado, la política de fomento industrial y de innovación de empresas y, por otro, la innovación tecnológica. Visto así parece que podrían ir separadas, sin embargo, se apoya en la existencia de cadenas completas de elementos empresariales, académicos e investigadores, financieros y político-sociales.

La Investigación y desarrollo en este esquema constituye el motor de la innovación y ésta no puede ser resultado de un sistema aislado en el que cada parte de la cadena opere como una isla. La Investigación y desarrollo, la ciencia y tecnología deben ser resultado de una política de innovación y no únicamente una de ciencia y tecnología por sí misma. La ciencia y la tecnología no pueden aislarse de su aplicación comercial cuando se busca ampliar la ventaja competitiva nacional. Por lo tanto, los adelantos en todos los sectores dependen de la extensión del conocimiento.

La I+D agrupa algunas tendencias en cuanto a estructura y forma que deben ser tomadas en cuenta para abordar el tema (y al pensar en nuestro país).

La Investigación científica y la innovación pueden caracterizarse, finalmente, como un proceso de producción de conocimientos y de calificaciones. Su producto, la información, resultado de invención o innovación, es un bien, como cualquier otro en el mercado. Por ello, el proceso de Investigación científica y desarrollo tecnológico aparece como un proceso organizado para la producción de ese bien especial que es la información. Como cualquier otro proceso de producción, la determinación de la asignación óptima de recursos, dependerá esencialmente de "las características-condiciones técnicas" del proceso de invención-innovación y del carácter del mercado de conocimientos.

La I+D tiene mejores resultados cuando está vinculada con la industria. Esto se logra mediante instituciones de Investigación especializadas, centradas en agrupamientos industriales o en tecnologías de múltiples aplicaciones, ligados con centros de Investigación próximos geográficamente.

Con ello se gana también espacio en la tendencia a la regionalización de las actividades en la esfera del patrón de desarrollo de puntos de región nacionales de las empresas y sectores líder. Lo anterior quiere decir que la regionalización industrial nada tiene que ver con puntos geográficos, sino con la forma, el cómo se produce; los niveles medios mínimos de productividad por sector, rama. Acompañados de la desagregación y superdivisión del trabajo en la firma transnacional. (5)

Por otro lado, la articulación entre la política y tecnología y los modelos de ventaja competitiva en la industria del país resulta indispensable. Para ello, la Investigación y el desarrollo debe plantearse con la mayor coherencia en relación con la combinación de sectores competitivos, con su estado de desarrollo económico y con la capacidad de sus empresas y sus universidades de Investigación.

Debe darse mayor énfasis a la Investigación en las universidades en lugar de los laboratorios gubernamentales y los industriales privados, únicamente. El medio universitario ofrece muchas ventajas para estimular la productividad, y técnicos y científicos se adiestran en la solución de problemas avanzados. Generar la Investigación en las universidades favorece la difusión de los resultados y los institutos, centros de Investigación universitarios se convierten en campos de cultivo para las áreas que se apliquen a este rubro de Investigación, para ideas con potencial comercial. La retroalimentación con la ciencia básica en el mismo campus es una gran ventaja que minimiza costos de Investigación y desarrollo pero potencia la capacidad.

Cabe precisar que no se trata de hacer toda la universidad un centro de Investigación tecnológica para la industria, ni volcar a la industria en un centro de enseñanza. Por ello es muy importante distinguir los niveles de avance en la Investigación y el desarrollo y su relación con ramas y sectores económicos de punta o que requieren apoyo a través de puntos de transferencia y vinculación universidad-industria.

La Investigación con desarrollo de tecnología comercial produce un apalancamiento especialmente fuerte para la economía. Por esta razón, un mecanismo importante de vinculación consiste en los contratos de Investigación entre empresas e instituciones gubernamentales o universidades, con lo que se introduce una disciplina de mercado y se facilitan intercambios más fluidos. Asimismo participan los mecanismos explícitos de difusión, en especial en los laboratorios del gobierno o universidades y cuando son patrocinados por el gobierno.

a) En otro plano, la fuente más importante de innovación consiste en la I+D que lleva a cabo la propia empresa. Estas deben aplicar tecnología a las necesidades de sus sectores. No todos los países desarrollan I+D de manera similar, las diferencias entre Japón e Italia son abismales y de igual forma los mecanismos varían de una nación a otra: unas aprovechan las subvenciones o donaciones directas del Estado para Investigación. Este mecanismo ha resultado insatisfactorio, ya que como todo subsidio y sin el compromiso de riesgo de la empresa, los proyectos no se superan.

b) Otra vía es la desgravación fiscal a las empresas para incentivar el gasto empresarial en I+D y puede resultar atractivo en muy corto plazo. Todo instrumento que apunte a apoyar la Investigación de origen es válido, siempre y cuando contemple el riesgo compartido. Cobra mayor importancia en las fases de tecnologías pre-competitivas y especialmente en nuestros países en que la infraestructura empieza a ser usada y desarrollada hacia una meta de innovación. Empero, en su conjunto, todo mecanismo debe transitar hacia una concepción en la que la política económica asegure una enérgica rivalidad interior, que eleve el perfeccionamiento de la demanda interna, amplíe la cantidad de información de mercado y técnica del país, además de promover objetivos empresariales claros. Estos elementos estimulan la ciencia y tecnología en un país y la I+D en las empresas-gobierno-universidades.

Las políticas que estimulen la demanda temprana y avanzada se acompañan del financiamiento parcial de los institutos especializados relacionados con agrupamientos sectoriales. También la concesión temporal de subvenciones parciales a los contratos de Investigación entre empresas e instituciones de Investigación en especial para pequeñas y medianas empresas- y un generoso apoyo a las universidades que logren rango de excelencia.

Las tendencias más recientes de Investigación y desarrollo buscan acelerar el ritmo de la innovación en lugar de aminorar la velocidad de difusión. Si bien la información de patentes es fuente de documentación tecnológica y la protección de los derechos de propiedad intelectual garantiza incentivos adecuados a la I+D, debe alcanzarse un equilibrio relativo. Como la innovación progresiva es el motor del crecimiento de la productividad nacional y sostiene la ventaja competitiva, una larga vida, excesiva, de patentes dificultan el proceso de creación de otras nuevas.

La información tecnológica pública y la Investigación mancomunada cobran relevancia a pesar de su contradicción con las tendencias de la rivalidad en un sector o agrupamiento en un país, por que cada sector pretende ponerse a la cabeza en tecnología al llevarla al mercado y mantenerse en la posición líder que le permite márgenes extraordinarios en relación con la productividad media mínima por sector. Sin embargo esta actividad se da especialmente para Investigación básica y los acuerdos interfirma cada vez son más frecuentes.

La I+D para la innovación depende de un sistema científico y tecnológico dinámico, dispuesto a innovarse a sí mismo, pero al mismo tiempo depende de la cadena industria+universidades+gobierno, y que ésta no presente elementos aislados. Un Plan general de I+D no puede resultar de los esfuerzos aislados e individuales de cada sector social, público o privado.

La idea de la universidad como torre de marfil, desvinculada del desarrollo, ligada al desconocimiento de que esa situación es resultado del modelo de desarrollo del que se emerge, cerrado, sin competencia, protegido, debe ceder el lugar a la noción de reforma y transición de la educación superior hacia los nuevos escenarios que presenta la modernización del país. Pero por otro lado, cabe dejar despejado el caso del minotauro de la industria cuando también esta se mantuvo al margen de la necesidad de tecnología, innovación, investigación y desarrollo por las mismas razones. Sin incorporar la discusión sobre los ciclos de restricción económica que han sido factor de atraso y estancamiento general, aunque la vinculación con el desarrollo y el sector productivo abre caminos para fuentes de financiamiento. (6)

4).-Formas de Vinculación Universidad + Industria

La carencia de ingeniería y manufactura, de tecnología, de fabricación, de diseño, consultoría técnica, de ingenieros de piso de producción, la familiaridad con los conceptos y corrientes actuales de nuevas tecnologías, ausencia de vinculación de empresas, especialmente pequeñas y medianas con los centros mexicanos o extranjeros donde se desarrolla tecnología; falta de elementos de vinculación con programas extranjeros que pueden ayudar a la transferencia de tecnología como el programa europeo EUREKA; falta personal con estudios de posgrado de excelencia capaces de incorporarse a las tecnologías superiores, no solamente ingenieros de piso, pero en su conjunto, la carencia de planes sectoriales de Investigación y desarrollo para la innovación, desde agrícola, hasta acero.

La generación de un sistema de conexiones entre las instituciones de educación superior y la industria, es un proceso a largo plazo que va madurando en la medida que cada sector, al exponerse a la competencia, reclama de las actividades de investigación y desarrollo, sea para inventar en unos casos, innovar directamente en otros o, evaluar, adaptar, difundir, reproducir y finalmente poder innovar a partir de la transferencia de tecnología.

La Investigación y desarrollo va tomando forma desde cada IES (institución de educación superior) según sus capacidades y grado de excelencia y su articulación con las necesidades de la industria en la medida que se establezca un esquema de interacción y consulta, es decir, la cadena de relación industria, gobierno, educación superior, etc, se logre.

Las IES no pueden quedar subsumidas en las necesidades de I+D para la innovación y la productividad, si bien el efecto de desbordamiento de una fase tecnológica toca a otra en ciencia básica y aplicada, no es lo mismo prescindir de la ciencia básica que articularla con las nuevas necesidades que reclama el desarrollo.

Un esquema de organización de un plan de I+D para la innovación y la productividad nace de la participación colectiva de los agentes sociales. Cada sector económico tiene sus características y demanda apoyos diferentes. Por ello no es lo mismo I+D, es decir, liga universidad-industria-laboratorios gubernamentales o privados, en automatización y robótica, que biotecnología agrícola. Cada una establece bajo ciertas tendencias generales, formas específicas de vinculación universidad + industria. Mientras la empresa adquiere mentalidad de Investigación y cultura de la innovación; la universidad debe adquirir la misma cultura para la innovación y algo de empresarial. En tercer lugar, las autoridades dispuestas a apoyar la cooperación.

Es importante considerar las etapas de transición y vinculación entre universidad e industria y en las primeras destacan los puntos de transferencia en las universidades y desde los cuales se lleva a cabo la conexión a nivel nacional o internacional en materia de resultados, cooperación, contratos, oficinas de enlace, centros empresariales, educación e Investigación bajo maquila, patentes y licencias, etcétera. (7)

Cada nación, desde cada sector, ha establecido formas de conexión o fusión de la cadena para transferencia de tecnología e innovación. Sea en la forma de socios para el desarrollo conjunto de tecnologías genéricas como el programa ALVEZ de Reino Unido, los nuevos centros de Investigación universitaria en Europa o el programa EUREKA y a nivel de la Comunidad Económica Europea, el Espíritu, Brite, RACE, BAP, el programa COMETT, todos cuentan con aportaciones de la empresa para la Investigación.(8)

En el esquema de cooperación cobra relevancia la moderna divulgación científica y tecnológica no protegida, a través de base de datos, videoconferencias, correo electrónico, etc.

La importancia creciente de los acercamientos multidisciplinares en la solución de problemas está llevando entre otras cosas, al diseño y necesidad de programas educativos en las IES de formación flexible y polivalente.

Otra forma de articulación corresponde a los centros universitarios o universidades que toman regalías de la patente o transferencia de tecnología a la industria.

Las oficinas de coordinación industrial resultan una forma eficaz de encauzar a los integrantes de la transferencia de tecnología U+I (universidad- industria), localizada en la propia universidad. Asimismo el manejo de patentes y licencias con plena autonomía de las universidades como la de Stanford. En otras formas de conexión se han dado los agentes de tecnología cuya labor compaginadora es de gran utilidad para la industria y la universidad, como en los casos de LEUVEN RESEARCH AND DEVELOPMENT EN BELGICA O AURIS ABEDON AND VUMAN en Manchester.

Centros específicos junto a universidades para tecnologías genéricas o precompetitivas asociados con industrias como el CIS de Stanford, otro en North Carolina, los centros de Investigación universitaria en el Reino Unido. Como forma paralela a este tipo existen centros de Investigación llamados empresariales y de innovación para servicios especialmente dirigidos a la pequeña y mediana industria, captan fondos públicos y privados, financieros, y están cerca de instituciones de duración superior. O los parques de Investigación con condiciones similares. O bien las empresas de orientación tecnológica cerca de universidades como en Boston. O las oficinas de evaluación de tecnologías y también los centros que dan servicios multinacional en el marco de acuerdos comerciales como en la Comunidad Europea con el Centro Común de Investigaciones que cuenta con 2,000 investigadores. (9)

Las formas de nación a nación son múltiples, en México contamos con muchos centros y laboratorios industriales en distintos ramos, electrónica, química, textil, de la UNAM, del IPN, la UAM, los centros del sistema CONACYT, pero es necesario profundizar en esquemas y mecanismos, así como convertir el proceso de vinculación en un marco general y plan general de Investigación y desarrollo para la innovación y la productividad. El sector empresarial avanza en este sentido con casos como el CETEI en el sector textil o el proyecto de Centro de Tecnología Industrial, igualmente el proyecto conjunto CONCAMIN-CONACYT para un centro de Recursos en Diseño. Las universidades por otro lado readequan sus condiciones y buscan salidas y el Estado está atento para propiciar las formas de vinculación. En suma, se trata de convertir las formas espontáneas y una a una, en un sistema nacional de I+D por sectores. (10)

La Investigación y desarrollo como eje del cambio tecnológico y crecimiento de la productividad, requiere de ciencia sólida, de Investigación de calidad y excelencia, recursos humanos de alta calidad, así como de una buena infraestructura para producir la nueva información a la altura de otros procesos inscritos en la competencia internacional y, básicamente de un esquema de asignación de recursos que no solo asegure los flujos, sino que cuente con nuevos criterios de aplicación basados en la calidad y eficiencia para la innovación y el desarrollo..

5).-Tendencias Generales de I+D en el Marco de un Acuerdo Comercial (TLC).

Del escenario de un acuerdo comercial se desprenden siete tendencias generales en materia de Investigación y desarrollo, ciencia y tecnología que resultan de la experiencia de naciones en procesos similares.

Primero, la articulación entre la política y tecnología y los modelos de ventaja competitiva en la industria del país. Para lograr esta articulación, la política de ciencia y tecnología se ha planteado con la mayor coherencia en relación con la combinación de sectores competitivos de un país, con su estado de desarrollo económico y con la capacidad de sus empresas y sus universidades de Investigación.

Segundo, se ha dado un mayor énfasis a la Investigación en las universidades en lugar de que ésta se lleve a cabo únicamente en los laboratorios gubernamentales. El medio universitario ofrece muchas ventajas para estimular la productividad, y técnicos y científicos se adiestran en la solución de problemas avanzados. Generar la Investigación en las universidades favorece la difusión de los resultados y los institutos y centros de Investigación universitarios se convierten en campos de cultivo para las áreas que se apliquen a este rubro de Investigación, para ideas con potencial comercial. La retroalimentación con la ciencia básica en el mismo campus es una gran ventaja que minimiza costos de Investigación y desarrollo, pero potencia la capacidad.

Tercero, la Investigación con desarrollo de tecnología comercial produce un apalancamiento especialmente fuerte para la economía. En muchos países en que la Investigación militar constituyó avances en tecnología básica se ha dado un cambio al dejar de ser ésta fuente para la industria civil, especialmente por los tiempos que toma la patente militar y su conversión a la civil.

Cuarto, la I+D tiene siempre mejores resultados cuando está vinculada con la industria. Esto se logra mediante instituciones de Investigación especializadas centradas en agrupamientos industriales o en tecnologías de múltiples aplicaciones, ligados a centros de Investigación próximos geográficamente.

Otro mecanismo de vinculación consiste en los contratos de Investigación entre empresas e instituciones gubernamentales o universitarias, con lo que se introduce una disciplina de mercado y se facilitan intercambios más fluidos. Asimismo, participan los mecanismos explícitos de difusión, en especial en los laboratorios estatales o en universidades.

En quinto lugar, la fuente más importante de innovación consiste en la I+D llevada a cabo por las mismas empresas. No todos los países desarrollan Investigación y Desarrollo de manera similar. Las Distancias entre Japón e Italia, por ejemplo, son abismales y de igual forma los mecanismos varían de una nación a otra: unas aprovechan las subvenciones o donaciones directas que el gobierno ha facilitado a las empresas para la Investigación. Este mecanismo ha resultado insatisfactorio, ya que como todo subsidio y sin compromiso de riesgo de la empresa, los proyectos no se superan.

Otro mecanismo consiste en las desgravaciones fiscales a las empresas para incentivar el gasto empresarial en I+D. Esto puede resultar atractivo en muy corto plazo, pero debe transitar hacia una concepción en la que la política económica asegure una enérgica rivalidad interior que eleve el perfeccionamiento de la demanda interna, amplíe la cantidad de información técnica y de mercado de un país, además de promover objetivos empresariales claros. Estos elementos estimulan la ciencia y tecnología de un país y la I+D en las empresas.

Las políticas que estimulen la demanda temprana y avanzada se acompañan del financiamiento parcial de los institutos especializados relacionados con agrupamientos sectoriales, así como de la concesión de subvenciones parciales a los contratos de Investigación -en especial para pequeñas empresas- y un generoso apoyo a las universidades que logran rango de excelencia.

En sexto lugar, las tendencias más recientes buscan acelerar el ritmo de la innovación en lugar de aminorar la velocidad de difusión. Si bien la protección de los derechos de propiedad intelectual garantiza incentivos adecuados a la Investigación y Desarrollo, debe alcanzarse un equilibrio. Como la innovación progresiva es el motor del crecimiento de la productividad y sostiene la ventaja competitiva nacional, una larga vida de patentes dificulta el proceso de creación de otras nuevas.

En séptimo lugar, la Investigación conjunta está cobrando relevancia a pesar de su contradicción con las tendencias de rivalidad en un sector o agrupamiento en un país. Cada sector pretende ponerse a la cabeza en tecnología al llevarla al mercado y mantenerse en la posición líder que le permite márgenes extraordinarios en relación con la productividad mínima media por sector. Sin embargo, esta actividad se está dando entre empresas en los campos de tecnología básica y muchas corporaciones multinacionales han celebrado acuerdos interfirma para llevarla a cabo. Empero, cuando se trata de tecnología comercializable, la intención retrocede.

En esos términos, la Investigación conjunta favorece el desarrollo de un sector en el país y la base para el crecimiento de la productividad. Favorece igualmente, el establecimiento de normas técnicas básicas y reduce los costos promedio de un sector para incursionar en campos nuevos desde tecnología básica, siempre y cuando la Investigación mancomunada represente únicamente una parte de los trabajos de Investigación de las empresas. (11)

6) Del Énfasis en la Industria, al Énfasis en la Tecnología.

La creciente importancia de las estrategias enfocadas a la tecnología se refleja en la gran cantidad de programas que casi todos los países industrializados han desarrollado a lo largo de la década de los ochenta. En muchos casos, estas estrategias han sustituido a la política industrial.

La política industrial se define como el conjunto de instrumentos a través de los cuales los gobiernos distribuyen los recursos entre las industrias prioritarias o estratégicas. Esa distribución no podría darse únicamente a través de las fuerzas del mercado. Un elemento central de la política industrial es el *objetivo industrial*, veamos esto .

Los elementos a través de los cuales el gobierno influencia la política industrial, algunos de los cuales también pueden ser usados para los programas de **Objetivos Tecnológicos, OT**, son: subsidios directos, incentivos fiscales, créditos preferenciales, ayuda gubernamental, fondos para I+D, apoyo técnico, proteccionismo, promoción de las exportaciones, políticas contra los monopolios, reglas administrativas o nacionalización. Esta política industrial está definida estrechamente, ya que se limita a crear el ambiente en el que todas las empresas tengan la misma oportunidad de elevar su productividad y competitividad. (12).

Debido a que la tecnología y la industria son dos cosas diferentes, *objetivo industrial (OI)* no es conceptualmente equivalente a *Objetivo tecnológico (OT)*. OT es el hecho de escoger y apoyar a las empresas sobresalientes o escoger y ayudar a las empresas con problemas. Generalmente, se tienen que dar ambas a fin de ser justos en la distribución de los recursos públicos, pero esto implica aumentar la presión a las finanzas públicas, disminuir los efectos de la política industrial y obstaculizar la reestructuración industrial.

La tendencia actual, como ya se mencionó, es reorientar la política industrial, con su *Objetivo industrial*, por una política tecnológica, con su *objetivo tecnológico* incluso en aquellos países en los que el gobierno no debía de intervenir en la economía. Ahora ya no se busca apoyar industrias sobresalientes, sino apoyar tecnologías estratégicas. (13)

A diferencia del *OI*, el *OT* beneficia a todas las empresas e industrias, sin designar ganadores o perdedores, y sin afectar la competencia comercial entre ellas en el mercado nacional.

Además, es importante mencionar, que todos los países que han desarrollado una política tecnológica se están concentrando en los mismos sectores tecnológicos, lo cual evidencia el reconocimiento general sobre cuales son las tecnologías del futuro. Lo que varía de país a país es el esfuerzo que concentra en cada uno de los sectores, ya que esto depende, obviamente, de las capacidades y las cualidades específicas de su economía, en general, y de su sistema de I+D, en particular.

Los sectores considerados estratégicos son: nuevos materiales, informática, transporte, biotecnología, energía, medio ambiente, transporte, y aeronáutica espacial.(14)

7) Sistema Nacional de Innovación (SNI) y Plan Nacional de Investigación y Desarrollo

Consiste en un sistema de interacción entre empresas públicas y privadas (grandes o pequeñas), universidades y agencias gubernamentales cuyo objetivo es la producción de ciencia y tecnología dentro de las fronteras nacionales. La interacción entre estas unidades puede ser técnica, comercial, legal, social y financiera en la medida en que el objetivo sea el desarrollo, la protección, el financiamiento, o la regulación de nueva ciencia o tecnología.

En un **SNI** debe distinguirse la participación de los actores que tienen un papel en la creación de nueva tecnología. Los actores pueden ser institucionales o privados; es decir, el Estado y las instituciones, programas, agencias y corporaciones; y las empresas privadas con fines de lucro o empresas privadas dedicadas a la innovación.

Un sistema de este tipo es abierto. Es decir, que está en constante interacción con el medio o elemento externo de modo tal que en su desarrollo tendrá que ir incorporando cada vez más elementos de su entorno.(15)

8) La necesidad de un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo.

Al plantear esta necesidad es necesario primero abordar la noción de sistema de innovación. De hecho, un plan tiene apoyo en este sistema, así como en el de ciencia y tecnología. Al trazar los planes nacionales, es necesario no olvidar que la política científica y tecnológica no constituye un fin en sí misma, sino que es un instrumento que complementa las políticas sectoriales para promover el desarrollo productivo y social. Cada país, requiere plantearse cuáles ramas, qué sectores o segmentos productivos debe fortalecer en el marco de una política industrial, empero, como la industria mundial evoluciona con base en un patrón de restructuración, inmerso en la competencia global, la política industrial debe apoyarse en una de objetivos tecnológicos. Es preciso definir las áreas de ciencia y tecnología para desarrollarias y no pretender atender todas, así como ninguna nación puede producir todo lo que consume, tampoco puede pretender la producción global de tecnologías como vimos arriba. Un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo parte del supuesto de engarzar el sistema de ciencia y tecnología con la política industrial y tecnológica, a través del Sistema de Innovación. Es como pretender que México compita en el mercado mundial con micro-chips, empero tampoco quiere decir que se debe abandonar a la ciencia básica y el conocimiento humanístico y en general.

9) Esquema de un Sistema Nacional de Innovación:

Trilogía Ciencia-tecnología-industria

Ciencia + Investigación= creación del conocimiento

Tecnología + Difusión= transferencia de tecnología

Industria + Aplicación del conocimiento = innovación tecnológica

Tecnología

"Suma de inteligencia y capital"

Transferencia de tecnología

La incorporación de la tecnología no debe realizarse de forma pasiva, ya que ésta debe permitir la generación de una capacidad para "y de reacción" ante el cambio de circunstancias. En la planeación, y ejecución de la transferencia de tecnología debe avizorarse el nacimiento de la sociedad del futuro. Es indispensable mantener una visión prospectiva acerca de las transformaciones mundiales y nacionales en todos los ámbitos y no exclusivamente en el económico.

Innovación

"La utilidad de la innovación es la de aumentar la diferencia entre valor y costo del producto; es decir, diferenciarlo ventajosamente en el mercado abierto y competitivo"

Se entiende por innovación cada uno de los siguientes elementos:

nuevos y mejorados productos y procesos
nuevas formas de organización
aplicación de la tecnología existente a nuevos campos
descubrimiento de nuevos recursos
apertura de nuevos mercados
innovaciones locales en el campo de la política tecnológica

Estos elementos pueden surgir de:

grandes empresas privadas
pequeñas y medianas empresas
laboratorios estatales, universidades y empresas estatales
actividades y/o políticas gubernamentales tendientes a procurar la innovación técnica y la industrial

El proceso de innovación cambia de acuerdo al país y al momento en el que se desarrolle.

Las innovaciones sociales generalmente vienen de la mano de la innovación tecnológica y política.

Elementos

Estado

universidades
institutos
laboratorios
corporaciones

Empresas

Ante la retirada del Estado, el sector empresario, que tiene la responsabilidad de organizar los factores de la producción necesarios para generar la riqueza nacional, debe asumir un papel de liderazgo en la formulación del esquema global de dirección de los factores de la producción.

grandes

pequeña y mediana. La PyME's están profundamente enraizadas en el tejido social, del cual forman parte como consumidoras y como generadoras de empleo y riquezas.

Sociedad

Universidades
Comunidad
Gremio/sector
individual

Formas de interrelación

Cada una de estas unidades se interrelaciona a partir de los siguientes 'flujos':

Financiamiento.

El financiamiento puede provenir tanto de fuentes públicas como privadas, así como de inversiones de capital

Vínculos legales y de políticas gubernamentales.

reglamentaciones sobre propiedad intelectual
estándares técnicos
políticas tecnológicas y de adquisiciones

Flujos de información, tecnología y ciencia

generados por el mercado
flujos domésticos
colaboraciones técnicas y científicas

Flujos sociales (p.e. innovaciones organizacionales)

innovaciones organizacionales transmitidas de una firma a otra
flujos de personal desde universidades a industrias, y de una firma a otra

Cada una de estas unidades se interrelaciona a partir de los siguientes 'flujos':

financiamiento
vínculos legales y de políticas gubernamentales
flujos de información, tecnología y ciencia
flujos sociales (p.e. innovaciones organizacionales)

La medición de un SNI se da a partir de los siguientes indicadores:

1. Unidades
2. Flujos

~~Unidades~~ Hay que medir:

número
tipo de propiedad y control
distribución regional
grado de centralización

Flujos: Hay que medir los siguientes tipos de flujo.

- a. financiamiento
- b. tecnología
- c. interacciones dentro del mercado nacional y/o internacional
- d. expansión de la innovación social

Para medir el desempeño de un SNI se deben considerar indicadores directos e indirectos.

Indicadores directos:

Número de patentes por investigador,
Número de patentes por cada millón de dólares gastado,
Contribuciones nacionales al 'stock' mundial de conocimiento científico y tecnológico,
Patentes otorgadas a firmas extranjeras,
etc.

Indicadores indirectos

Flujos internacionales de bienes, servicios y pagos intensivos en tecnología,
Balances internacionales de pagos, etc. (16)

Definir sectores prioritarios.

Especificar los tipos de tecnología que se piensa promover (p.e. : genéricas o fundamentales, complementarias, etc.)

Objetivos específicos

1. Definir los ejes de actividad y alcance de las políticas, decisiones y acciones a partir de la consideración de las áreas de interés por ejemplo (España)

Proyectos de investigación

Acciones especiales

Infraestructura científico-técnica

Formación de personal investigador

Proyectos concertados

Con base en el ejemplo de la Comunidad Europea se pueden incluir:

1.- Establecer una política de creación de empresas adaptables a los objetivos de cada caso. En estas políticas se debe

Procurar la participación de empresas pequeñas (máximas generadoras de empleo) que tengan la capacidad de desarrollar, tomar o abandonar ideas rápidamente.

Aumentar el número de titulados.

Fomentar programas y planes específicos de investigación y desarrollo, que permitan el reciclaje profesional continuo.

Aumentar los lazos entre los empleadores y los empleados.

2.- Renovación del sistema de enseñanza y de formación lo suficientemente flexibles que se conviertan en la base para adquirir nuevas calificaciones que permitan al elemento humano moverse de un campo técnico a otro.

Esto se logrará a partir de

integración en los niveles educativos y la existencia de programas de posgrado modulares, ágiles y rápidos.

interacción universidad-empresa

3.- Definir espacios de actuación de actores socio políticos para

aumentar la competitividad de la sociedad

introducir elementos de cohesión económica y social en actividades de I+D

reforzar y aumentar los vínculos entre la comunidad científica y técnica y las instituciones públicas y privadas (17)

En el caso español se trabajó en torno a cuatro ejes fundamentales

1. Renovación del sistema de ciencia, tecnología e industrial

2. Constitución de un tejido industrial productor de nuevas tecnologías

3. Vinculación entre nuevas tecnologías y empresas (18)

2.-.-La I+D en otros países

1) El Sistema de Ciencia + Tecnología + Industria: El Caso Español.

A) La importancia de estudiar otros modelos

Comenzamos con una exposición comparativa para dar una idea de varios casos de Investigación y Desarrollo (I+D) y su apoyo en un Plan Nacional específico que asigne prioridades y sectores de Investigación, como de auditorías tecnológicas que no son otra cosa que un balance de oferta y demanda de tecnología por realizarse forzosamente, en especial para los países que emprenden una fase emergente o que de suyo se encuentran en un tercer o cuarto sitio en la escala piramidal de tasas de ganancia internacional, sin que esto quiera decir que los países desarrollados no estén obligados.

De hecho, al hablar de carrera científico técnica en nuestros países nos referimos a un trecho por recorrer que en el caso de España, Argentina, Brasil, Corea, ha sido impresionante, desde el punto de vista del gasto en relación con el PIB, como de la innovación en programas de I+D. España en particular es uno de los casos más interesantes en materia de despliegue de un Plan de I+D.

B) Cuatro ejes de la estrategia de I+D:

- 1) La renovación del sistema de ciencia, tecnología e industria.
- 2) La constitución de un tejido industrial productor de nuevas tecnologías ("tejido" es una de las palabras que definen al elemento clave y vertebrador de todo el proceso).
- 3) La vinculación entre las nuevas tecnologías y las empresas.
- 4) Las políticas de acompañamiento social y cultural que todo proceso de transición tecnológica necesita. (19)

Los españoles se hicieron la primera pregunta: ¿Dónde está la tecnología? La tecnología está en el exterior. Esto es un dato objetivo (como para todos los países en desarrollo o emergentes), e implica que la política fundamental a establecer es la que se refiere a la **transferencia tecnológica** sin renunciar, al mismo tiempo, a ser capaces de crear tecnología. Las tecnologías de la información tienen una gran diferencia con otras ya aquellos países productores de información, capaces de desarrollar por sí mismos conocimiento tecnológico, son precisamente los más capaces de asimilar las transformaciones que producen las nuevas tecnologías. Por lo tanto, la segunda política es la que apunta a la necesidad de ser **capaces de crear tecnología.** (20)

La tercera política fundamental se refiere a los recursos humanos. La situación en España requiere formar técnicos de la información de buena calidad, si bien se hace en cantidad insuficiente, por lo que es necesario crear las condiciones para un **desarrollo estable** de los recursos humanos.

Finalmente, la cuarta política es la necesidad de crear un modelo articulado de investigación y desarrollo; articulado tanto con el tejido industrial productor, como con el tejido de usuarios.

Para España es necesario renovar el sistema de ciencia, tecnología e industria. Para ello, lo primero es un planteamiento teórico acerca del concepto de **"sistema de ciencia y tecnología"**. En primer lugar, ¿cuáles son los elementos constitutivos de un sistema de ciencia, tecnología e industria? Si vamos de abajo hacia arriba, lo primero es la demanda, los usuarios. Estos usuarios, según la tecnología de que se trate, pueden ser los usuarios finales (por ejemplo, las personas que compran un ordenador personal) pero también pueden ser los productores de bienes que utilicen la microelectrónica para sus productos finales. Por lo tanto, para cada caso concreto, habrá que ampliar el modelo, teniendo en cuenta quiénes son los usuarios de esa nueva tecnología. Y es importante empezar por este último nivel, el de la demanda, porque si en un determinado sector los usuarios no están lo suficientemente sensibilizados, es ese primer elemento el que hay que atacar; **el primer problema debe ser resuelto a través de programas de difusión tecnológica, de explicación e información.**

El primer elemento es, entonces, que los usuarios comprendan que si utilizan la tecnología de la información van a mejorar sus productos. Pero evidentemente eso no basta: estos usuarios naturalmente se alimentarán de un tercer nivel que es el sector productor de las nuevas tecnologías. Este es un conjunto de empresas que pueden ser nacionales o extranjeras. Lo deseable en este modelo teórico es que, puesto que estamos hablando de un sistema económico nacional integrado en un sistema internacional, tanto los usuarios nacionales se provean de productores nacionales y extranjeros, como también que los productores nacionales vendan productos al exterior. Pero al mismo tiempo, el estrato de la producción se alimenta del sector que realiza el desarrollo del producto; no me refiero tanto a la investigación básica como al desarrollo de productos concretos. Es necesario que entre los distintos centros de desarrollo exista una conexión y se cree un tejido.

En 1985 algunos subsectores en España, como la microelectrónica, en donde prácticamente la demanda no estaba desarrollada. Por lo tanto, mientras no existía producción, no existía desarrollo. No obstante había una importante actividad investigadora en la universidad que, **al no tener la cadena completa hasta los usuarios**, estaba haciendo una transferencia neta hacia el exterior. En este caso, entre las recomendaciones de acción que se hicieron, se planteó la necesidad de tener alguna planta productora de microelectrónica. Fue una de las razones que llevó al gobierno a apoyar la introducción de ATT como productora de microelectrónica en España.

El objetivo era llenar los huecos del tejido. El siguiente "hueco" se completó con un centro nacional de microelectrónica y con centros de diseño de microelectrónica, algunos de los cuales empezaron a funcionar en 1982. Pero, en definitiva, al margen de lo que se haya hecho, la existencia de una cadena incompleta puede significar que, en un sector en el que se tiene pocos recursos utilizados, se esté transfiriendo tecnología al no haber aplicaciones locales, que dicho en otros términos "inorgánica."

El segundo caso es el de la información. En el momento de reestructuración, faltaban los elementos superiores de la cadena y había alguna producción, pero muy ligada al sector exterior.

Se puede decir que las actividades que había en aquel momento en informática eran el ensamblaje de productos y alguna exportación hacia el exterior, que ni siquiera compensaba la balanza de pagos. La metodología de trabajo consistió en dividir en subsectores, se hizo un análisis cuantitativo y cualitativo--a través de una encuesta sistemática y extensa de todas las empresas del sector de nuevas tecnologías, para ver cuál era la situación del subsector en cada caso concreto. En función del resultado de los análisis, se tomaron decisiones, y se realizaron recomendaciones, acerca de cómo actuar en cada situación específica. (21)

La siguiente línea era la de la constitución del tejido tecnológico industrial. Para esto se recomendaron distintas acciones, tales como apoyar o crear empresas nacionales en sectores clave en los que no había iniciativa privada. Se señaló sobre todo la importancia de identificar iniciativas empresariales con capacidad innovadora y de apoyar la creación de pequeñas y medianas empresas de nuevas tecnologías. Por otro lado, se recomendó detectar dónde es posible por las condiciones ambientales y económicas de una determinada región, crear parques tecnológicos que estimulen la aparición de empresas en los sectores de nuevas tecnologías. Pero el elemento fundamental, a mi entender, es el de los centros de I+D. Aquí, tras el análisis, se optó por apoyar un tipo de iniciativa que ha dado, por los menos, resultados interesantes: la creación de centros de I+D financiados por las empresas productoras, de tal manera que estos centros tengan una subvención, si es preciso estatal, hasta un porcentaje determinado que no sobrepase nunca el 50% de sus costos. Esta es una línea que surgió espontáneamente, en un sector muy concreto de empresas, y que se recomendaba porque daba buenos frutos y ayudaba a la constitución de un tejido tecnológico industrial.

Otro elemento fundamental es la asimilación de nuevas tecnologías; para esto existen distintos mecanismos de formación de los usuarios y estímulos económicos y fiscales para favorecer la introducción, en las empresas, de nuevas tecnologías.

Se recomendó la creación de auditorías tecnológicas de las empresas, de tal manera que pudieran detectar cuáles eran las carencias y, a posteriori, ayudar con estímulos económicos a la introducción de las nuevas tecnologías. En este sentido, existen "sistemas de calidad concertada" entre grandes empresas, por ejemplo del sector automotriz, con sus pequeñas y medianas empresas auxiliares. Empresas instaladas en España como Ford y General Motors, a través de estos sistemas de calidad concertada transfieren tecnología a sus suministradores, puesto que estos sistemas incluyen también la formación de empresas auxiliares y su participación en actividades dentro de programas más amplios, que sobrepasen el ámbito nacional (el programa STAR, por ejemplo, tiene como objetivo la introducción de nuevas tecnologías de información en los sectores usuarios de pequeñas y medianas empresas). Otro ejemplo muy concreto es el del sector textil, conformado por una serie de empresas pequeñas que están muy dispersas, por lo que cada una de ellas, por separado, no podía abordar las inversiones necesarias para la introducción de técnicas en el diseño de sus productos. En función de ello se ha creado un centro único que se gestionó, por ejemplo, un instituto politécnico en el cual se ha creado un centro de desarrollo CAD-CAM que, a través de la telecomunicación, se vincula a puestos de trabajo en cada una de las empresas textiles. De esta manera, un centro que sería muy costoso para una única empresa está siendo utilizado por distintas compañías, gracias a un sistema de telecomunicaciones. (22)

Para llegar a este resultado fue necesario hacer un estudio de factibilidad: primero detectar el sector industrial que tenía tales posibilidades; luego hacer un estudio de costos del servicio, y finalmente desarrollar un plan de formación del personal que utilizaría el centro (persona usuario de las pequeñas empresas). Ejemplos como éste, se están desarrollando en varios sectores de la pequeña y mediana empresa, y esto cubre el hueco de la necesidad de introducción de nuevas tecnologías en los sectores usuarios y no sólo en los sectores productores.

Por último, otra línea de política posible consiste en apoyar determinados productos que puedan ser realizados por las empresas nacionales. Esto, de todas maneras, no deja de presentar el peligro de que, por la vía de apoyar sin más a la industria nacional, se llegue a producir bienes no competitivos.

Hay un programa que es un ejemplo de cómo, utilizando la demanda tecnológica de la administración, se puede apoyar la introducción de nuevas tecnologías en un país: es el caso del satélite Hispasat. El gobierno español había decidido que se necesitaba un sistema de satélites españoles de comunicaciones y se abocó al proceso de desarrollo del proyecto y, sobre todo, a la elección del constructor principal, que evidentemente no podía ser una empresa española, pues no había ninguna que contase con la capacidad de liderar un proyecto de esta magnitud. (23)

Sin embargo, en el momento de la licitación, uno de los puntos que se tuvo en cuenta para seleccionar a la empresa adjudicataria fue el de los retornos indirectos y directos, entendiéndose por retornos directos el porcentaje del satélite base que fuera hecho por empresas nacionales. Por lo tanto, la adjudicataria tenía que firmar compromisos para la construcción de partes del satélite con empresas españolas. Como resultado se puede decir que el 30% del satélite será hecho por empresas españolas. Simultáneamente, por el programa adicional de retornos indirectos, se exigía a las empresas que se presentasen que trajesen documentados compromisos concretos de otras inversiones y del apoyo de centros de investigación, de tal manera que la suma de las inversiones tecnológicas que la empresa realice en España, aparte del satélite, supere el 100% del costo del proyecto. Este es un ejemplo de como, utilizando la capacidad de compra del Estado, se puede comprometer tanto la producción propia, como las inversiones en otros terrenos. Evidentemente, el objetivo es que después del satélite venga la familia, pues el satélite debe ser renovado cada diez años. Lo que se persigue es que la segunda serie pueda ser liderada por una empresa española. (24)

En definitiva, lo que hay que ver es cuáles son los puntos positivos y negativos que un país tiene en el conjunto de la economía mundial, y jugar las cartas de la mejor manera posible, tratando de que las multinacionales instaladas en un país no sólo sirvan para ensamblar.

Es necesario analizar la complejidad del producto a realizar, la fase del desarrollo que se puede hacer dentro del país en cuestión y, en función del interés que se tenga en la implantación, dar o no dar apoyos económicos o fiscales a las empresas que se instalen. En el fondo, lo que hay que tener en cuenta es lo que se ejecuten en el país ideas complejas, **porque la transferencia de la tecnología se hace a través de las personas.** Desde este punto de vista, la formación de recursos humanos en cantidad suficiente crea el terreno abonado donde se pueden recibir los aportes tecnológicos de las multinacionales que se instalan en el país. Creo que éste es el mejor procedimiento para garantizar, a largo y mediano plazo, la transferencia de la tecnología. (25)

C) Política de Investigación científica y tecnológica

La "política científica" es considerada como una ecuación de calidad más oportunidad. En consecuencia, llevar a cabo una política científica consiste en establecer un equilibrio entre la calidad de la investigación que se realiza y la oportunidad.

Esto último hace referencia a las prioridades, es decir, aquellas áreas en las cuales un país, o una comunidad, decide establecer acciones de especial interés. (26)

La política tecnológica podría entenderse como un equilibrio, a veces delicado, entre decisiones que conciernen al desarrollo de tecnología propia en un país o comunidad y a la tecnología adquirida. Está fuera de toda duda que un país cualquiera, particularmente de las circunstancias de Argentina o España, no puede desarrollar tecnología propia es también una garantía de que la tecnología adquirida pueda llevarse a cabo en las mejores condiciones. (27)

Eventualmente, existe una interacción entre la política tecnológica y la política industrial, que se expresa más como renunciadas explícitas que como acciones a llevar a cabo. Esto se debe a que nuestros países deben ser capaces de establecer criterios claros sobre las áreas en las que quieren desarrollarse preferentemente. Por ejemplo hace algunos años España tomó la decisión de no competir en la producción de chips propios y sí, en cambio, la de importar tecnología para su fabricación en el país.

Algunos datos macroscópicos en lo que concierne a la **política científica y tecnológica de España son los** siguientes: la superficie del país es de medio millón de kilómetros cuadrados, aproximadamente, tiene una población de 38 millones de habitantes. El PIB anual es de 380.000 millones de dólares. ¿Quién realiza Investigación en España? Existen tre tipos de centros:

1) Universidades.-Es un conjunto de Universidades Públicas y una Universidad a distancia. en el año 1987, la población universitaria era de 900.000 estudiantes. Hoy ya alcanza el millón. El número de profesores universitarios es de 40.000.

2) Laboratorios nacionales.- El más importante, en esta categoría, es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Es un organismo de naturaleza interdisciplinaria que agrupa a 2.000 investigadores y 5.000 personas de apoyo técnico y administrativo. Su presupuesto anual, en 1987, fue de 242 millones de dólares. Hay otros institutos nacionales conectados con áreas sectoriales bien definidas (energía, geología, investigaciones marinas) y dependen, en general, de los ministerios respectivos.

3) Empresas.-En los últimos años--y, particularmente, desde la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea-- se ha producido un despegue importante en las actividades de I+D de las empresas, muchas veces movido por el efecto de tirón que les ha suministrado su participación conjunta en proyectos de Investigación transnacionales, en relación con el resto de los países comunitarios.

España no se ha caracterizado, tradicionalmente, por su actividad científica y, en la actualidad queda un largo camino por recorrer. Con base en información proporcionada por bases de datos internacionales con respecto a la producción científica de algunos países de la Comunidad Económica Europea se advierte,

desde 1982 hasta 1988, una tendencia constante que acerca la producción científica española a la de las otras naciones de Europa. La producción científica es la cuarta parte de la francesa, pero si se mira hacia el futuro y se mantienen las tendencias se puede ser optimista respecto a que la productividad tienda a ser semejante.

Ahora bien ¿qué ha hecho España para introducir en esta realidad el mencionado balance entre calidad y oportunidad? Dicho de otra manera: ¿cómo España ha conseguido (o está en camino de conseguir) una definición de prioridades en materia de I+D y cómo hacer un balance entre esas prioridades y la defensa de la calidad científica, que es un elemento al que, naturalmente, es imposible renunciar?

El punto que marca la inflexión en el proceso de Investigación científica española en los últimos tiempos es la aprobación por el Parlamento español, en el año 1986, de la Ley de Fomento y Coordinación del Sistema Científico, llamada coloquialmente "Ley de la Investigación" o "Ley de la Ciencia". El instrumento que utiliza esa ley para llevar a cabo sus objetivos es el denominado "Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico" aprobado por el Gobierno en 1987, para un primer cuatrienio hasta 1991, sin perjuicio de que cada año el plan se analice y sea actualizado. ¿Cuáles son los tres elementos esenciales que allí se contienen? Corresponden a estas tres palabras: planificación, coordinación y fomento.

La palabra "fomento" tiene dos concepciones: una ligada al dinero (fomento quiere decir más recursos), pero otra relacionada con una serie de acciones que también fomentan la Investigación científica, pero sin dinero directo. (29)

Con respecto a los recursos, debe señalarse que en 1989 España gastó algo más del 0.9% de su PIB, mientras que la media de los países de la OCDE es del 2%. En segundo lugar, sin embargo, cabe señalar la esperanza, ya que la curva—que era relativamente plana hasta el año 1985—empezó a crecer, y esa tendencia se mantiene a lo largo de los últimos cuatro años. El gobierno español se trazó la meta de alcanzar la cifra del 1 al 1,2% del PIB a partir del año 1992. (30)

D) Financiamiento.

Como en todos los países que emprenden una revolución por la productividad y construyen un sistema de ciencia y tecnología, la participación del sector privado en el gasto es muy importante aunque por lo general escasa.

En 1989 el gasto en I+D en España fue del 0.9% de su PIB, lo que representa una cifra del orden de los 3.500 millones de dólares. Aproximadamente el 45% de esos fondos tienen origen en las empresas y el 55% restante corresponde al sector público ó "administraciones públicas" y "empresas."

España tiene una parte del sector industrial nacionalizado, y eso se contabiliza como gasto empresarial. Por lo tanto, no hay que interpretar los porcentajes como si se hablase de "sector público" y de "sector privado". Si se compara con otros países de la OCDE, se advierte que en España la fracción correspondiente a las administraciones públicas está sobredimensionado o—si se prefiere la parte correspondiente a las empresas— está subdimensionada.

Hay muchas acciones que fomentan la Investigación sin necesidad de recursos adicionales. España ha puesto en práctica algunas en los últimos años. Considerando que una parte importante de la Investigación se genera en la Universidad, aquellas medidas que traten de fomentar la Investigación universitaria revierten, sin duda, en el fomento de la Investigación en el país. En tal sentido, en 1983 se aprobó en el Parlamento Español, la "Ley de Reforma Universitaria" que contempla algunos aspectos relacionados con el fomento de la Investigación en la Universidad: En primer lugar, a la figura de los "institutos universitarios" que empiezan ahora a ser creados con cierta profusión, como unidades incluidas en las universidades, en las cuales el profesorado se dedica primordialmente a actividades de Investigación y que, en muchos casos, tienen financiamiento externo.(31)

Son, así, un punto de encuentro entre las empresas y las universidades. A título de ejemplo, recientemente en Madrid se ha inaugurado un Instituto de Magnetismo Aplicado, financiado por la Red Nacional de Ferrocarriles (RENFE). En segundo lugar, la Ley posibilita (art. 11) que los universitarios obtengan salarios adicionales en función de los contratos de Investigación que puedan tener con empresas. Este ha sido un elemento de motivación para que el profesorado, por decirlo así, saliese de sus "torres de marfil" y tratara de conectarse con el mundo exterior, particularmente la relación universidad-empresa. Las figuras de "profesor asociado" y "profesor visitante", (en particular, la figura del "profesor asociado por tiempo indefinido" está abierta a profesores que no son de nacionalidad española) también han motivado un importante fomento en la Investigación, así como los consejos sociales, gracias a los cuales el presupuesto universitario y otros aspectos importantes están controlados por personas que, en su mayoría, no pertenecen a la Universidad.(32)

Un instrumento más reciente es la posibilidad de aumentos salariales mediante un complemento en función de las actividades de Investigación realizadas por el profesor, previa evaluación por una agencia externa.

Hay otros mecanismos de fomento que sí implican recursos —si bien no directamente— que se refieren a los futuros investigadores. En la actualidad, el cuello de botella de la Investigación española es la escasez de personal. No sería posible aumentar las investigaciones en España sin un mayor número de investigadores. Por esta razón, el esfuerzo en los últimos años para la información de personal ha sido bastante importante.

El número de becarios post-graduados—es decir, becarios que están haciendo tesis doctorales o post-doctorales—ha aumentado mucho en los últimos años y ésta es la auténtica apuesta de futuro. Son ellos quienes forman el capital intelectual y los que permitirán el desarrollo y aumento de las inversiones españolas en I+D..

Otro de los términos que es preciso definir es el de coordinación. El elemento que la "Ley de Investigación" contempla para la coordinación es, esencialmente, una Comisión Interministerial (CI), presidida por un ministro designado por el gobierno que, en la actualidad, es el de Educación y Ciencia.

La CI agrupa a representantes de distintos ministerios que ejecutan Investigación y tiene una doble misión; por una parte, gestiona un Fondo Especial que se crea en relación con esa ley, que se ha llamado Fondo Nacional de Investigación, que tiene gran flexibilidad (no incluye salarios, ni gastos de mantenimiento) y se destina específicamente a la ejecución de proyectos de Investigación. Por otro lado, tiene como misión coordinar el Fondo Nacional con los fondos que están repartidos en los presupuestos de los distintos ministerios. La CI tiene dos órganos: una Secretaría General, con la misión de poner en marcha y ejecutar los acuerdos alcanzados por la CI, y una Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva, que es un organismo externo y tiene como misión evaluar, desde el punto de vista de la calidad, todos los proyectos que se presentan al Plan Nacional. De esta manera se intenta conseguir el equilibrio entre la calidad y la oportunidad que mencionaba al principio. (33)

En la práctica, la coordinación del sistema opera en el esquema tradicional, muy poco coordinado, cada cual paga lo suyo; por ejemplo, el Ministerio de Educación y Ciencia paga, esencialmente, a las Universidades y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El ministerio de Industria paga a los laboratorios nacionales que dependen de él. En forma similar, cada ministerio tiene dependencias muy claras y ejecuta su presupuesto.

El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico se superpone a este esquema, desde el punto de vista de la actividad de coordinación. Para comprenderlo hay que considerar la aparición de una figura nueva que es el Fondo Nacional, dotado en el año de 1990 con una suma del orden de los 225 millones de dólares. El fondo está directamente dedicado a promover actividades de I+D y afecta específicamente a las prioridades del Plan. La afectación del Fondo se coordina con la de los fondos que provienen de los ministerios,

Si, por ejemplo, dentro del Fondo Nacional hay una cierta cantidad, cada año, para el Programa Nacional de Biotecnología, puede ocurrir que determinados ministerios (por ejemplo, el de Sanidad) pongan también una cantidad suplementaria para I+D o, incluso, dispongan de laboratorios que ejecutan acciones en biotecnología. Como se puede ver, se pretende que la gestión sea conjunta.

Los expertos en política científica saben perfectamente que este modelo de coordinación es complejo, sobre todo por los intereses de los distintos departamentos administrativos. Por este motivo, la coordinación es posible solamente mediante estímulos e incentivos. Tal es, exactamente, el esquema en el cual se opera.

Hay dos aspectos más que resulta interesante mencionar en relación a la coordinación. Por un lado, la forma de llevar a cabo de proyectos concertados. Esta figura, que tiene ya una cierta tradición en ese país, consiste en un mecanismo orientado a favorecer el desarrollo tecnológico en una empresa, mediante el cual esa empresa concerta la realización de I+D. El proyecto es financiado conjuntamente por la empresa y por un organismo llamado Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), al que le transfiere fondos el Plan Nacional. Los fondos públicos no pueden representar más de la mitad de la financiación total del proyecto y se entregan en concepto de préstamo, que debe ser devuelto sólo si el proyecto tiene éxito. En caso contrario, se convierte en una subvención a fondo perdido. Por lo tanto el riesgo es compartido. (34)

¿Quién ejecuta la Investigación? En parte, la empresa, y en parte, el centro de Investigación. Para esto no hay límites. Algunas veces, el centro de Investigación lo hace casi todo. Otras veces, la empresa lleva el mayor peso y el centro de Investigación hace sólo una parte. Los resultados, en cualquier caso, revierten sobre la empresa. La normatividad incluye cláusulas de protección a los derechos que se generen. Este es el esquema general que funciona con éxito más que razonable a lo largo de varios años, y ha sido el elemento por el cual las empresas realizan investigaciones conjuntamente con los departamentos universitarios y los centros de Investigación.

El segundo aspecto que conviene mencionar es un ejemplo en el que las empresas, con una actitud activa, van más allá de un proyecto puntual y ponen dinero para apoyar, en común, un conjunto de proyectos que interesa a un sector. Eso es lo que se suele llamar en España la "Investigación precompetitiva". El "proyecto MIDAS" (Movilización de la Investigación del Desarrollo y Aplicación de los Superconductores), por ejemplo, es un programa que coordina la aplicación de fondos provenientes del Plan Nacional con los que ponen las empresas eléctricas españolas. Tal masa de recursos se gestiona conjuntamente para desarrollar superconductores de temperatura de transición alta en distintos laboratorios.

Los desarrollos que se llevan a cabo no son para lograr un producto concreto, sino para realizar una apreciación precompetitiva en un área que interesa al conjunto de las empresas. Este ejemplo tiene el sentido de demostrar que, incluso en un país "moderno"—como es España—en este momento existen

espacios en los que las empresas pueden interesarse, no solamente por desarrollos a corto plazo, sino, incluso, por llevar a cabo actividades a medio y largo plazo.

El concepto de "planificación" despierta pasiones en la comunidad científica casi de cualquier parte del mundo, y ésta tiende a dividirse en dos grupos: por una parte, los presuntamente no dirigistas piensan que "la ciencia" o "la comunidad científica" es como un jardín al que sólo hay que regar. En unos sitios nacerán las plantas y en otros no, dependiendo de dónde haya semillas y dónde la tierra sea buena. Por otro lado, quedan los que quieren planificar todo.

Hay países como el Reino Unido, en el que el efecto orientador de los gastos de defensa constituye una buena guía y bajo costo de desperdicio. El porcentaje de estos gastos supera la mitad de los fondos destinados a I+D y, en su aplicación, son tremendamente dirigidos. Por tanto, la definición de prioridades no significa ningún exceso planificador, siempre que se cuide un aspecto importante: dejar espacios libres para que todo investigador que ofrezca una idea nueva pueda ser financiado, aunque su tema no esté incluido en las áreas prioritarias.

Finalmente, cabe mencionar un programa concreto, conocido como "Promoción General de Conocimiento". Su objetivo es dar apoyo a la Investigación básica y depende directamente del Ministerio de Educación y Ciencia. Por esta razón no está incluido dentro del Fondo Nacional, pero está coordinado con él. En 1989 ese programa representaba el 40% del Fondo Nacional. De esta manera, en España se procura establecer ese balance delicado entre la planificación y la calidad. Es preciso que siempre haya un espacio para permitir la aparición de nuevas ideas. El sistema debe ser capaz de ofrecer tal posibilidad a las personas que han demostrado, con su trayectoria científica, ser capaces de desarrollar Investigación de buen nivel, aunque su tema no esté dentro de las líneas prioritarias. (35)

2).-Plan Nacional de I+D: España.

A) Antecedentes y marco legal

El origen de las primeras actuaciones públicas de promoción y organización de la política científica española se remonta, como en el resto de los países occidentales, a las primeras décadas de este siglo con la creación de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907). Con su patrimonio y el de la Fundación para la Investigación Científica y Ensayos de Reforma, creada en 1931, se fundó en 1939 el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Posteriormente, se constituyeron dos órganos destinados a la planificación de la Ciencia y la Técnica: la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) (1958), que inicialmente dependió del Ministerio de la Presidencia, y la Comisión Delegada del gobierno de Política científica (1963), integrada por los Ministerios de Hacienda, Gobernación, obras Públicas, Agricultura, Industria, Comercio y Educación y Ciencia. Como institución específicamente dedicada a promover el desarrollo tecnológico de la industria, el Sistema Español de Ciencia y Tecnología contó a partir de 1978 con el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CTDI), creado inicialmente como organismo autónomo dependiente del Ministerio de Industria y Energía.

Un momento decisivo para el desarrollo del sistema español tuvo lugar con la promulgación de la Ley Orgánica 11/1983, del 25 de agosto, de Reforma Universitaria (LRU). En ella se reconoce explícitamente la importancia de la actividad investigadora universitaria para el desarrollo cultural, social y económico del país y, en consecuencia, de sus empresas y entidades públicas y privadas. Especialmente en sus artículos 11 y 45, y en los posteriores decretos que los desarrollan, se establecieron las actividades de colaboración en proyectos de I+D entre empresas y grupos de Investigación de las universidades, es decir, se propició el acercamiento de la Investigación académica al mundo productivo.

El paso definitivo para abordar la necesaria reforma del Sistema español de Ciencia y Tecnología en el futuro desarrollo del país, fue la promulgación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y técnica, de 14 de abril de 1986 (comúnmente denominada "Ley de la Ciencia"), que estableció un nuevo marco normativo para la definición y ejecución de la Política Científica y Tecnológica. Por otra parte, un conjunto de regulaciones complementarias, entre las que cabe mencionar la Ley 11/1986, del 20 de Marzo, de Patentes, y la Ley 22/1987, del 11 de noviembre, de Propiedad Intelectual, enriquecieron este nuevo marco. (36)

La Ley de la Ciencia establece el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico como instrumento básico de fomento, coordinación y

planificación de la Investigación científica y técnica, y crea la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) para su elaboración y seguimiento, a la vez que se le encomienda la coordinación del Sistema en el ámbito nacional e internacional; por otra parte, se dispone la creación de dos órganos consultivos: el Consejo General de la Ciencia y la Tecnología, y el Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología.

Asimismo, la citada Ley contempla la situación jurídica de diversos organismos públicos de Investigación y define la coordinación de las actividades de I+D de los diferentes Ministerios con competencias en Investigación, así como la de los organismos responsables de la Política Científica en las Comunidades Autónomas entre sí y en relación con la Administración del Estado. Respecto a los Programas Internacionales de Investigación científica y desarrollo tecnológico con participación española, la Ley encomienda a la CICYT su coordinación y seguimiento, la definición de las exigencias del Plan Nacional en materia de relaciones internacionales y el establecimiento de las previsiones para su ejecución.

La consecuencia del desarrollo de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica ha sido una mayor entre los agentes públicos y privados integrantes del Sistema de Ciencia y Tecnología; los flujos de coordinación derivados de su puesta en práctica se muestra discontinuo. (37)

B) Principales instituciones.

En concreto, la Ley de la Ciencia y la regulación posterior que la desarrolla, determinan la creación de nuevos mecanismos de actuación constituidos por varios órganos que garantizan la correcta participación del conjunto de elementos que configuran el Sistema.

La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT). Es el órgano responsable de la planificación, elaboración, coordinación, evaluación y seguimiento del Plan Nacional de I+D; elabora las directrices generales de Política Científica, define los mecanismos más adecuados para su desarrollo, fija criterios de valoración, selección y control de la Investigación científica y técnica, colabora con los órganos competentes de la acción exterior del Estado en materia de cooperación científica y técnica, bilateral y multilateral, y coordina la participación española en comités y órganos estatutarios de los Programas de Investigación europeos.

Está formada por los representantes de los Departamentos Ministeriales con competencias directas en materia de Investigación y desarrollo que nombra el Gobierno, que asimismo designa al Ministerio que la preside. Actualmente, la CICYT está presidida por el Ministerio de Educación y Ciencia y formada por tres

representantes del Ministerio de Industria y Energía; uno de cada uno de los siguientes Ministerios: Asuntos Exteriores, Defensa, Economía y Hacienda, Agricultura, Pesa y Alimentación, Obras Públicas y Urbanismo, Transportes, Turismo y Comunicaciones, Cultura, y Sanidad y Consumo; y uno del Gabinete de la Presidencia del Gobierno. Actúa como secretario el Secretario General del Plan Nacional de I+D. (38)

LA COMISION PERMANENTE DE LA CICYT. Sus funciones las determina la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y consisten, entre otras, en elaborar los Programas Nacionales de I+D y velar por el buen funcionamiento del Plan Nacional en sus contenidos científico-técnicos. Su estructura orgánica, el personal y los medios de los que dispone están adscritos al Ministerio del que es titular el Presidente de la CICYT. Está presidida por el Secretario de Estado de Universidades e Investigación y actúa como vicepresidente el Secretario General de Promoción Industrial y Tecnológica del Ministerio de Industria y Energía (MINER); además, forman parte de ella el Director General de Investigación científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC), el Director General de Política Tecnológica del Ministerio de Industria y Energía (MINER) y el Director General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda (MEH). El Secretario General del Plan Nacional de I+D actúa como secretario.

EL CONSEJO GENERAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Es un órgano consultivo encargado de valorar el desarrollo del Plan Nacional en los aspectos de coordinación general de la Investigación científica y técnica de las diferentes Comunidades Autónomas entre sí, y de éstas con la Administración del Estado. lo preside el Presidente de CICYT y está formado por un representante de cada Comunidad Autónoma y por los miembros que designe el Gobierno a propuesta del Consejo, de entre los de la CICYT, en número no superior a aquéllos.

EL CONSEJO ASESOR PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Es el órgano que sirve de vínculo efectivo entre la comunidad científica, los agentes sociales y los responsables de programar la actividad científica, garantizando que los objetivos de esta programación se ajusten a los intereses y necesidades sociales. lo preside un Ministerio designado por el Gobierno, actualmente el de Industria y Energía, y lo componen tres científicos de reconocido prestigio, dos representantes de las asociaciones privadas de Investigación, dos representantes de asociaciones empresariales, dos representantes de organizaciones sindicales, un representante de la Secretaría General de Promoción Industrial y Tecnología, un representante del CDTI y catorce vocales designados por el presidente del Consejo Asesor, de los cuales dos han de ser miembros de la CICYT y diez procedentes del empresario industrial.

LA SECRETARIA GENERAL DEL PLAN NACIONAL DE I+D (SGPN). Es la unidad de apoyo a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y orgánicamente depende de la Comisión Permanente.

Entre sus funciones destaca la coordinación de los Programas y actividades nacionales e internacionales del Plan Nacional de I+D, su gestión técnica y presupuestaria y su gestión administrativa. Asimismo, coordina y recaba la información científica y tecnológica necesaria para el cumplimiento del Plan.

LA AGENCIA NACIONAL DE EVALUACION Y PROSPECTIVA (ANEP). Es un órgano de apoyo dependiente de la Comisión permanente de la CICYT, cuya misión consiste en realizar la evaluación de la calidad científico-técnica de las solicitudes de proyectos y demás acciones que las entidades y grupos de Investigación presentan para la ejecución de los Programas del Plan Nacional de I+D; también realiza los estudios y análisis prospectivos en materia de Investigación científica y desarrollo tecnológico que le encomienda la Comisión Permanente de la CICYT. El método de evaluación comúnmente utilizado—aunque no el único dada la heterogeneidad de las acciones a evaluar—es el de "evaluación por pares" (per review). Para el desarrollo de su actividad, la ANEP dispone de un banco de evaluadores integrado por más de 7.000 especialistas, de los cuales 1.400 son extranjeros.

LA COMISIÓN MIXTA del CONGRESO para la INVESTIGACION CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO. Corresponde a esta Comisión elaborar el preceptivo dictamen anual sobre el cumplimiento del Plan Nacional de I+D, realizando así el seguimiento permanente del desarrollo del mismo, y en general, de la Política Científica y Tecnológica del Gobierno de la Nación. Está formada por 22 diputados y 16 senadores.

Además de los mencionados órganos, especialmente creados a raíz de la promulgación de la Ley de la Ciencia, existen otros a los que también les han sido atribuidas determinadas funciones en relación con la gestión de ciertos aspectos del Plan Nacional entre los que cabe citar:

El centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Depende del Ministerio de Industria y Energía y su estructura, funciones y, en definitiva, su papel dentro del Sistema Español de Ciencia y Tecnología fue redefinido en el Real Decreto-Ley 8/1983, del 30 de noviembre, de Reconversión y Reindustrialización y, posteriormente, en la Ley de la Ciencia. En relación con el Plan Nacional de I+D le ha sido encomendado evaluar el interés tecnológico y económico de los proyectos con participación empresarial, promover la explotación comercial de tecnologías nacionales, y colaborar con la CICYT en la obtención de los adecuados retornos científicos, tecnológicos e industriales de los Programas de I+D internacionales en los que participa España. En este contexto, la CICYT encomendó al CDTI la gestión de los Proyectos Centrados, con los que se pretende fomentar la Investigación en las empresas y potenciar la colaboración entre éstas y los CPI.

La Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT). Unidad del Ministerio de Educación y Ciencia que, con cargo a sus propios presupuestos, gestiona el Programa Sectorial de formación de Profesorado y Personal Investigador cuyo objetivo es subsanar la escasez del personal investigador y mejorar su formación, y el programa Sectorial de promoción General del Conocimiento, dedicado a fomentar la Investigación básica de calidad en las distintas áreas del conocimiento; ambos programas están integrados en la Plan Nacional. Asimismo, la CICYT encomendó a esta Dirección General la gestión del Programa Nacional de Formación y Perfeccionamiento de Personal Investigador.(39)

3).-Programas del Plan Español de I+D

Como ya se ha dicho, la Ley de la ciencia estableció el Plan Nacional como mecanismo básico de programación en el ámbito de la I+D y como instrumento fundamental para el desarrollo de la Política Científica Española. En él se fijan los objetivos, se priorizan las acciones para el desarrollo de la sociedad, al mismo tiempo que se apoya la Investigación básica de calidad.

Teniendo en cuenta la situación mencionada y los intereses y necesidades del Sistema español de Ciencia y Tecnología, con el Plan Nacional se propone la consecución de los objetivos expresados en el artículo 2 de la Ley de la Ciencia, que se resume en el progreso del conocimiento y el avance de la innovación y desarrollo tecnológico, lo que consecuentemente supondrá el fomento de la competitividad industrial, la mejora de la calidad de vida, y otros aspectos sociales y culturales con repercusión en el progreso de la sociedad y en su perfeccionamiento.

El Gobierno de la Nación aprueba el Plan Nacional y programa sus actividades en periodos plurianuales, si bien está sujeto a revisión anualmente. Como mecanismo de programación integra el esfuerzo financiero de carácter público en materia de I+D, ordenando la actividad investigadora en un conjunto de Programas de naturaleza diversa que constituyen sus prioridades y programando otras actividades para la consecución de sus fines.

A) Fomento del Desarrollo Científico y Tecnológico

El fomento del desarrollo científico y tecnológico constituye uno de los propósitos esenciales del Plan Nacional. A corto plazo, y de acuerdo con las prioridades establecidas en los Programas Nacionales, las actividades de fomento deben dar lugar a la ampliación de las disponibilidades presupuestarias para la financiación de proyectos de Investigación. A medio y largo plazo deben asegurar--a través de las correspondientes dotaciones--el futuro del potencial investigador, que depende de las inversiones dedicadas a infraestructura y a capital humano.

Con vistas a desarrollar el fomento de las actividades de I+D en España, el Plan Nacional se estructura en los siguientes ejes de actividad:

Proyectos de investigaciones: son una parte esencial de la actividad investigadora de los centros públicos de Investigación y de las entidades de Investigación no lucrativas, cuyo objetivo es la ejecución de una propuesta de trabajo que suele realizarse en un periodo de tres años. La financiación asignada permite al grupo investigador adquirir material inventariable --de costo reducido o medio-- y fungible, así como asistir a congresos y reuniones científicas relacionadas con el proyecto, y otros gastos menores.

Eventos especiales: se trata de actuaciones específicas y puntuales destinadas a complementar y apoyar la ejecución de los proyectos de Investigación, tales como seminarios, reuniones de expertos, etc.

Infraestructura Científico-Técnica: importante eje de actividad cuyo objetivo esencial es proporcional a las instituciones y grupos de Investigación el equipamiento necesario para garantizar la eficaz realización de sus proyectos de Investigación. Las dotaciones para infraestructura se destinan fundamentalmente a la adquisición de grandes instrumentos científicos y al equipamiento de talleres y servicios generales de los centros públicos de Investigación y de las entidades de Investigación sin ánimo de lucro..

Formación de Personal Investigador: en general, se ha enfocado hacia las áreas priorizadas en los Programas Nacionales y tiene dos vertientes: la formación de nuevo personal investigador y el perfeccionamiento del ya existente. El proceso se extiende más allá de las fronteras nacionales y una parte del mismo se realiza en centros de excelencia situados en el extranjero o mediante la estancia en centros españoles de científicos y tecnólogos extranjeros. otra modalidad promueve la movilidad de personal investigador entre industrias y centros públicos de Investigación y la formación de investigadores en las unidades de I+D de las empresas.

Conviene señalar que este Programa Nacional no agota los esfuerzos públicos en materia de formación de personal docente e investigador; se complementa

con el Programa Sectorial de Formación de Profesorado y Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia, cuyos objetivos son en parte coincidentes con los del Programa Nacional, así como con otras iniciativas públicas y privadas.

Proyectos Concertados: sustituyeron a los antiguos Planes Concertados y atienden a un doble objetivo: fomentar la realización de actividades de I+D en el sector empresarial y articular los intereses científicos y tecnológicos con los económicos, es decir, aunar los esfuerzos del Sistema de Ciencia y Tecnología con las necesidades de la industria. La CICYT ha encomendado la gestión de este eje de actividad al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Como instrumento presupuestario de coordinación para el fomento de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico, el Plan Nacional cuenta con la dotación del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica, que a lo largo del trienio 1988-1990 alcanzó la cifra de 556.970 millones de pesetas (unos 5700 millones de dólares).

B) Planificación del desarrollo científico y tecnológico

Como ya se ha dicho, se atribuyó al Plan Nacional la responsabilidad de programar los esfuerzos públicos, en materia de I+D. Así pues, las dotaciones presupuestarias se estructuran en torno a áreas científicas y tecnológicas, gracias a lo cual se determina el destino de los fondos públicos dedicados a actividades de I+D en función del interés económico, tecnológico y social de las mismas y de su adecuación a los objetivos establecidos en él.

Conforman el Plan Nacional los Programas Nacionales, los Programas Sectoriales, los Programas acordados con las Comunidades Autónomas y los Programas Horizontales y Especiales.

Los Programas Nacionales se aprueban de acuerdo con las grandes líneas prioritarias de interés nacional definidas y, por tanto, planifican la Investigación orientada hacia campos específicos preferentes. Su ejecución suele tener un carácter multiinstitucional y su financiación procede del Fondo Nacional de I+D. Abarcan todas las fases del proceso científico y técnico hasta su culminación en la explotación industrial de las innovaciones que pueden derivarse del mismo.

Los Programas Sectoriales se orientan hacia áreas específicas de interés para un organismo o departamento ministerial y su amplitud o interrelación con Programas Nacionales justifica su integración en el Plan Nacional de I+D. Esta interacción se realiza a propuesta del organismo o departamento al que pertenece, que a su vez se ocupa de la financiación, pudiendo ser desarrollado tanto en el propio departamento como en otro organismo público de Investigación.

El Plan Nacional también se ha ocupado de fomentar la Investigación de carácter general, sobre todo en su nivel más básico, porque la consecución de innovaciones tecnológicas en determinadas áreas requiere la realización de un esfuerzo previo destinado a la constitución de una base científica fértil y, asimismo, es necesario mantener un sustrato investigador para asegurar el adecuado nivel de la docencia superior en todas las áreas del saber. De tal propósito se ocupa el Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento del Ministerio de Educación y Ciencia integrado en el Plan Nacional de I+D.

C) Programas del Plan Nacional de I+D.

Programas Nacionales:

Calidad de Vida y Recursos Naturales
Biotecnología
I+D Farmacéutico
Tecnología de Alimentos
Recursos Geológicos
Recursos Marinos y Agricultura
Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental
Salud
Investigaciones sobre el Deporte
Investigación Agrícola
I+D Ganadero
Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales
Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones
Nuevos Materiales
Automatización Avanzada y Robótica
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Investigación Espacial
Microelectrónica
Programas Socioculturales:
Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina
Problemas Sociales y Bienestar Social
Patrimonio Histórico
Programas Horizontales y Especiales
Formación de Personal Investigador
Antártida
Física de Altas Energías
Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico
Interconexión de Recursos Informáticas (IRIS)
Programas de Comunidades Autónomas
Química Fina (Cataluña)
Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria
Tradicional (Comunidad Valenciana)
Programas Sectoriales
Promoción General del Conocimiento (Ministerio de Educación y Ciencia)

D) De la coordinación

Una de las deficiencias históricas del Sistema español de Ciencia y Tecnología era la falta de coordinación de los esfuerzos realizados desde las diferentes instancias; el Plan Nacional ha tratado de subsanar este defecto actuando como instrumento coordinador, es decir, articulando las diversas iniciativas desarrolladas por los diferentes agentes públicos y privados del Sistema.

La coordinación se realiza en tres niveles: en primer lugar, mediante la gestión de los diferentes ejes de actividad del Plan Nacional, en el cual participan diversas unidades de la Administración; en segundo lugar, con la articulación de iniciativas ministeriales de I+D que, por su orientación temática, son acreedoras de una programación general; por último, gracias al fomento de la articulación del sistema de Ciencia y Tecnología con la Industria, entendida ésta como escenario de las actividades económicas. Tal propósito tiene como base la necesidad de incentivar el esfuerzo empresarial en I+D, aprovechar el potencial investigador público para el fortalecimiento de los activos tecnológicos de las empresas, y ligar las tareas investigadoras a las necesidades económicas y sociales y, en definitiva, a las estrategias de las empresas españolas.

La Ley de la Ciencia otorga a la CICYT la facultad de encomendar la gestión de sus acciones a aquellos organismos que en cada caso considere oportuno. Esto produce una diversificación que se justifica, por un lado, ante la necesidad de coordinar las existentes en el Sistema.

Por tales razones, la CICYT ha encomendado al CDTI la gestión de los Proyectos Concertados, así, esta acción del Plan Nacional dirigida a las empresas se coordina con las actuaciones propias del CDTI y con otras del Ministerio de Industria y Energía contenidas en el Plan de Actuación Tecnológica Industrial, publicado en noviembre de 1990.

En esta misma línea, la gestión del Programa Nacional de Formación y Perfeccionamiento de Personal Investigador se ha encargado a la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia, que gestiona asimismo el Programa Sectorial de Formación de Profesorado y Personal Investigador de dicho Ministerio.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias se ocupa de la gestión de los proyectos de investigaciones e infraestructura de los Programas Nacionales de Investigación Agrícola, I+D Ganadero, y Sistemas y Recursos Forestales, coordinándolos con los Programas Sectoriales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Las regiones autónomas se coordinan con base en proyectos especiales aprobados por la coordinación.

La Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) realiza también una importante labor de coordinación por medio de su actividad evaluadora. La confluencia en la ANEP de solicitudes de muy diversa índole y promovidas desde organismos muy diferentes presenta un interés considerable en materia de coordinación, ya que la información agregada que recoge contribuye a mejorar la calidad de la evaluación de las distintas acciones, evita solapamientos no deseados entre las distintas fuentes de financiación y, en definitiva, puede contribuir a lograr una mayor eficacia en la asignación de los recursos destinados a I+D.

E) Articulación del sistema ciencia + tecnología + industria.

Ya se ha indicado que uno de los objetivos del Plan Nacional es promover la I+D en las empresas y su colaboración con los centros públicos de Investigación. Con ello se pretende fomentar la participación de estos centros en las actividades de I+D de las empresas y la adecuada transferencia al sector productivo de los resultados de la Investigación pública que puedan dar lugar a nuevos procesos o productos de interés industrial. Se intenta que la Política Científica se convierta en un instrumento de las diferentes políticas sectoriales y que las actividades de I+D contribuyan al bienestar económico y social. En suma, se pretende que la autonomía del Sistema Ciencia y Tecnología (SCT) deje paso a la articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria (SCTI).

La relación directa entre la I+D y la generación de tecnología, así como la necesidad de una rápida transferencia de los conocimientos dentro del ciclo innovador, requieren una acción concertada y coordinada de todos los elementos que componen el Sistema. El Plan Nacional promueve este tipo de acciones que facilitan la comunicación e intercambios fluidos entre los elementos del mismo, lo cual propicia la formación de un tejido reticular que constituye la trama del SCTI.

La situación en la que se encontraba el Sistema aconsejó dotarlo de una mayor articulación; así, a comienzos de 1989 se diseñó y propició la creación de una estructura dinamizadora, capaz de encauzar los intercambios entre centros públicos de Investigación y empresas, reforzar la función de los Proyectos Concertados, etc.

Esta estructura de interfase está formada por las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) en 37 universidades, 11 organismos públicos de Investigación estatal y de Comunidades Autónomas y 13 asociaciones de Investigación.

Recibe el apoyo de la Secretaría General del Plan Nacional a través de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), creada simultáneamente. La OTT, además de coordinar, anima la actuación de las otras OTRI y las asesora en diversos aspectos de su labor, lo cual potencia su actividad.

Su proximidad a los centros públicos de Investigación facilita el conocimiento del potencial investigador de los mismos y, por tanto, una mejor oferta de dicho potencial a los sectores productivos. La dispersión geográfica de las OTRI favorece el efecto difusor y facilita los contactos entre los distintos miembros del Sistema.

Asimismo, ante la necesidad manifiesta de promover la valorización de los resultados de la Investigación pública, se puso en marcha el Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI), cuya finalidad es dotar a la red OTRI/OTT de un instrumento que permita incentivar a los grupos de investigación básica y aplicada para que dediquen parte de sus esfuerzos a acciones de I+D cuyos resultados puedan ser transferidos fácil y rápidamente a las empresas.

Las referidas acciones de intercambio de personal investigador entre industrias y centros públicos de Investigación, incluidas en el Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, pretenden fomentar la labor de las unidades de I+D en las empresas, así como crear otras nuevas, por medio de la incorporación temporal de investigadores cualificados en las empresas y del flujo temporal de científicos y tecnólogos entre los órganos ejecutores de la I+D.

F) Actividades internacionales

La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología se ocupa de definir las actividades del Plan Nacional de I+D en el ámbito internacional y de realizar la promoción y el seguimiento técnico y financiero de la participación española en dicho ámbito.

Particularmente, España ha apoyado de forma significativa la política de I+D de la CE, entendida como instrumento de modernización de las estructuras productivas, como procedimiento de superación de las disparidades intracomunitarias y como vía de potenciación de la competitividad internacional de las industrias intracomunitarias.

En esta línea, se ha considerado fundamental promover y potenciar la participación de organismos públicos de Investigación, universidades y empresas españolas en los Programas comunitarios, lo cual producirá beneficios, sinergias en el sistema de Ciencia y Tecnología y permitirá mejorar la competitividad en el Mercado Único Europeo.

Además, España participa en los siguientes Programas internacionales de I+D: ESRF (fundación Europea de Radiación Síncrotrón), ILL (Instituto Max Von Laue-Paul Langevin), ESF (Fundación Europea de la Ciencia), EMBO (Organización Europea de Biología Molecular), EMBL (Laboratorio Europeo de Biología Molecular), Programa LEST (Large Earth based Solar Telescope),

Acciones COST (Cooperación Científica y Técnica entre las Comunidades Europeas y Países de Terceros Europeos), ODP (Programa de Perforación del Océano), Proyectos ORFEUS (Observatorio y Medios de Investigación para la Sismología Europea), CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), Plan EUREKA, ESA (Argentina Europea del Espacio), OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), CEPE (Comisión Económica para Europa) y UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (40)

Asimismo, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología junto con la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) co-financian y gestionan el Programa de Ciencia y Tecnología para el desarrollo-Quinto Centenario (CYTED-D), en el que España participa junto a 19 países latinoamericanos y Portugal.

De acuerdo con la estructura orgánica de la Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica (SECIPI), la cooperación científica y tecnológica bilateral en I+D se canaliza básicamente a través de la Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas y la Agencia Española de Cooperación Internacional y se desarrolla al amparo de los correspondientes convenios de cooperación científica y técnica y acuerdos complementarios.

Las modalidades de cooperación contempladas en estos convenios son muy variadas: intercambio de información científica y técnica, intercambio de científicos y expertos, organización de seminarios, reuniones y congresos de carácter científico y técnico, ejecución de proyectos de Investigación sobre temas de interés común, entre otras actividades. (41)

4).-Política de Desarrollo Tecnológico de la CEE.

El modelo de política científica y tecnológica para el desarrollo industrial que llevan a cabo las Comunidades Europeas, resulta más que aleccionador para la región latinoamericana. La Comisión de las Comunidades Europeas, articula a 12 países con vocación de dar pasos concretos hacia la Federación de Estados que, en definitiva, en términos demográficos y geográficos, no representan más que un pequeño promontorio de Asia. Sin embargo este pequeño promontorio tiene una población tres veces superior a la de Japón y un 50% superior a la de EE.UU., los otros dos elementos del trípode que actúa en el mundo en el sector del desarrollo industrial y tecnológico.

Europa tiene una capacidad potencial de comercio muy superior a la de los otros dos miembros de la triada y ha vivido un pasado glorioso económico industrial, que hoy declina dramáticamente en algunos sectores, en función de las competencias que presentan los otros elementos del comercio mundial. El nivel de exportaciones en siete años, del 82 al 89, ha bajado, dentro del conjunto de los países de la OCDE, del 33 al 27%, mientras que Japón creció del 22 al 29% en el mismo período y el de EE.UU. permanece estable. Sin embargo, la balanza comercial entre 1975 y 1985 se ha mantenido dramáticamente, hasta llegar a niveles realmente bajos en la balanza comercial de productos industriales y manufactureros, mientras que Japón ha cuadruplicado su balanza comercial.

Las comunidades europeas están tratando de establecer, con un ritmo bastante rápido, políticas comunes, diseños y esquemas generales, y procura establecer medidas, determinar objetivos y crear fondos para I+D, todo ello tendiendo a un objetivo fundamental: **aumentar la competitividad de las industrias europeas de todos los estados miembros en el mercado mundial, a través del fomento de la investigación y el desarrollo precompetitivo.** Este es un término muy difícil de definir, si no es a través de aproximaciones sucesivas: podríamos decir que el nivel precompetitivo es aquel que permite que dos empresas que compiten en el mercado puedan colaborar y aprovechar ambas o todas las que colaboren en los resultados de trabajos o investigaciones que terminen en modelos de desarrollo, modelos de laboratorio, o plantas piloto.

Por otro lado, podría decirse que la I+D precompetitiva es aquella investigación cuyos resultados requieren trabajos de desarrollo posteriores, con el fin de llegar a su producción industrial y comercialización. Todo esto, en la CEE, está concebido a través de la cooperación como "hilo-conductor" de todas las acciones de investigación científica y tecnológica. En efecto, las normas comunitarias establecen la necesidad de que participen, como mínimo, dos Estados miembros y dos industrias en cada uno de los proyectos que se cofinancian; éste es un principio inquebrantable. En consecuencia, todos los proyectos de Investigación deben ser planteados, no por empresas individuales, sino por consorcios de empresas, laboratorios y universidades. Es imprescindible que las empresas estén presentes y al menos dos de ellas deben ser de países distintos. Esto pone de manifiesto que la internacionalidad de la acción es condición sine qua non. Internacionalidad, además, que debe mantener dentro de cada uno de los proyectos de Investigación cooperativa, en primer lugar, el interés europeo. Este no se garantiza con un solo país, ni con un sector específico o un grupo determinado. Es preciso garantizar, además, el equilibrio de los participantes en cuanto a recursos dispuestos y recibidos por parte de la Comisión, así como la carga de trabajo a desarrollar, la cual debe estar también distribuida entre todos los actores y ejecutores de los proyectos de Investigación.

La segunda condición, si bien no es excluyente, es un elemento absolutamente deseable y fomentado desde la Comisión. Se trata de la intersectorial de las propuestas. Hay que pensar que los programas comunitarios de I+D más importantes están dirigidos al fomento y desarrollo de las tecnologías genéricas. El objetivo es que la tecnología que se desarrolle pueda ser utilizada por el máximo posible de sectores industriales. Puede financiarse, también, Investigación complementaria para adaptar desarrollos tecnológicos ya probados en otros sectores.

El tercer elemento es la cooperación interinstitucional. Esto equivale a decir que la industria tiene que estar siempre presente. Me estoy refiriendo fundamentalmente a programas de Investigación aplicada, ya que existen otros programas de promoción general del conocimiento, en donde participan exclusivamente laboratorios o universidades y, en los que, por consiguiente, no es condición sine qua non la presencia de industrias. En general, los programas de Investigación de tecnologías genéricas de la producción, de la información, de las comunicaciones, de los materiales, etc., suelen tener un pequeño subprograma de acompañamiento, de Investigación fundamental, en donde las industrias no tienen, necesariamente, que coparticipar en cuanto a la definición de los proyectos y a su financiación. Entonces, el tercer elemento es la cooperación interinstitucional, según la cual es conveniente y deseable que estén presentes industrias, universidades y laboratorios. Es decir que el principio director es el establecimiento de redes de laboratorios, universidades e industrias, a través de las fronteras, de las instituciones y a través de los sectores industriales.

Los programas establecidos de esta manera son siempre cofinanciados al 50% del coste total de los proyectos por parte de la CEE, a fondo perdido. Las universidades y los laboratorios públicos tienen derecho a participar de los proyectos, recibiendo el 50% de los costes marginales de la ejecución de la Investigación, puesto que se supone que ya tienen los costes de personal cubiertos por sus presupuestos ordinarios. Dentro de los rubros financiados se incluye la compra de equipamiento y la contratación del personal que sea necesario añadir al equipo ya establecido, para la ejecución de proyectos específicos. La preocupación por este tema, en Europa, es grande; el esfuerzo se incrementa de una manera exponencial, pero el presupuesto comunitario actual para Investigación es de sólo 5.400 millones de ecus, para 4 años. Esto no representa más que el 4% de la suma de los esfuerzos nacionales de los doce países en la Investigación, en esos campos. (42)

Con los fondos comunitarios disponibles para Investigación, por consiguiente, no se puede abarcar todo. Hubo que seleccionar, entonces, algunos sectores prioritarios:

*Recursos Humanos.

*Tecnologías genéricas de difusión, información y comunicaciones.

*Tecnologías de la producción y materiales avanzados.

*Medio ambiente.

*Energías (incluye el programa de fisión, fundamentalmente la seguridad de centrales nucleares y problemas generados por la gestión de los residuos radioactivos o por el cierre de las centrales nucleares existentes y, evidentemente, el programa de energías alternativas).

*Salud.

*Biotecnología.

*Investigación agraria (fundamentalmente dirigida a la industrialización de la producción y los procesos de transformación de los productos agrarios).

La acción se ejecuta siempre a costes compartidos, a través de proyectos de Investigación definidos por los participantes, por los consorcios libremente establecidos, que serán luego los depositarios y los únicos propietarios de los resultados de la Investigación. La comunidad no interviene en este respecto; lo que hace es garantizar que esos resultados se apliquen, porque, en caso contrario, se reserva el derecho de explotarlos a través de su Centro Común de Investigación.

La comunidad tiene cuatro centros de Investigación directa y el Centro Público de Investigación Comunitario. Existen también acciones de Investigación cooperativa, en las que la Comisión lo único que financia al 100% es el secretariado. Se trata de acciones de Investigación que efectúan distintas instituciones, en distintos países, a las que la Comisión, a fin de facilitar su desarrollo (uno de los objetivos básicos es facilitar la creación de redes de mutuo conocimiento, compartir experiencias y resultados) financia al 100% el secretariado de esos grandes grupos, o grandes redes, y la organización de seminarios, conferencias especializadas, etc.

En el campo de la tecnología de materiales y de producción se están implementando dos formas de acción para la modernización de los sectores tradicionales y de la industria manufacturera en general:

1) Los proyectos integrados. Se llama así a un conjunto de proyectos temáticos que responden a las características a las que me he venido refiriendo hasta este momento, y que tratan de poner distintas tecnologías desarrolladas en diversos sectores a trabajar en un objetivo único; por ejemplo, para la protección del medio ambiente (el medio ambiente y las condiciones de trabajo son dos de los elementos que están influyendo en toda la acción comunitaria referida al futuro). Una acción concreta, en este sentido, es el futuro vehículo no contaminante, dentro del sector transporte.

La comisión no va a financiar la Investigación hasta la consecución de un coche comercial, pero sí apoyará económicamente la integración de distintas

tecnologías, originadas en distintos sectores. Para ello, es muy importante la participación de la pequeña y mediana empresa: no sólo los grandes constructores de automóviles, sino también las suministradoras de material, de componentes y las empresas de combustibles, deben trabajar conjuntamente para conseguir un motor que no contamine, o que funcione con determinados combustibles.

En estos proyectos integrados intervienen, evidentemente, los grandes productores, con función de liderazgo. Pero no pueden absorber más del 50 o 60% del volumen del trabajo y de fondos. Esto tiende a garantizar la participación de los suministradores de material y las pequeñas empresas productoras de componentes. Incluso se trata de involucrar hasta el último usuario. Como responsable de la forma de llevar a cabo del programa de vehículo limpio, por ejemplo, la Agencia Danesa del Medio Ambiente participa con voz y voto a la hora de tomar decisiones en cuanto a qué líneas de I+D se van a implementar.

En otro sector, totalmente distinto al de los grandes proyectos y programas, se trabaja en el Programa de Investigación Cooperativa. En Europa, el 80% de la industria es pequeña y mediana; al mismo tiempo, se ha visto que en los programas comunitarios el 60% de las PyME que participan son de menos de 50 trabajadores o de más de 500, pero no empresas de 200 o 300 empleados. No hemos analizado, todavía, a qué se debe este fenómeno de escasa participación de la mediana empresa en los programas comunitarios pero, entretanto, la Comunidad otorga fondos para que un conjunto de PyMEs (siempre garantizando la intersectorialidad, internacionalidad e interinstitucionalidad) se agrupen con un laboratorio o con una empresa mayor especializada, o con un departamento universitario, a fin de definir un proyecto de investigación que se ejecutará exclusivamente en ese laboratorio, pero cuyos resultados pertenecerán al conjunto de empresas. Una de las acciones fundamentales a desarrollar es, entonces, la de estimular la generación de nuevas tecnologías o la asimilación de las existentes. En este caso, mediante el agrupamiento de veinte o treinta PyME en sectores como el calzado, la confección y el cuero. (43)

Por consiguiente, la Investigación es selectiva en cuanto a la fijación de prioridades en unos determinados sectores. Hay también un programa para la formación de investigadores y de tecnólogos, ya que se detecta una grandísima carencia en toda Europa, y es previsible que exista una gran competitividad internacional entre los países más desarrollados para captar recursos humanos.

Hay, por lo tanto, un riesgo de pérdida importante de cerebros. En tal sentido, se han programado acciones de fomento, teniendo en cuenta que en Europa hay doce países, nueve idiomas, doce culturas. Debido a ello, y considerando la necesaria movilidad, hay programas específicos para el aprendizaje de idiomas. Normalmente, hablar tres idiomas de la comunidad es casi el mínimo exigido para trabajar en ella, pero para poder moverse en este mundo de la

Investigación del desarrollo científico y tecnológico, es necesario que en los tres próximos años diez mil ingenieros y tecnólogos pasen al menos dos años fuera de su país. Existen varios programas complementarios, que ya funcionan a nivel universitario y que se van a ir extendiendo a lo largo de toda la cadena del conocimiento.

La subsidiariedad es otro principio fundamental de la acción comunitaria: esto significa que la Comunidad no puede hacer aquello que a nivel nacional o privado se hace mejor. (44)

Finalmente, con respecto a la Argentina, en 1986 se comenzó una primera aproximación, voluntarista e informal, porque en aquel entonces y hasta muy recientemente al ser Gran Bretaña miembro de la Comunidad, no se podía dar un status formal a la cooperación con Argentina. Pero desde el año 1989, dentro de esta situación de buena voluntad, se han iniciado 9 proyectos conjuntos de investigación, más un seminario y la formación de 26 investigadores argentinos en distintos países comunitarios, fundamentalmente en el área de la biología y la química. Argentina ya ha mostrado interés en firmar un acuerdo, que está a punto de discutirse en el Consejo Comunitario.

5).-Política de Desarrollo Tecnológico: El Modelo Japonés.

Cuando las únicas herramientas del ser humano eran sus manos, en primer lugar, y luego la palanca simple, martillos, barretas, tenazas, la tecnología se confundía con la artesanía. La revolución industrial aportó una nueva definición de tecnología, con la introducción de la palanca compleja (la maquinaria), y el uso de la energía externa a sí mismo, el vapor y la electricidad. Hoy se puede afirmar que la tecnología es, en suma, la acumulación de inteligencia más capital, y nos parece que esta definición es buena para entender muchas de las cuestiones que ocurren en el terreno tecnológico.

Cuando nos referimos hoy a tecnologías clásicas y tecnologías de punta, no hacemos más que describir etapas en el proceso de acumulación de capital, por un lado, y de innovaciones tecnológicas, por otro.

En ese sentido, Inglaterra primero, y luego EE.UU. y el resto de lo que hoy constituye el mundo desarrollado occidental, siguen caminos de alguna manera semejantes y representan el típico modelo de desarrollo tecnológico.

En un sintético resumen, la revolución industrial comienza a mediados del siglo XVIII, con la introducción del telar y la invención y aplicación de la máquina a vapor. Con esto se alteraron sustancialmente las formas productivas, la interacción del hombre con la naturaleza y las mismas relaciones sociales y culturales entre los hombres. A partir entonces, la acumulación de capital en forma de maquinaria y de inteligencia humana, a través de continuas innovaciones y de la profundización de las aplicaciones prácticas de la ciencia, conforman la evolución tecnológica del mundo desarrollado occidental hasta el comienzo de la llamada tercera a revolución industrial, ubicada a principios de la década del setenta. Entonces el uso masivo del "chip", provocan un salto cualitativo en el desarrollo de las computadoras, y el crecimiento explosivo de la informática.

Francia en primer lugar, Alemania y EE.UU. más tarde, siguen caminos paralelos y desarrollan inicialmente sus industrias básicas, y posteriormente, si bien con diferentes modalidades, producen los formidables cambios cuantitativos y cualitativos en su estructura socioeconómica, que culmina con su consolidación como modernos países desarrollados.

Muy diferente es el caso del Japón, que comienza su despegue económico y tecnológico casi un siglo después del comienzo de la revolución industrial en Inglaterra, y sin contar, ni remotamente, con las condiciones iniciales que caracterizaron el proceso en el mundo occidental, en particular por su escasez de recursos naturales y económicos y la poca acumulación de conocimientos científicos. Esto es lo que hace que sea de gran interés detenerse en el análisis de este modelo. (45)

No pretendo agotar el tema en esta exposición, simplemente se intenta mostrar como ejemplo de sistema de innovación y de ciencia y tecnología. Sería insólito pretender describir en profundidad en una sola exposición las políticas de desarrollo tecnológico del Japón, uno de los hechos más singulares de esta época, teniendo en cuenta su papel principal entre los factores que han convertido a ese país con total escasez de recursos naturales, sin "ventajas comparativas" visibles, en una de las superpotencias del mundo moderno.

Hasta no hace más de tres o cuatro décadas, el desconocimiento que Occidente tenía de Oriente constituía un hecho normal, no sólo en lo que respecta a su nascente actividad económica; también en lo social y cultural.

Es sorprendente advertir cuánto demoró, en el conocimiento general y aun en el de los "expertos", el percibir unos de los mayores cambios en la situación mundial, hasta que ésta se hizo evidente de manera inequívoca.

Los resultados logrados en poco más de un cuarto de siglo, no sólo han colocado al Japón y a los otros cuatro Dragones del Oriente en una posición expectable en el mundo actual: les ha permitido elevar considerablemente el nivel de vida de sus pueblos, como corolario del crecimiento económico y tecnológico.

Lo espectacular es que capitales japoneses adquieren el Rockefeller Center, en el corazón de oro del mundo occidental. Pero detrás de esto nos encontramos con un conjunto de países cuyas economías han crecido a un promedio considerablemente mayor que la de los países desarrollados del Norte y contrastan con el estancamiento de la economía en el mundo subdesarrollado. Al mismo tiempo, Japón figura hoy en lugar relevante en las estadísticas del ingreso per cápita, superando ya holgadamente los 15.000 dólares por habitante, y participa en más del 10% del Producto Bruto Mundial.

No se puede decir lo mismo de los otros cuatro países industrializados, Hong-Kong, Taiwan, Corea y Singapur, que inician posteriormente su despegue, y cuentan aún con menos recursos, población y territorio. Pero, sin salir de nuestras fronteras, levantando la tapa de una computadora personal, aparecen a simple vista los circuitos integrados "made in" Singapur, Hong-Kong y Taiwan, y dentro de poco veremos los fabricados en Thailandia.

Estamos hablando de desarrollo económico. Quizá sea una simplificación asociar el fenómeno con el desarrollo tecnológico, pero no cabe duda de que uno sigue al otro como la sombra al cuerpo, si aceptamos que tecnología es la suma de inteligencia más capital.

Junto a su impresionante despliegue económico, el Japón fue convirtiéndose de "copiador" en innovador y hoy está en la disputa del primer lugar en el desarrollo de tecnologías de punta, en particular la microelectrónica y la informática. El crecimiento de las inversiones en Investigación y desarrollo constituye una demostración indirecta de la íntima relación entre el crecimiento y el desarrollo tecnológico. No se concibe ya una evolución tecnológica importante que no se sustente en un 10 al 15% del monto de las facturaciones globales, o 2 a 3% del Producto Bruto Total.

Todas estas consideraciones nos hacen pensar que, como objetivo de mínima, se impone para nuestros países el análisis exhaustivo de este fenómeno, despojado de atributos y existencias milagrosas, tratando de descubrir su mecánica. No es posible, por supuesto, analizar el fenómeno tecnológico separado de su contexto histórico, económico, social y cultural. Más aún, teniendo en cuenta que estamos hablando de países con escasas o nulas "ventajas comparativas" en el concierto internacional, carentes de recursos naturales propios y cuyo "gap" inicial en materia económica y tecnológica no era menor que el nuestro en la actualidad; quizá mayor.

Es importante no dejarse engañar por el espejismo del creciente aumento de ese "gap" tecnológico, cuya explicación principal reside en la velocidad de crecimiento de la tecnología, fenómeno característico de nuestro tiempos. Basta recordar, por ejemplo, que desde el invento de la fotografía en 1727, pasaron 112 años hasta su aplicación industrial, 56 años en el caso del teléfono, 12 la TV, 5 el transistor y 3 el circuito integrado. (46)

Cabe ahora formularse otra pregunta. ¿Acaso los japoneses han custodiado celosamente las causas de sus éxitos, cerrando férreamente las cajas fuertes en donde se guardarían las importantes fórmulas secretas? No es así. Pocas veces se ha dado un fenómeno de divulgación tan importante como el de la explicación de las herramientas utilizadas por el Japón para obtener sus resultados.

Es francamente copiosa la literatura sobre las técnicas de management, control de calidad, sistemas de toma de decisiones, etc., y muy en particular, sobre la estructura de administración del Estado. La incorporación de los circuitos de calidad teorizada primeramente en el mundo occidental, fue aplicada con éxito en el Japón, que no vaciló en informar minuciosamente sobre la filosofía y las medidas necesarias para avanzar en esta esencial materia en el mundo de hoy, donde la competitividad tiene uno de sus pilares en la confiabilidad del producto, y la participación y consenso del personal en su fabricación.

La información sobre las técnicas X, Y, y Z de management, ahora la M, que se refiere esencialmente a la interrelación entre la empresa privada y el sector público., ha sido profusamente explicada en textos japoneses en lo que se refiere a la toma de decisiones, reside en el hecho de que en Occidente a una decisión rápida sigue una ejecución lenta, en tanto que en el Japón una decisión lenta es seguida por su rápida ejecución. Esto no es casual sino que obedece a la mecánica del sistema de toma de decisiones.

Normalmente, las decisiones son discutidas y consensuadas de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, de tal modo que al momento de ejecutarlas, todos tienen claro el qué y el cómo de la acción. Creemos que el análisis del paradigma oriental está a nuestro alcance y que de él podemos extraer importantes y útiles enseñanzas.

Desde la válvula electrónica, muchos países no de primera línea estaban más adelantados en ese terreno que Japón. Fabricaban televisores blanco y negro antes que Japón y con más contenido nacional. Hasta fines de la década del 60 la fabricación de componentes electrónicos era comparable en países de América Latina. Pero no era comparable el desarrollo de las industrias de base, en particular la siderurgia.

Hasta principios de la década del 50, el consumo de energía per cápita en Argentina por ejemplo, era mayor. En el año 1949 la Argentina consumía 67 Kg. de acero bruto per cápita y Japón 34; pero ya en el año 1983 Japón quintuplicaba a la Argentina en cantidad de acero por cabeza, y en valores absolutos pasaba a ser uno de los primeros en el ranking mundial.

Hoy es el segundo productor de acero en el mundo, a pesar de no contar con las materias primas esenciales, como lo son el hierro y el carbón. Sin duda el aspecto tecnológico está íntimamente conectado con el resto de las políticas o la falta de ellas, pero en eso no nos detendremos.

Cuando en 1870 varios países de América Latina optaban por un modelo agro-exportador en el marco de la división internacional del trabajo, Japón tomaba conciencia de su atraso tecnológico, y al comienzo del período del Emperador Meiji, inició un rápido proceso de aprendizaje y asimilación tomando como modelo a países europeos, como Inglaterra y Alemania, bajo la consigna de "País Rico-Ejército Poderoso".

El proceso de transferencia tecnológica fue sin duda muy duro y muy costoso, en el cual no dejaron de cometerse errores, que realimentaron un forzado aprendizaje. En pocos lustros la evolución tecnológica alcanzada se traducía militarmente en los éxitos en sus luchas con China y con Rusia.

En esos tiempos la conveniente combinación de tecnología japonesa con la disponibilidad de mano de obra se materializó en la disponibilidad de buena producción industrial a bajo costo.

En correspondencia con el objetivo planteado, la clase militar llega al poder y todo este proceso, culmina con la participación del Japón en la Segunda Guerra Mundial y su derrota, luego de la cual la infraestructura industrial y económica quedó totalmente destruida.

Entonces se orientaron todos los esfuerzos para alcanzar un objetivo mínimo: obtener los niveles de preguerra en materia de producción de carbón, electricidad y gas. La industria minera fue reactivada y más lentamente la producción industrial. En septiembre de 1945, a un mes del fin de la Segunda Guerra Mundial, el nivel de producción de la industria nacional japonesa representaba apenas un 32% del nivel alcanzado entre los años 35 al 37. En esta oportunidad, al igual que en el Período Meiji, el progreso tecnológico fue logrado mediante la importación de tecnología de avanzada desde los países industrializados, y el modelo de desarrollo elegido ahora fue el de EE.UU.

Sin embargo, podemos decir que en lo esencial no se apartó del camino consagrado históricamente.

A pesar de no contar con las necesarias materias primas—que debió importar—lo que hizo fue promover un desarrollo intensivo y acelerado de las industrias clásicas, en particular las primarias, hasta alcanzar su madurez, mientras se organizaban para empalmar con el impulso a las tecnologías de punta.

Los resultados obtenidos en corto tiempo fueron precedidos por definiciones políticas y estratégicas del poder gobernante.

Esto es un llamado de atención hacia quienes, comparten las teorías de que se pueden saltar etapas y que podemos acceder a la biotecnología o microelectrónica, olvidándonos del acero o la petroquímica. Por supuesto, también es un llamado de atención para quienes creen que el desarrollo económico es un producto espontáneo de la actuación de las distintas variables en el marco de la libertad de mercados.

En ese camino, la incorporación de tecnología extranjera resultó un medio más económico y confiable para Japón que tratar de desarrollar localmente, pues no se encontraba aún económicamente capacitado para afrontar los altos costos que conllevan la Investigación y el desarrollo.

Sin embargo, no se limitó a una incorporación pasiva de la misma, sino que la adaptó a sus necesidades, y la fue mejorando hasta lograr innovarla exitosamente. Las primeras computadoras electrónicas comenzaron a ser desarrolladas en Japón a mediados del 50, una década después que en los EE.UU., disputando hoy día la supremacía y el liderazgo en ese renglón. Japón produce actualmente casi el 20% de la producción mundial de computadoras, igual que la suma de todo el occidente europeo.

Simultáneamente, y volvemos a hablar de la indisoluble pareja desarrollo tecnológico más crecimiento económico, de la acumulación de capital en la economía, y en particular en la industria, se traducía en tasas de crecimiento del orden del 10%, llegando a los años 59 y 60 a un valor de 21,1 y 20,7% respectivamente.

Durante casi 20 años, entre el 50 y el 70, la economía japonesa pudo mantener un alto ritmo de crecimiento económico, en gran parte gracias a la inversión en equipos y a las exportaciones de bienes de consumo durables, la rápida expansión de la economía mundial, la abundancia de materias primas y energía importadas a bajos costos, más el desarrollo de exitosas innovaciones tecnológicas.

Aquí nos encontramos con una de las características notables del modelo japonés: su capacidad de reacción ante el cambio de circunstancias. La crisis del petróleo del año 73 produce un achatamiento importante del ritmo de crecimiento.

El gobierno japonés orienta entonces sus esfuerzos a incentivar el desarrollo del sector servicios y de las industrias cerebro-intensivas, entrando en los preámbulos de la sociedad post-industrial, de la sociedad informática o cibernética.

Mientras los EE.UU. hablaban de la sociedad post-industrial, donde la tecnología del software y los servicios en general predominarían y tenderían a reemplazar a la tradicional industria secundaria, Japón avisó el nacimiento de una nueva sociedad, que llamó de "conocimiento intensivo", o "sociedad orientada a la información". No previeron un reemplazo de la industria secundaria, sino que ésta la tecnología del software y los servicios, se sintetizarían en una sola.

Por otra parte, siguiendo el ritmo de las superpotencias, Japón sigue incrementando la inversión en Investigación y desarrollo como porcentaje del producto Bruto Interno, que es actualmente del orden del 3%. Es interesante hacer notar que el Estado contribuye con un 20% de los fondos para Investigación y desarrollo, en tanto que en otros países industrializados dicha contribución asciende a más del 40%.

La transferencia de tecnología, que tradicionalmente iba de occidente a Japón, comienza a recorrer el camino inverso en algunas áreas, muy en particular en la industria electrónica.

Entremos un poco más en las características del modelo.

Sabemos del triángulo ciencia-tecnología.industria, o para expresarlo en términos más clásicos, hablamos de un proceso que comienza con la investigación (etapa de creación del conocimiento), la de difusión (transferencia de tecnología) y la aplicación del conocimiento o innovación técnica. De hecho, muchos se ha hablado y escrito en estas latitudes sobre este tema, y sin duda, con gran autoridad.

Pero, en resumen, la utilidad de una innovación es la de incrementar la diferencia entre el valor de un producto y su costo, o en otras palabras, la de diferenciarlo ventajosamente en un mercado abierto y competitivo. Es, sin duda, en este aspecto, donde la sociedad japonesa ha tendido a destacarse con respecto a los demás países. Una de sus características consiste en la rápida aceptación de nuevos métodos y productos, toda vez que éstos representen una mejora sobre los vigentes.

En nuestros países, aún en el Brasil, la insuficiencia del mercado interno exige "congelar" tecnologías hasta amortizar las inversiones requeridas para su desarrollo, en función de una cierta concepción de sustitución de importaciones. Hoy día, esto conspira decididamente contra las posibilidades de competir externamente y obliga a cerrar fronteras, vía aranceles o policía, para resistir la competencia externa.

Como dijimos anteriormente, en algún momento predominó la idea de que debíamos conformarnos con determinadas tecnologías, en correspondencia con nuestra situación de subdesarrollo. El hecho es que las innovaciones tecnológicas no sólo significan mejorar la estética, la prestación, o la confiabilidad del producto, sino que, casi siempre, reducen su costo.

El campo de análisis es muy extenso y la diferencia entre invención e innovación ocupa muchos capítulos. Dejemos establecida aquí la relevancia del factor "innovación tecnológica", y el efecto palanca que supo dar el Japón a esta materia. En esto incluimos los robots, y el corto tiempo en que las empresas y los trabajadores japoneses aprendieron a usar las ventajas de la computación.

De aquí surgió el concepto de la "automación de oficinas", el de "edificios inteligentes" y la innovación tecnológica en técnicas de manufactura o para áreas de la circulación (almacén, transporte, cuidado, vigilancia) el sistema "just.in.time", justo a tiempo. Esto último ha revitalizado, por añadidura, la posibilidad de que empresas medianas o pequeñas puedan competir y subsistir ventajosamente en un medio más y más competitivo.

Esto ha tenido, además, un efecto importante sobre la fuerza laboral japonesa, que debió repensar el papel que le tocaba cumplir y la forma en que se veían afectadas las futuras posibilidades de trabajo, en función del creciente número de dispositivos automáticos que las empresas tendían a incorporar a fin de incrementar y mejorar la productividad en la producción.

A fines de 1986, Japón empleaba más de 116,000 robots, contra 25,000 en los EE.UU., 12,400 en Alemania Federal y 5,000 en Francia y en Italia. La mano de obra barata ha dejado de ser la tan mentada "ventaja comparativa" del Japón. A pesar de esto, el índice de desempleo sigue siendo inferior al 3%, contra 6% en EE.UU., 8% en Alemania Federal, y más de 10% en Francia (Véase cap. III)

Nada de todo esto fue producido de la espontaneidad, del voluntarismo, o de imposiciones exógenas al sistema, sino claramente producto de correctas decisiones oportunamente tomadas por el gobierno y consensuales por la sociedad a través de mecanismos precisos del comportamiento de la cadena de toma de decisiones. (47)

Para completar estas consideraciones, vale citar, a título de ejemplo, que la capacidad científica o tecnológica no se traduce necesariamente en capacidad innovativa, lo que ocurre notoriamente en la Unión Soviética, con modelos antiguos de computadoras y grandes dificultades para perfeccionar las técnicas de almacenamiento de datos.

Hasta el momento, los expertos coinciden en señalar que los avances tecnológicos en ese gran país distancian cada vez más de los resto de los países industrializados, profundizando su brecha tecnológica, y ésta puede ser una entre las causas de los importantes cambios que estamos advirtiendo en los países del este.

A) La función del gobierno.

El gobierno japonés no se quedó de brazos cruzados frente a la destrucción, consecuencia de la derrota en la Segunda Guerra Mundial. Japón no sólo enfrentaba su original problema de escasez de recursos naturales, y las consecuencias del esfuerzo bélico, sino también una aguda escasez de recursos financieros para sustentar la reconstrucción.

Encaró esta problemática estableciendo precisas prioridades: carbón, acero, industria naviera y generación de energía. Esto se llamó "Sistemas de Producción Prioritaria", y se apoyó en el Banco Financiero de Reconversión. La modernización de la industria nipona se sustentó también en la participación del capital extranjero, tanto en forma de préstamo o inversiones, patentes industriales, transferencia tecnológica y toda en forma de capital tecnológico.

Un papel esencial en esta cuestión es cumplido por el Ministerio de Industria y Comercio Exterior, conocido habitualmente como el MITI, que, desde 1949, tiene la responsabilidad, aunque no exclusiva, de planificar, formular e implementar las políticas industriales en Japón.

Entre las funciones del MITI pueden citarse las siguientes:

- Realizar los pronósticos de mediano plazo referentes a los desarrollos y cambios necesarios que deben efectuarse en la estructura industrial japonesa.
- Fijar las metas que, según su criterio, debe alcanzar el sector privado para que Japón mantenga la competitividad de sus productos en el orden internacional.
- Formular las políticas necesarias para que aquellas industrias consideradas como estratégicas, reciban los capitales necesarios para su desarrollo, a través de los bancos estatales o semi-estatales.

Las principales industrias que se promocionan actualmente son la electrónica, la informática, la biotecnología, y la ingeniería de nuevos materiales, preponderantemente. Es decir todo aquello que hoy denominamos tecnología de punta.

Si bien el MITI considera que el desarrollo tecnológico debe ser llevado a cabo por el sector privado, acepta que ciertos planes, por sus características, deben recibir apoyo gubernamental. Entre otros aquellos que necesitan inversiones importantes

necesitan la coordinación gubernamental por requerirse la colaboración de empresas competidoras
necesitan un prolongado tiempo de Investigación y desarrollo
son de prioridad nacional
Es función del MITI, además:

Seleccionar aquellas industrias que Japón debe desarrollar en el futuro y formular las políticas industriales para apoyarlas. Esto incluye la relativa protección de la competencia extranjera a aquellas industrias poco desarrolladas, y al mismo tiempo incentivarlas, para que logren rápidamente la capacidad necesaria para competir a nivel internacional.

Para ello se utiliza el control de cambio de moneda extranjera, impuestos a las importaciones y control de las mismas, control de las inversiones extranjeras, etc. Desde principios de la década del 80 se ha tendido a enfatizar la asistencia financiera y las exenciones impositivas. Existen también "barreras no tarifarias" basadas principalmente en la exigencia de cumplir determinadas normas de control de calidad, reguladas cuidadosamente.

Las barreras "invisibles" residen en el deseo de la población de comprar productos japoneses, o en las empresas japonesas que tienden a comprar a los miembros de su grupo empresario, desplazando así a los proveedores extranjeros.

Es obvio que con todos estos condicionamientos es una pura fantasía referirse a mercados libres y transparentes.
El MITI también:

- Promociona las industrias del futuro y colabora con las llamadas recesivas para ayudarlas a diversificar sus actividades.
- Actúa como coordinador de proyectos de Investigación y desarrollo que se llevarán a cabo con la participación del gobierno y el sector privado. Por ejemplo, los proyectos de "automatización industrial", "optoelectrónica", proyecto nacional de computadoras super-rápidas.

Uno de estos programas, que ha adquirido notoriedad a nivel internacional, es el llamado "Proyecto Quinta Generación", que se refiere a la próxima generación de computadoras con un nivel de inteligencia superior a las utilizadas actualmente. Esta lista no es de ninguna manera exhaustiva, se trata de mostrar los alcances de la I+D en este país.

El MITI es asesorado por un gran número de cuerpos consultores formados por expertos; asesores del gobierno, representantes de la industria, miembros del conjunto de la comunidad financiera, trabajadores, educadores, periodistas y consumidores.

Es decir que el MITI refleja a aquellos a quienes regula, aunque no es, conceptualmente, un organismo autónomo de la sociedad. Ninguna de las funciones descritas podrían llevarse a cabo si no existiese estabilidad y continuidad en el largo plazo en los objetivos fijados por el gobierno japonés para las políticas industriales, y un consenso general con respecto a la bondad del sistema.

No es el MITI única organización a través de la cual el Estado interviene, influye, modifica y regula las actividades públicas y privadas. Existen muchas más y entre otras, una institución de vital importancia en este esquema la constituye el Export-Import Bank, establecido en 1950. El propósito de este banco es facilitar el intercambio económico con los otros países a través de mecanismos técnicos y financieros. La existencia del Export-Import está esencialmente basada en que la actividad privada es insuficiente para sostener proyectos de largo aliento, por la necesidad de importante provisión de fondos en el largo plazo y el riesgo involucrado. El Export-Import Bank está definido como una institución gubernamental independiente y el capital del banco es aportado por el gobierno con fondos de la cuenta especial de inversión industrial.

Esto se ha logrado en el Japón a través de la acción coordinada de los organismos gubernamentales con las poderosas asociaciones que representan el interés privado. El estado ejerce una decidida y fuerte acción en las decisiones estratégicas, y cuenta con una burocracia estatal notablemente profesional y estable. Al mismo tiempo, en el sector privado rige la más aguda competencia.

Están presentes todas las virtudes de la democracia, y simultáneamente el poder es compartido con fuertes corporaciones empresariales y organizaciones gremiales orgánicamente instaladas en el sistema. Tecnológicamente, su característica saliente reside en la utilización de toda herramienta idónea disponible, tanto en materia de transferencia de tecnología como de participación del estado y del sector privado, mancomunadamente con la inversión nacional y los capitales extranjeros. Sobresale la ausencia de actitudes dogmáticas, salvo aquellas que definen el interés nacional. (48)

B) El Sistema de Ciencia Tecnología e Industria.

Para la elaboración de un sistema nacional de Investigación y desarrollo deben tomarse en consideración tanto la etapa como el momento en la transformación productiva. Así por ejemplo, mientras Francia, EE.UU. y la Gran Bretaña se dieron a la tarea de desarrollar sus industrias básicas, el caso de Japón fue diferente.

Japón tuvo que partir de una realidad muy distinta caracterizada por la escasez de recursos naturales, y la carencia de ventajas comparativas visibles. Se partió también de la premisa de que el desarrollo económico y el tecnológico van de la mano y se siguen el uno a otro.

Una de las claves del éxito para el despegue económico y tecnológico del Japón radica en observar el proceso de toma de decisiones para garantizar que se tomen lentamente, pero que se ejecute de forma rápida. Esa es la diferencia entre Japón y Occidente.

Las decisiones son discutidas y consensuales de arriba a abajo. En su ejecución todos saben que hacer, además, el Estado japonés ha sido el garante y generador del consenso social necesario para hacer del desarrollo tecnológico una prioridad nacional.

C) Condiciones para la obtención del progreso tecnológico

El progreso tecnológico se logró a través de:

La importación de tecnología avanzada, por ser más barata y confiable.

El desarrollo intensivo y acelerado de las industrias clásicas especialmente la industria primaria, hasta lograr su madurez.

Incorporación activa de tecnología. Es decir, tener la capacidad de reacción ante el cambio de circunstancias.

Se avizoró el nacimiento de una "sociedad de conocimiento intensivo", una "sociedad orientada a la información".

Desde el fin de la II Guerra Mundial, Japón sigue aumentando el gasto e inversión en I+D como porcentaje de su PIB: 3%, del cuál el Estado participa con un 20% (el más bajo de los países de la OCDE). (49)

D) Supuestos del Modelo japonés

El modelo japonés parte del supuesto de que existe un triángulo entre la ciencia, la tecnología y la industria.

Deben darse tres pasos:

1. **Investigación**, es decir, la creación de conocimiento;
2. **Difusión** del conocimiento, a partir de la transferencia de tecnología.
3. **Aplicación** del conocimiento, es decir, la innovación tecnológica.

La utilidad de la innovación es la de aumentar la diferencia entre el valor y el costo del producto o diferenciarlo ventajosamente en el mercado abierto y competitivo. Así, Japón se enfocó a la innovación en robots, y en este contexto, los trabajadores japoneses aprendieron a usar las ventajas de la computación y desarrollar la automatización de oficinas, edificios inteligentes, etc.

Lo más sobresaliente es quizá la innovación tecnológica en técnicas de manufactura y la aplicación del sistema **Just in Time**, que permite a la pequeña y mediana empresa subsistir y competir ventajosamente.

Hay que repensar el papel de la fuerza laboral, porque con las nuevas tecnologías administrativas y de organización, la mano de obra ya no es una ventaja comparativa para Japón. A pesar de ello, Japón tiene un nivel de desempleo menor al 3%, contra 6% de los EE.UU., 8% de la Gran Bretaña y más de 10% en Francia.

E) Política gubernamental

El la década de los 40, se definió que la función del gobierno sería primeramente la de establecer prioridades precisas mediante un "Sistema de Producción Prioritaria" apoyado principalmente en el Banco Financiero de Reconstrucción. Desde entonces se han ido modificando las estructuras, pero el Estado sigue teniendo una función reguladora, coordinadora y de planeación.

Así, se creó el **Ministerio de la Industria y Comercio Exterior (MITI)**, cuyo función inicial fue la de canalizar la participación del capital extranjero. Ahora el MITI tiene las siguientes funciones que lo han convertido en organismo principal de acción gubernamental.

1. Realizar pronósticos de mediano plazo sobre el desarrollo y cambios necesarios en la estructura industrial
2. Fijar metas para que el sector privado mantenga la competitividad industrial.
3. Formular políticas para que las industrias estratégicas tengan garantizados los recursos para su desarrollo.
4. Apoyar planes
5. Seleccionar industrias que deban desarrollarse en el futuro.
6. Promocionar "industrias del futuro" y apoyar a las industria recesivas para que se diversifiquen.
7. Coordinar proyectos de Investigación entre el gobierno y la iniciativa privada (p.e. "Proyecto Quinta Generación").

El MITI es asesorado por muchos y diversos grupos -usuarios- de todos los niveles. Además del MITI está el Export-Import Bank, su existencia reconoció el hecho de que algunos sectores de la iniciativa privada no son capaces de financiar proyectos de largo plazo. Sus objetivos son los de facilitar el intercambio económico con otros países vía mecanismos técnicos y financieros. Es un organismo autónomo, pero recibe recursos gubernamentales destinados específicamente para ello. (50)

6) Sistema de Innovación y Política Tecnológica: el caso de E.U.

Como hemos planteado, la tecnología y, en particular el proceso de **tecnoglobalización**, desde los semiconductores hasta las supercomputadoras, los **jumbo jets**, es el factor más importante que dirige la competencia global.

El paso acelerado de la innovación tecnológica está haciendo proliferar nuevos negocios, transformando los antiguos y redefiniendo las reglas del éxito competitivo. El debate nacional acerca de la competitividad de la industria de los Estados Unidos y del papel que debe jugar el gobierno (también en este país) para mejorarla, se convirtió cada vez más en un debate acerca de la competitividad.

Este debate, como hemos visto en los casos de Europa, Japón, América Latina, se centra en la cuestión de si el gobierno puede o debe jugar un papel activo en la estimulación de la innovación tecnológica- industrial. Los teóricos de la política tecnológica argumentan que la capacidad de la sociedad para sostener la innovación tecnológica es crucial para el bienestar económico. En un momento en el que las compañías estadounidenses están continuamente perdiendo sus cuotas del mercado en los sectores estratégicos de alta tecnología, el apoyo del gobierno para la I+D en "tecnologías críticas" es absolutamente esencial.

Los críticos argumentan que independientemente de lo doloroso que sea el que las compañías estadounidense estén perdiendo su porción del mercado, cualquier cura gubernamental causaría más daño que la propia enfermedad. En una economía global en la que el capital, la tecnología y las personas son móviles y las barreras al comercio están cayendo, la innovación también se vuelve un proceso global. De este modo, cualquier esfuerzo por parte del gobierno "para rescatar a los patos sanos" (contrario al significado de dejar "morir a los patos cojos" en la recuperación), o por el contrario, ejercer un control tecnológico unilateral se restringe a sus propias fronteras y es ciertamente opacado.

El punto no es si los E.U. deben tener una política tecnológica; en realidad se refiere a cuál tipo de políticas y programas gubernamentales son adecuados en este nuevo ambiente tan altamente competitivo. Los críticos, quienes atacan la mera noción de la política tecnológica como un tipo de nueva idea radical y peligrosa olvidan que los E.U. han tenido una política tecnológica desde finales de la II Guerra Mundial, y que gasta mas de 70 billones de dólares anualmente para su cumplimiento. Esta política toma la forma primordialmente de gasto gubernamental en I+D relacionados a la defensa o en el desarrollo de tecnologías militares. (51)

Quienes apoyan la política tecnológica correctamente argumentan que mucho de este dinero se necesita para cambiar de las aplicaciones militares a las aplicaciones de uso civil. En el proceso, sin embargo, generalmente terminan compartiendo algunos de los supuestos equivocados que configuran los propios programas gubernamentales que desean redirigir. Dan por sentado que el propósito primordial de las políticas gubernamentales es crear nuevas tecnologías, pero en un ambiente competitivo caracterizado por una innovación permanente, la mera creación de nuevas tecnologías -sean estas militares o civiles-, ya no es suficiente, como tampoco lo es el fundar la investigación básica en las universidades. Ambas formas están demasiado alejadas del rápido paso de la innovación comercial que se requiere para competir en los mercados de alta tecnología. Por ejemplo, los consumidores de aparatos electrónicos, en los que los competidores japoneses han triunfado a partir de una comercialización exitosa de las innovaciones técnicas que como las VCR fueron inventadas en los E.U. Cada vez con mayor frecuencia, el éxito competitivo es de las compañías que pueden absorber y aplicar nuevas tecnologías rápidamente sin importar en donde se originaron (ver capítulo 2, Investigación y Desarrollo y Comercialización de Tecnologías).

Si bien la política tecnológica del gobierno juega un papel importante en este proceso, en lugar de concentrarse en la "oferta" de nuevas tecnologías, el gobierno debe estimular la "demanda " de ideas innovadoras para ayudar a las compañías a lo largo del espectro industrial a que aceleren la comercialización de estas buenas ideas para alcanzar o satisfacer necesidades empresariales específicas. Esto puede ser hecho al estimular la Investigación conjunta (collaborative) entre las compañías, por un lado, y la industria, las universidades y los laboratorios gubernamentales, por el otro; al invertir en la infraestructura tecnológica sobre la cual toda innovación está basada, y ayudando al desarrollo de las herramientas y técnicas que las compañías en general necesitan para ser más productivas.

Las limitaciones del debate de la política tecnológica evitan sugerir los lineamientos para una estrategia nacional de inversión tecnológica desde el enfoque de la demanda. Pero, para movilizar apoyo político para esta alternativa, se requiere mucho más de un interés activo en las políticas tecnológicas federales por parte de los ejecutivos de negocios y no solamente de aquellos empresarios en los sectores de alta tecnología. La política tecnológica es demasiado importante como para dejarla exclusivamente en manos de los burócratas "especializados". (52)

7).-Políticas Científicas y Tecnológicas en América Latina y en México.

A) Esquema para América Latina.

I. Etapas

1ª Etapa (anterior a la década del 50)

Contexto cerrado y cuasi elitista, sin reconocimiento o apoyo de la sociedad o el gobierno.

Se desarrolló la Investigación en medicina y sus ciencias conexas en países como Argentina, Brasil, México, Uruguay y Venezuela.

2ª Etapa (década de los 50 hasta mediados de los sesenta)

Papel fundamental de la UNESCO.

Se implantan las primeras políticas explícitas para el desarrollo científico y para la creación de una infraestructura, y organismos de coordinación.

3ª Etapa (1964-75)

Se constata la relación entre la I+D y el crecimiento económico.

El objetivo es la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo económico.

Fundamental el papel de la OEA como promotora de esta toma de conciencia, análisis y evolución.

4ª Etapa (1975 a la fecha)

En países desarrollados se profundiza la evolución de las políticas en C&T.

Se desmitifica a la ciencia como factor absoluto de progreso y desarrollo y se centra como un desarrollo armónico e integral.

Da apoyo a la innovación tecnológica y a la priorización de sectores, se caracteriza por una mayor atención a los problemas del aprovisionamiento de recursos a largo plazo.

Nada de esto fue hecho en América Latina.

El común denominador en América Latina es la crisis, la presencia de la OEA, pero sobretodo, la creciente presencia del BID:

El BID aporta recursos importantes en Argentina, México, Colombia, Venezuela, Costa Rica y Uruguay para financiar programas que busquen:

- a) Reforzar la infraestructura: grandes laboratorios de uso común para los institutos,
- b) Reforzar programas de Investigación y desarrollo
- c) Formación de recursos humanos en el exterior
- d) Programa especial de vinculación tecnológica entre organismos del sistema científico y el sector productivo.

En América Latina se tiene ya una infraestructura aceptable, pero no es suficiente para hacer política tecnológica. En este sentido, el aporte más racional debería ser la propuesta de una política tecnológica.

II: Premisas y puntos que han guiado la política científica tecnológica de la región

Fin de las ventajas comparativas en materia de recursos humanos
Cada vez más las ventajas para competir pueden ser construidas a partir de la disponibilidad de tecnología la capacidad de innovar.

La creación de capacidad para innovar requiere de un aprendizaje, en un proceso de largo plazo.

América Latina tiene un 2% del gasto mundial en investigación y desarrollo, siendo este un gasto muy marginal en esta materia.

Actualmente sólo México, Brasil y Cuba invierten más del 0.5% de su PIB en I+D, el resto de los países invierte menos de esa cifra.

La mayor parte del gasto en I+D es ejecutado por el sector público (80 o 90%).

En su mayor parte este gasto consiste en gastos corrientes. Se estima que en América Latina más de un 80% de las investigaciones de desarrollo, salvo los aportes del BID se dedican a cubrir este tipo de gastos.

Se advierte un desbalance notable y perjudicial, puesto que aquellas instituciones que tienen el mayor número de personal investigador reciben en general los menores presupuestos. Por ejemplo en Perú, la Universidad tiene el 50% de los investigadores y recibe sólo el 9% del presupuesto de ciencia y tecnología.

El gasto del sector privado en I+D es muy escaso o inexistente y se centra en sectores de agricultura y salud, desatendiendo el sector industrial.

Sólo el 15% de las patentes registradas en América Latina provienen de empresas de los propios países latinoamericanos.

La innovación tecnológica en América Latina se da principalmente en la *innovación menor*, es decir, la adaptación y la mejora.

Los siguientes son algunos de los puntos fundamentales que han sustentado la ejecución de políticas en I+D en América Latina.

- 1) Confusión entre ciencia y tecnología. Cuando se creía hacer política tecnológica se hacía en realidad política científica. Se olvidó que tecnología significa mercado.

- 2) Concepción de la existencia de un sistema científico tecnológico. Pero en realidad no se ha funcionado sobre la base de un sistema, pues las instituciones han actuado con objetivos específicos e individuales.
- 3) Las políticas partieron de una concepción del Estado que está siendo modificada de manera radical y que sólo en casos aislados fue cumplida.

Se consideró un Estado con capacidad de planificar a largo plazo.
Se planteó un Estado con una función reguladora.
Se le dio al Estado el papel de financiador de desarrollo científico y tecnológico.
Se supuso que el Estado podía tener una función de promotor de desarrollo tecnológico.

- 4) A pesar de que los órganos de ciencia y tecnología han sido dependencias del Ministerio de Educación, se ha supuesto que los recursos humanos que están siendo producidos por universidades estaban siendo adaptados a las necesidades de producción y esto ha sido un error.
- 5) Otro propósito ha sido alcanzar una autonomía tecnológica nacional. Este objetivo fue planteado en un momento en que la frontera tecnológica internacional se desplazaba de una manera lenta y donde aparecían oportunidades para los países en desarrollo, de acercarse con un esfuerzo relativamente factible. Sin embargo, las condiciones actuales son claramente distintas.
- 6) La política científica se basó en un modelo de sustitución de importaciones que ya no es posible en estos momentos.

Los cambios en la economía mundial, el reto tecnológico actual y los cambios en las condiciones macroeconómicas de Latinoamérica son tan importantes que es imposible que en la ejecución de estas políticas ignoremos los cambios que se están dando.(53)

B) Política mexicana de Ciencia y Tecnología: La Vinculación de la Investigación y el Sector Productivo y La Formación de Recursos Humanos.

Esta parte pretende exponer una versión apegada a la política oficial, para después analizar parte por parte la situación real de la investigación y desarrollo y del subsistema de investigación científica y tecnológica.

La necesidad de ampliar la relación entre el sector productivo y las instituciones de investigación superior asigna al sector público un papel central como enlace entre ambos: como impulsor de una mayor vinculación y como proveedor de financiamiento de las actividades de investigación científica y tecnológica con orientación industrial.

El Gobierno intenta promover una mayor participación del sector productivo por medio del financiamiento conjunto de proyectos y centros de investigación relacionados con la actividad industrial. Con esto se pretende que en el mediano plazo sea el sector productivo quien financie en su totalidad estos proyectos y centros de investigación, dejando al gobierno la canalización de recursos hacia la ciencia básica.

Asimismo, el Estado apoya la formación de recursos humanos de alto nivel, tanto en el país como en el extranjero y se diseñan mecanismos para incentivar a los investigadores nacionales a permanecer en el país.

Los objetivos generales de la política de ciencia y tecnología, plasmados en el Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994 son, en el campo de la ciencia, mejorar y ampliar la formación de recursos humanos, articular la actividad científica del país con las corrientes mundiales del conocimiento y contribuir al entendimiento de la realidad y de los problemas nacionales en las diversas áreas de la actividad científica; en el campo tecnológico, elevar la capacidad tecnológica del país para atender las demandas de bienestar de la población; apoyar con tecnologías modernas y adecuadas a las condiciones del país, la prestación eficiente de los servicios de salud, educación y vivienda, así como la protección del medio ambiente.

Para alcanzar estos objetivos y como parte de la estrategia general, fue necesaria una mayor canalización de recursos públicos a la investigación científica y de la modernización tecnológica del país: seguirá aumentando, previa evaluación y en tanto las condiciones económicas del país lo permitan, el apoyo federal se incrementará. (54)

CONACYT

El CONACYT, como brazo ejecutor del gobierno federal de la política nacional de ciencia y modernización tecnológica ha diseñado y readecuado mecanismos y programas a través de los cuales se busca corregir los principales problemas que enfrentan estas actividades en el país, así como propiciar una relación más cercana entre las empresas y la comunidad científica.

Como apoyo a la estrategia de ciencia y tecnología, para 1991 se incrementó el presupuesto federal asignado al CONACYT en 14.2% en términos reales, respecto a 1990, al alcanzar en 1991 un monto de 274.5 miles de millones de pesos. De este total el 82% se destinará a transferencias al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

En apoyo a las actividades científicas y tecnológicas con la creación de fondos de financiamiento: para retener en México y repatriar a los investigadores mexicanos, para cátedras patrimoniales de excelencia, para capacidades científicas y estratégicas, para el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica.

Asimismo, el CONACYT realiza acciones para contratar financiamiento externo, como fuente alternativa y complementaria del presupuesto público.

Para la eficiente y transparente asignación de las transferencias al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el Consejo ha definido nuevos criterios: todas las propuestas que se presenten a CONACYT se someterán a concurso; se crearon comités de Evaluación y un cuerpo de árbitros que se encargarán de evaluar y analizar las propuestas bajo los criterios de calidad de los proyectos en materia de Investigación científica y de viabilidad económica en modernización tecnológica.

Entre los mecanismos y programas que el CONACYT ha readecuado y establecido con el fin de coadyuvar a los objetivos de la política de ciencia y tecnología del Gobierno Federal en materia de vinculación de los sectores académico y productivo, destacan el Fondo para la Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica de México (FIDETEC), el Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas Estratégicas y el Programa Nacional de Incubadoras de Empresas con Base Tecnológica y el Programa de Formación de Recursos Humanos..(55)

El Fondo para la Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica de México se crea con el fin de apoyar proyectos de Investigación y desarrollo tecnológico que cuenten con un usuario final, que en todos los casos deberá ser una empresa privada. Como requisito indispensable el usuario deberá comprometer recursos financieros al desarrollo del proyecto, con fondos concurrentes, o como deudor solidario en el caso de las pequeñas y las microempresas.

Los proyectos elegibles para recibir apoyo del FIDETEC serán siempre de Investigación y desarrollo tecnológico. De esta manera, se logrará una mayor interacción entre los centros de Investigación y las empresas, aún cuando el desarrollo se realice dentro de las instalaciones de estas últimas. Además de cumplir con criterios técnicos básicos, los proyectos fortalecerán la creación de capacidades y producirán externalidades positivas que beneficien a las empresas y a los consumidores.

La definición de los porcentajes de aportación que respectivamente correspondan al Fondo y al usuario, dependerá del riesgo de cada proyecto y del

tipo de actividad de que se trate, ya sea ingeniería inversa, desarrollo tecnológico, adaptación, asimilación de tecnología, así como de las características de la empresa. Excepcionalmente, en el caso de las microempresas que así lo ameriten, el Fondo podrá aportar hasta el 100% de los recursos.

Como parte de la estrategia de vinculación entre el sector productivo y las instituciones y centros de Investigación, se crea el Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas Estratégicas cuya finalidad es participar, bajo el concepto de recursos concurrentes en la creación de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico conjuntamente con empresas de una misma rama económica, cámara industrial o sector.

Los centros de nueva creación serán administrados por las empresas participantes, las que financiarán en forma conjunta el gasto corriente y de administración, y podrán recibir apoyo del FIDETEC para la realización de proyectos.(56)

En estos centros se llevarán a cabo actividades como Investigación aplicada y desarrollo de tecnologías precompetitivas y tecnologías maduras; introducción y adaptación de tecnología; ingeniería inversa y mejora de las capacidades manufactureras en los productos y procesos del sector industrial; y apoyo a la industria en consultas técnicas y servicios de ingeniería.

El apoyo del Fondo en la creación de centros será por tres años, a cuyo término los centros pasarán al sector privado. Para apoyar la generación de empresas de alta tecnología y fomentar el desarrollo de innovaciones en empresas ya constituidas que no puedan llevar a cabo su propio desarrollo, se constituyó el Programa Nacional de Incubadoras de Empresas con Base Tecnológica.

Las incubadoras deben ser autofinanciables y el CONACYT participará sólo en el inicio de su operación con capital semilla, el cual deberá ser recuperable. Este capital semilla produce un efecto multiplicador en las inversiones del sector productivo en Investigación y desarrollo tecnológico.

Entre los servicios que ofrecen las incubadoras de empresas se encuentran albergue, gestión tecnológica, asesoría financiera, administración y capacitación empresarial.

Una variante del programa de incubadoras de empresas con base tecnológica, es el de empresas nodrizas. A través de éste esquema se apoya el desarrollo de nuevas empresas que serán proveedoras de productos a grandes empresas que normalmente adquieren sus productos en el extranjero. Con este programa las empresas locales incrementan su productividad al recibir beneficios de las contratantes en experiencia técnica y administrativa.(57)

Las empresas que se creen bajo este programa podrán recibir apoyo del FIDETEC para la realización de proyectos.

La infraestructura científica y tecnológica del país ha sufrido un marcado deterioro durante los últimos años. Esto se busca corregir por medio del Fondo para el Fortalecimiento de la Infraestructura Científica y Tecnológica. Los recursos del Fondo se canalizarán al fortalecimiento del apoyo de proyectos de calidad para infraestructura científica y tecnológica de los centros de investigación y desarrollo y de las instituciones de educación superior, que requieran adquirir equipo y material científico para su operación.

El Fondo financiará parcialmente la adquisición de equipo y material y el financiamiento estará sujeto al requerimiento de aportar recursos concurrentes.

La canalización de recursos, tanto públicos como privados, hacia el financiamiento de proyectos de Investigación científica y tecnológica, y hacia la creación de la infraestructura necesaria para su desarrollo, resulta obsoleto si no se complementa con los recursos humanos que tengan la capacidad de innovar, de llevar a cabo la investigación y de desarrollar los proyectos. Es por esto que, para lograr el desarrollo integral de la Investigación científica y la modernización tecnológica CONACYT readecua y fortalece el Programa de Formación de Recursos Humanos en ambas áreas.58(29)

En el caso particular de la Formación de Recursos Humanos para la Modernización Tecnológica, el CONACYT impulsará los programas de las instituciones de educación superior para que respondan a las necesidades del sector productivo, propiciará la participación de empresas en la orientación y el financiamiento de estos programas a nivel posgrado, fomentará la capacitación de personal en las industrias para establecer y operar centros de Investigación y desarrollo y pondrá en marcha acciones de coordinación y concertación que logren el aprovechamiento de los recursos y la infraestructura disponibles, tanto en los centros de Investigación y docencia nacionales, como en el sector productivo, para mejorar los procesos tecnológicos, la eficiencia y la productividad.

Otro brazo de política corresponde a la asignación de becas en el país y el extranjero, así como de apoyos complementarios a los programas de posgrado para promover la formación de recursos humanos de alto nivel en el país. Desde 1991 se aplican nuevos mecanismos que permitirán identificar en cada especialidad, a las universidades que en México y el resto del mundo ofrecen los programas de posgrado de más alta calidad.

Para tal efecto se formará un Comité Normativo para la formación de Recursos Humanos, integrado por miembros de reconocido prestigio de la comunidad científica y tecnológica, la Secretaría de Educación Pública, y de otras

dependencias del sector público, involucradas en el otorgamiento de becas, así como del sector privado. Los representantes de cada especialidad llevarán a cabo la evaluación de las instituciones y de los programas de posgrado que se ofrecen en el país o en el extranjero. Con base en estas evaluaciones se conformará el Padrón del Posgrado que regirá como criterio institucional para evaluar las propuestas y determinar el monto y tipo de apoyo.

Una vez emitidos los resultados de la evaluación de las solicitudes, dicho programa se subdividirá y será atendido por las áreas de Investigación Científica y de Modernización Tecnológica del CONACYT, según sea el caso.

Las becas serán otorgadas, (aunque la devaluación y sus efectos muy probablemente harán que se contraiga este programa) sin evaluación adicional, a aquellos estudiantes mexicanos que obtengan la admisión en dichas instituciones. A diferencia de las becas que actualmente otorga el Consejo, no requerirán ser reembolsadas si el becario se compromete a trabajar, al término del posgrado, en alguna institución o grupo de Investigación de excelencia del país. Para aquellos estudiantes que no regresen al país al concluir el posgrado, se establecerán mecanismos de seguimiento que garanticen el reembolso del monto total de la beca .

En congruencia con este Programa, el Gobierno Federal estableció el Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, a través del cual se persigue la incorporación de investigadores residentes en el país a instituciones nacionales de Investigación y de educación superior, así como de investigadores y estudiantes mexicanos que estén por concluir sus estudios de posgrado en instituciones de alto nivel académico en el extranjero.

En el caso de la retención de los investigadores, los que resulten beneficiados y que no laboren de manera permanente en alguna institución nacional deberán, para recibir su asignación, establecer un compromiso por escrito con la institución, con un programa de trabajo que cubra un plazo no mayor a dos años. En lo que se refiere a la repatriación, el investigador celebrará un convenio con la institución receptora en la que se establecerá un programa de trabajo así como los recursos que le serán otorgados a través de la institución.

Es indiscutible la necesidad de motivar una mayor participación de los investigadores en la vida académica y en los centros de Investigación. Para ello se creó el Fondo de Cátedras Patrimoniales de Excelencia cuyo objetivo es proporcionar ingresos suficientes a los profesores e investigadores sobresalientes, para sostener un nivel de vida propio de un académico con reconocimiento nacional e internacional.

Las cátedras de excelencia se otorgarán para distinguir a profesores e investigadores con excelente trayectoria académica en instituciones nacionales;

los profesores o investigadores visitantes nacionales o extranjeros que estén dispuestos a desempeñar su labor en instituciones de Investigación y educación superior del país por un período de uno a dos años; aquellos quienes durante su desempeño académico y de Investigación en una institución nacional se comprometan a elaborar en un período no mayor de dos años, un libro de texto especializado y de alto nivel para la cátedra que impartan.

Asimismo y como parte del Programa de Formación de Recursos Humanos se dará impulso a los investigadores jóvenes y se continuará con el apoyo financiero a los miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

La política de ciencia y tecnología de México no puede concebirse al margen de una política de innovación y cambio tecnológico para la modernización económica del país.

La política de innovación y de ciencia y tecnología son parte de un mismo proceso que no puede conseguirse con la participación aislada de los agentes del desarrollo. Por ello, inducir la innovación contrae en el sistema de ciencia y tecnología un efecto de desbordamiento hacia sus partes y desde cada centro de Investigación, de educación superior, empresa, sector social, público, debe nacer el proyecto de refuncionalización y adaptación a las nuevas realidades.

Un Plan Nacional de Investigación y desarrollo no puede ser pensado únicamente por la universidad. Tampoco de manera aislada desde una empresa, menos desde las oficinas del CONACYT exclusivamente. La vinculación de la universidad con el desarrollo, con el aparato productivo requiere de una estrategia general que articule las formas más avanzadas en países con mayor éxito internacional, con nuestras características locales. Son muchos los ejemplos de preguntas pendientes. Pero difícilmente tendremos soluciones si no concebimos las respuestas como un producto del trabajo multidisciplinario, de conjunto.

Los elementos actuales de política científica y tecnológica no pueden considerarse un plan maestro fijo, estático. Al pensarlo en el marco de la política para la innovación se sujeta a un inequilibrio permanente, expuesto al cambio, a la posibilidad de innovarse a sí mismo. La velocidad de la modernización económica y social tiene todavía muchas sorpresas y retos para los científicos y los diseñadores de política en ciencia y tecnología. De la capacidad de prever las nuevas necesidades y adecuar la respuesta indicada, depende nuestra capacidad de crecimiento. (59)

8).-Ciencia y Tecnología e Investigación y Desarrollo en México

A) Características del Subsistema de Investigación Nacional.

En 1985, México se encontraba en el segundo lugar entre los cinco países más avanzados en ciencia y tecnología de América Latina, de acuerdo a una evaluación del Stanford Research Institute y del Banco Interamericano de Desarrollo sobre productividad científica medida por el número de publicaciones y citas. Sin embargo, considerando el tamaño de la población nacional, nuestra productividad científica fue ubicada en quinto lugar (después de Argentina, Brasil, Chile y Venezuela).

Existe escaso reconocimiento de la sociedad mexicana hacia las actividades de la investigación científica. Los niveles salariales comparativos, hasta 1993, daban origen a la emigración de nuestros científicos a otros países o actividades en busca de mejores condiciones de desarrollo profesional, lo que provoca una alta rotación de investigadores. De ahí la dificultad de disponer de grupos estables de Investigación y personal de apoyo de alto nivel.

Resulta inadecuada la relación entre instituciones y grupos de investigadores y falta por ser considerada una vinculación entre niveles educativos, pues las licenciaturas y algunos posgrados no aprovechan convenientemente la infraestructura, el personal, y los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en las mismas instituciones o en otros campos de excelencia. En particular, ha sido insuficiente el fomento a la Investigación interdisciplinaria para abordar conjuntamente los problemas que los procesos de Investigación originan.

En cuanto a los elementos necesarios para desarrollar la Investigación científica, como laboratorios, talleres y equipos, se observan limitaciones en su disponibilidad y en los recursos destinados a su operación y mantenimiento, asimismo, las bibliotecas se encuentran a menudo desactualizadas e insuficientemente dotadas de material bibliográfico y hemerográfico; la adquisición de revistas especializadas se ha restringido y los sistemas de información y documentación resultan ser insuficientes (60)

A pesar de que en 1990 el gasto del sector público en I+D creció 14 por ciento en relación con el año anterior, equivalió a sólo 76 por ciento del de diez años antes y a 65 por ciento del de 1981, año del máximo gasto público en I+D. De otra parte, el gasto público en I+D ha tenido la característica de presentar variaciones anuales muy acusadas, de hasta 20 por ciento, introduciendo de esa forma incertidumbres que reducen la capacidad de planeación del subsistema de Investigación.

Los sueldos de los investigadores se han deteriorado considerablemente; en los últimos diez años se estima que la pérdida ha llegado a dividir por tres la capacidad de compra real. La beca del SNI ha compensado parcialmente la reducción salarial, pero sólo a quienes han sido admitidos en ese sistema.

Durante el decenio de los 80, los egresados de bachillerato mostraron un interés declinante por las carreras de ciencias exactas y naturales, agropecuaria y de la salud, y una preferencia creciente por las administrativas. La educación de posgrado no se ha desarrollado a la altura de las necesidades nacionales. En especial, el número de egresados del doctorado en las áreas de ciencias exactas y naturales, agropecuarias e ingenierías es asombrosamente bajo.

La apertura del país en el comercio exterior desde la segunda parte del decenio de los 80 y, en consecuencia la necesidad de competir internacionalmente, ha sido un estímulo irreversible del gasto en I+D del sector productivo.

Un desarrollo sano de la Investigación y la tecnología requiere, como cualquier otra actividad, del insumo de recursos suficientes y de un entorno que propicie el interés de los diversos actores que participan en él. Entre las variables que más influyen en el crecimiento del subsistema de Investigación se encuentran los fondos financieros, los sueldos de los investigadores, la educación de posgrado, las becas de estudio de maestría y doctorado y el interés de las empresas productivas por aplicar conocimiento en sus procesos.

En el último decenio en México, casi todas esas variables han tenido un comportamiento poco propicio para la función de Investigación. Es de interés revisar como han evolucionado para estimar su efecto sobre el estado actual del subsistema y su capacidad de crecimiento.

Con base en la información del inventario de los recursos del subsistema de Investigación que el CONACYT realizó en 1984, es posible afirmar que el tamaño del subsistema en 1991 es comparable al de 1984.

De ahí que, de acuerdo con el Inventario de 1984, de las instituciones en que se realizaba Investigación en México, 50% pertenecían a centros de enseñanza superior públicos y 33% al gobierno central y paraestatal; el resto, 17%, se divide entre los centros de enseñanza superior privados, las empresas productivas privadas y los organismos no lucrativos.(61)

En el Informe 83-88 del CONACYT destacan tres características del subsistema de Investigación con base en la información obtenida en el Inventario de 1984. Esos rasgos indican que la Investigación en México es insuficiente, está concentrada en pocas instituciones y está orientada principalmente hacia la Investigación básica y aplicada, con poca actividad en desarrollo tecnológico.(62)

B) Un subsistema de investigación estrecho

En 1984, había 631 instituciones con actividades de Investigación. De ellas, 157 fueron instituciones creadas para ese fin y 474 fueron instituciones cuyo propósito principal es la docencia o los servicios médicos o técnicos, pero que mantenían actividades de I+D.

El personal con nivel de licenciatura, especialización, maestría o doctorado reportado por las 631 instituciones fue de 16,400 personas. Este dato nos permite hacer una primera comparación con otros países (Ver cuadro 1). Con 21 investigadores por cada 100 mil habitantes, México se encuentra entre los países más débiles en este indicador, por abajo de los países europeos que la OECD considera que dan poca o nula prioridad a la ciencia y la tecnología (España, Portugal, Grecia, Islandia y Turquía), y por abajo de seis de los países más grandes de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Perú y Venezuela). (63)

De otra parte, mientras que en los países más industrializados el personal de Investigación y desarrollo ocupado en el sector productivo abarca entre 40 y 75 por ciento y en los de menor desarrollo entre 10 y 33, en México es sólo uno por ciento, de acuerdo con los datos del inventario de 1984. Esta cifra, sin embargo, subestima las actividades de desarrollo tecnológico intramuros de las empresas. Pero aún suponiendo que el indicador del personal de Investigación y desarrollo (PI+D) por cada 100 mil habitantes fuera el doble, seguiría estando muy por abajo del mínimo deseable para las necesidades actuales y del futuro inmediato del país, que exigirán cifras similares a las de, por ejemplo, Corea, es decir entre 5 y 8 veces más.

La debilidad del subsistema de I+D está lógicamente relacionado con el gasto nacional en este rubro. También en este indicador la situación de México es de los más pobres (Cuadro 2). La cifra de 0.28 por ciento del PIB (1984-1992) corresponde sólo al gasto federal, y por tanto, como en el caso de los recursos humanos, subestima el total nacional por no haber considerado suficientemente el gasto intramuros, privado, de las empresas. (64)

C) Las sedes de la investigación.

Con alrededor de 140 instituciones que desarrollan actividades de Investigación científica localizadas en todas las entidades del país, la gran mayoría pertenecen al sector público, principalmente a instituciones de educación superior.

La fecha de creación de estas instituciones, su grado de maduración, la infraestructura de su entorno y, consecuentemente, el desenvolvimiento alcanzado por las distintas instituciones es desigual: Mientras que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) contaba en 1990 con 1,525 investigadores, 24 institutos, 14 centros, cuatro programas y 2,973 proyectos de

Investigación, en el resto de las actividades públicas existían en promedio 13 veces menos investigadores y 25 veces menos proyectos.

Los principales centros de investigación se concentran alrededor de la Ciudad de México, pues han sido insuficientes los esfuerzos para lograr la consolidación y excelencia de grupos de investigación en provincia. De acuerdo con el número de investigadores y el presupuesto del que disponen, las principales instituciones de investigación del país son: UNAM, INIFAP, IIE, CINVESTAV y UAM, que concentran aproximadamente el 43% de los recursos del gobierno federal destinados a ciencia y tecnología y el 53% del total de investigadores miembros del SNI. (65)

D) Financiamiento de I+D

Ante la "carencia de información sistemática y fidedigna sobre el gasto privado en ciencia y tecnología", la Academia de la Investigación Científica, con las estadísticas del CONACYT, estima el gasto privado en la materia entre un 5 y 15% del total. De acuerdo con ello, si se considera que el gasto de los gobiernos de los estados y del sector privado representan el 15% del total, el gasto per cápita en ciencia y tecnología para 1990 en México resulta ser de 9.7 dólares: lejano al de los países desarrollados, que destinan entre 100 y 525 dólares por habitante; inferior al de países como Irlanda, España, Brasil y Portugal donde este indicador se ubica entre 20 y 55 dólares; y ligeramente superior al de países "menos desarrollados" que destinan menos de 8 dólares por habitante. A precios constantes, el gasto del gobierno federal en ciencia y tecnología en 1976 fue casi tres veces mayor que en 1970, y en 1981 más del doble del de 1976. Sin embargo, a partir de 1982 la crisis de nuestra economía provocó que en 1988, representara sólo el 60% al correspondiente a 1981. (66)

A partir de 1989 estas tendencias parecen modificarse: a precios constantes, en ese año, el gasto federal en ciencia y tecnología fue igual al de 1988, en 1990 tuvo un incremento del 18% y se espera que para 1991 supere en 19.7% al del año anterior.

En 1990 y 1991 el gasto total de México en ciencia y tecnología representó el 0.38 y 0.42% del PIB, respectivamente. Porcentaje menor al que destinan países como Portugal (0.45) y España (0.59), y muy inferior al de los países desarrollados donde este índice era de 1,13 y 2.79%.¹

Sin embargo, las cifras precisas para 1989 corresponden a 1,395.9 m.n.p. para pasar a 5,436.3 m.n.p. en 1994. Ello representa un incremento de 97.9% en términos reales. En el mismo periodo y en proporción al PIB, los montos se refieren de la siguiente forma: pasaron de 0.27% en 1989 al 0.44% en 1994, del PIB nacional. En términos de porcentaje del gasto programable pasó de 1.58 al 2.31 por ciento.

El 84% de los recursos que el gobierno federal destina a la Investigación científica es asignado directamente a los presupuestos de las instituciones públicas que realizan estas actividades, 2% se destina como apoyo a los investigadores a través del SNI y un 14% corresponde a los presupuestos de los dos fondos de apoyo a la Investigación que existen en la Secretaría de Educación pública y del CONACYT, que asignan recursos a proyectos de Investigación mediante mecanismos de competencia.

Los mecanismos de asignación de fondos fueron revisados entre 1991 y 1994, y se procuró la consulta con la comunidad científica. Con ello, se establecieron comités de evaluación formados por científicos del más alto nivel, se instauró el sistema de arbitraje tanto por investigadores nacionales como del extranjero, de la misma forma hubo un avance en la asignación de becas con base en el Padrón de Posgrados Nacionales y del Extranjero de Excelencia.

En esta vertiente, también destacan los cambios que ocurrieron en la administración interna del CONACYT, que lo llevó a eficientar su gasto. Mientras que en 1989 se transfirió el 73.6 % del presupuesto al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el 26.4% se destinó al gasto de operación. Por el contrario, durante 1994, solamente el 6.6% será para gasto de operación y el 93.4% se destina para el Sistema.

En 1990, el CONACYT redujo su personal de 1.162 a 768, es decir, 33.9% menos. Empero, el uso de los recursos destinados a la ciencia y la tecnología mejoraron en la medida que dejaron de ser excluyentes y arbitrarios. Son los propios científicos quienes aprueban con base en la estructura de los comités por pares. Se incorporó el derecho de réplica, por primera vez a sugerencia de la comunidad científica.

La novedad en materia de financiamiento consiste en la creación de tres fondos: a) para el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica; b) para retener en México y repatriar a los investigadores mexicanos; c) para la creación de cátedras patrimoniales de excelencia. Adicionalmente se instaló el PAFICE, Programa de Apoyo a la Ciencia en México, para apoyar proyectos de Investigación y para la formación de recursos humanos en la ciencia.

En este programa, se apoyaron 1,683 proyectos de Investigación científica con un monto de 297.5 m.n.p. De ellos, el 58% fueron asignados a instituciones en provincia. Lo mismo ocurre con el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica, que aportaron 506 m.n.p. en el esquema de fondos concurrentes y aquí también el 50% se asignaron a instituciones fuera del D.F. De igual forma los recursos para cátedras patrimoniales de excelencia de los cuales el 54% fueron a provincia. Finalmente se repatriaron (lo que no había ocurrido y el que no quiso regresar tuvo que pagar su beca-crédito) 324 investigadores y se apoyaron 474 programas de posgrado. (67)

El PACIME aportó 903.2 m.n.p.. Del total, los estados absorbieron el 50% y las instituciones públicas recibieron más del 97%.

Con ciertas variaciones anuales, el gasto del gobierno federal en ciencia y tecnología creció en el decenio de los 70 y decreció en el de los 80 (Fig 5, Cuadro 5)). No hay duda que el aumento del financiamiento dio lugar a que en los 70 el subsistema creciera tanto en lo que respecta al tamaño de los centros existentes, como en la creación de nuevas instituciones. Uno de los hechos más relevantes fue la formación de instituciones de Investigación y asistencia tecnológica sectorizadas en la (ex) SPP que representa el segundo conjunto más importante por su número. En el decenio de los 80 se han creado nuevos centros, pero no tan numerosos como en la década anterior.

De cuatro sectores (después del cierre de la SPP) depende 96 por ciento del gasto federal en I+D: el de educación, que atiende principalmente a la Investigación en las instituciones de educación superior; el de energía e industria paraestatal, que comprende a dos de los institutos más grandes (el IMP y el IEE); que incluye el CONACYT y su red de centros de Investigación; el de agricultura y recursos hidráulicos y el de salud pública. Muy poco invierten en Investigación el resto de los sectores. El reducido número de las fuentes de fondos es también una de las razones de la concentración de temas en los proyectos del subsistema. Llama la atención el poco gasto de sectores muy conectados con la producción de bienes, como los de industria, pesca y comunicaciones.(68)

Una característica notable e indeseable del gasto federal en I+D es que no solamente no ha sostenido su ritmo de crecimiento, sino que sus oscilaciones amplifican las del PIB, restando capacidad de planeación al subsistema de Investigación (Fig 6). En el decenio de los 80, mientras que el PIB osciló entre +5 y -5 por ciento, el gasto en ID varió entre +20 y -27 por ciento.

Entre 1985 y 1990, el gasto federal en I+D representó entre 1.5 y 1.8 por ciento del gasto programable del sector presupuestal, que no incluye el servicio de la deuda; y, aproximadamente equivale a 3.3 por ciento de gasto final de la administración pública. Esta última cifra es comparable a las de Canadá y España, pero baja en relación con las de Japón (15.6), Estados Unidos (7.6), Holanda (6.4) y Alemania (5.0); más aún si tomamos en cuenta que en todos esos países la participación del gobierno es menor a 50 por ciento del gasto total de la I+D.

Desde luego que hay un cambio hacia 1993-94, años en que los recursos asignados en relación al gasto programable pasaron de 1.58% a 2.31 (aquí incluye la deuda en el gasto total programable); y de otra parte, en relación al PIB, pasó de 0.27% a 0.44%. (69)

Aunque muchas instituciones operan con mecanismos para evaluar el desarrollo de las investigaciones, a nivel nacional se carece de eficiente difusión eficiente y aprovechamiento de experiencia y resultados. En la mayoría de los casos, se considera el seguimiento y la justificación contable del uso de los recursos como más importante que los resultados y la productividad propiamente científica de los proyectos. Esta preponderancia del ejercicio contable de los proyectos provoca también que se dificulten las posibilidades de realizar transferencias de recursos entre conceptos de gasto, dentro de un mismo proyecto, para atender adecuaciones que resultan necesarias durante el desarrollo de las investigaciones.

E) Dos tipos de instituciones.

Las instituciones con actividades de investigación se clasifican en el Inventario en dos grupos: las del sector 1, que son las que fueron creadas por hacer investigación, representan 25 por ciento del total; en el resto, las de Sector 2, la finalidad de investigar es secundaria, pues se trata de instituciones que fueron creadas para otro propósito, como la docencia o los servicios médicos.

En un organismo como la UNAM se encuentran ambas clases de instituciones; en el primer grupo se incluyen los institutos y centros de Investigación científica y humanística, y en el segundo algunas facultades y escuelas. En el sistema nacional de salud, en el Sector 1 se incluye a los Institutos Nacionales y a las unidades de Investigación del IMSS y del ISSSTE; mientras que en el Sector 2 se incluye a un buen número de hospitales de ambas instituciones. En las dependencias del Gobierno Federal también hay de las dos clases, el Instituto Nacional de Pesca y el sistema de centros de servicios tecnológico e institutos sectorizados en la SEP pertenecen al Sector 1, y la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación de la SARH es del Sector 2.

Que un centro pertenezca al Sector 2 no significa que la calidad de la Investigación que en ella se lleva a cabo sea inferior. Más bien, por el hecho de formar parte de instituciones de servicios, están más conectadas con la práctica y necesidades de la profesión correspondiente, y por ello están más orientadas a la Investigación aplicada. Sin embargo, la información estadística muestra que el conjunto de las del 1 tienen mayor densidad de doctores y maestros. Además, en promedio, por institución las del Sector 1 tienen cinco veces más doctores y maestros.

Dentro del grupo de las instituciones del sector 1 existe también una alta concentración de recursos humanos (y por extensión de recursos financieros y de equipo). en 20 por ciento de esas instituciones, es decir en 31, se concentra 75 por ciento de los doctores y maestros.

Estos centros están ordenados por tamaño:

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN
Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Instituto Mexicano del Petróleo
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN
Instituto Nacional de Antropología e Historia
Instituto de Biología de la UNAM
Instituto de Física de la UNAM
El Colegio de México
Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo
Instituto de Ingeniería de la UNAM
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada
Instituto de Ciencias de la UAP
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM
Centro de Investigación y Docencia Económica
Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM
Instituto de Química de la UNAM
Instituto de Geología de la UNAM
Instituto Nacional de la Nutrición
Instituto de Matemáticas de la UNAM
Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM
Instituto de Ecología
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en sistema de la UNAM
Instituto de Geofísica de la UNAM
Instituto de Astronomía de la UNAM
Instituto de Geografía de la UNAM
Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM
Unidad de Investigaciones Biomédicas del IMSS
Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos*
Instituto de Investigación en Fisiología Celular de la UNAM
* Actualmente desaparecido

A pesar de que los centros tipo 1 son los mejor dotados en recursos humanos, 14 de ellos no contaban con maestros o doctores en su personal, 22 tenían sólo uno y 34 tenían más de uno por menos de 6. Si se considera a las 631 instituciones inventariadas, entonces las 31 mejor representan sólo 5 por ciento del total, pero el número de doctores y maestros que en ellas trabajan representa 45 por ciento de todo el personal de estos niveles.

En el área de ciencias exactas y naturales, cinco instituciones, el CINVESTAV, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, el Instituto de Biología, el Instituto de Física y el CICESE concentraban cerca de 60 por ciento de los doctores y maestros.

En las agropecuarias, entre el INIFAP y el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo concentran casi todos los investigadores en el área (el Colegio de Posgraduados de la SARH es otra institución de importancia, pero está clasificada en el sector 2).

En el área de ciencias de la salud la concentración es menos acusada, aunque en el 10 por ciento mejor dotado trabaja 40 por ciento de los doctores y maestros. Cinco instituciones abarcan 57 por ciento de ese tipo de recursos humanos: el Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Instituto Nacional de la Nutrición, Unidad de Investigaciones Biomédicas, Instituto de Investigación en Fisiología Celular y el Instituto Nacional de Cardiología.

En las ingenierías, dos instituciones, el IMP y el IIE, tienen más de 60 por ciento de los doctores y maestros que en forma exclusiva se dedican a investigar en esta área; si sumamos al Instituto de Ingeniería de la UNAM, entonces entre las tres abarcan 80 por ciento.

En ciencias sociales y humanidades, 6 de las 55 instituciones del Sector 1 concentran 60 por ciento de los doctores y maestros del área: el Instituto Nacional de Antropología e Historia, El Colegio de México, El Centro de Investigación y Docencia Económica, el Instituto de Investigaciones Filológicas, el Instituto de Investigaciones Sociales y el Instituto de Investigaciones Jurídicas (estas tres últimas de la UNAM).

La distribución del número de proyectos en ejecución en el subsistema sigue el mismo patrón de concentración que el mostrado en el caso del personal más calificado.

A pesar de la tendencia a distribuirse más uniformemente que se observa al comparar la información de los inventarios de 1974 y 1984, la concentración territorial de las actividades de Investigación es notable. En el Distrito Federal trabaja todavía cerca de 60 por ciento del personal de Investigación y se realiza más de la mitad de los proyectos. En cinco entidades, el DF y los Estados de México, Morelos, Nuevo León y Puebla se concentra 75 por ciento de los doctores y maestros. En cambio, los cinco Estados menos dotados, Campeche, Guerrero, Nayarit, Hidalgo y Tlaxcala, suman juntos apenas 1.3 por ciento del personal y 1.6 por ciento de los proyectos. (70)

F) Objetivos de I+D

En tanto que en los países de mayor industrialización, al desarrollo tecnológico corresponde más de 65 por ciento del gasto en Investigación, en México, sólo 12 por ciento de los proyectos que se encontraban en ejecución en 1984-88 fueron de desarrollo tecnológico, -cabe aquí recordar que el gasto en Investigación, y por tanto la mayor parte de los proyectos de desarrollo, fueron subestimados en el Inventario de 1984. Casi todos los proyectos encuestados (98 por ciento) se realizaban en centros que pertenecen a la administración pública o a las instituciones de educación superior; eso explica el volumen de las investigaciones básica y aplicada.

Las instituciones que pertenecen al gobierno federal están orientadas principalmente a la Investigación aplicada, aunque en ellas también se ejecutan buena parte de los proyectos de Investigación básica y de desarrollo. Las que pertenecen a los centros de enseñanza superior reparten sus intereses entre la básica y la aplicada y en menor medida hacen proyectos de desarrollo.

Las empresas productivas, públicas o privadas, son las que más se orientan a los de desarrollo, aunque 56 por ciento de sus proyectos se clasificaron como de Investigación aplicada.

Como era de esperar, las áreas de la ciencia en las que prevalece la Investigación básica son las de ciencias exactas y naturales y la de ciencias sociales y humanidades. La aplicada domina las áreas de ciencias de la salud, agrícolas e ingenierías. Además, en estas dos últimas son en las que más proyectos de desarrollo y de servicios se ejecutan.

No toda la Investigación básica está motivada exclusivamente por el conocimiento mismo; hay también la Investigación básica orientada, que está dirigida por algún objetivo externo a la ciencia. En 1990 sólo un tercio de la Investigación básica era de carácter "puro", el resto de las investigaciones básicas se dirigía a campos específicos de aplicación potencial, principalmente en el desarrollo social, los servicios de salud pública, la producción agropecuaria y la exploración de recursos naturales. La Investigación aplicada, los proyectos de desarrollo y los de servicio estaban dirigidos principalmente a la producción agropecuaria, forestal y pesquera, la salud pública y el desarrollo industrial.

La principal disciplina cultivada en los proyectos también es un buen indicador de la orientación de la Investigación nacional. Tres de las 46 disciplinas en que se agruparon los proyectos, agronomía, medicina y biología, cubren cerca de 53 por ciento de los proyectos; en cambio, las ingenierías textil, aeronáutica, marina y portuaria y nuclear, junto con la contabilidad y la información, son las seis en que menos se investiga, pues entre ellas suman 0.5 por ciento del total. (71)

CUADRO 1

PERSONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO*

Total y distribución en el gobierno, instituciones de educación superior y otros, por cada 100 mil habitantes.

PAÍS	AÑO	TOTAL %	(GOB. - IES)** (INDUSTRIA) (OTROS) POR 100			MIL HAB
			%	%	%	
URSS	1988	1,522.200	—	—	—	529
JAPON	1988	535,008	38	55	7	435
E.U.	1988	949,200	14	76	10	389
NORUEGA	1989	949,200	14	76	10	389
ALEMANIA	1987	165,616	22	65	13	272
SUECIA	1987	22,725 39	54	7	272	
CANADA	1988	61,130 40	46	14	235	
SUIZA	1986	14,910 34	59	6	229	
g.b.	1987	127,413	20	69	11	224
FRANCIA	1988	115,163	33	45	22	206
ISLANDIA	1987	491	33	18	49	195
FINLANDIA	1983	9,421	40	49	11	194
DINCA	1987	9,775	34	42	24	191
BELGICA	1988	16,667 42	51	7	169	
HOLANDA	1985	24,150 31	43	26	167	
YUGO.	1988	34,105 31	41	29	145	
AUSTRALIA	1987	35,077 53	24	23	139	
COREA	1988	56,545 33	50	17	133	
ITALIA	1988	74,833 41	40	19	130	
IRLANDA	1988	3,861	48	34	18	108
CUBA	1987	11,225 24	41	35	107	
AUSTRIA	1985	7,609	46	44	10	101
ESPAÑA	1987	20,890 46	33	22	54	
PORTUGAL	1986	4,479	58	18	24	44
PERU	1981	7,464	48	12	40	42
TURQUIA	1988	22,230 85	1	14	41	
BRASIL	1985	52,863 —	—	—	39	
CHILE	1988	4,630	76	17	7	37
ARGENTINA	1988	11,088 50	21	29	35	
GRECIA	1983	3,051	35	24	40	31
VENE	1983	4,568	64	10	26	28
MEXICO	1984	16,404 48	1	51	21	
INDIA	1986	85,309 —	31	—	11	

* Personal con nivel de licenciatura o superior

** Instituciones de educación superior

Fuentes: Conacyt, *Estadísticas Básicas, 1992, 1993, 1994*.-OCDE, *Main Science and Technology Indicators, Nos. 2 y 3, de 1990 y 1993*. Banco Mundial, *World Tables 1988-1993*.

**CUADRO 2
GASTO NACIONAL EN INVESTIGACION Y DESARROLLO**

PAÍS	AÑOS	% DEL PIB
URSS	1988	6.20
JAPON	1988	2.91
SUIZA	1986	2.88
ALEMANIA	1990	2.84
SUECIA	1989	2.84
E.U.	1990	2.78
FRANCIA	1990	2.38
HOLANDA	1988	2.26
G.B.	1988	2.20
NORUEGA	1989	1.91
COREA	1988	1.90
FINLANDIA	1989	1.80
BELGICA	1988	1.61
DINAMARCA	1987	1.43
AUSTRIA	1990	1.36
CANADA	1990	1.33
ITALIA	1990	1.29
AUSTRALIA	1987	1.20
YUGOES	1988	0.98
IRLANDA	1988	0.94
CUBA	1987	0.90
INDIA	1986	0.90
ISLANDIA	1987	0.77
ESPAÑA	1989	0.72
ARGENTINA	1988	0.50
CHILE	1988	0.50
PORTUGAL	1986	0.45
BRASIL	1985	0.40
GRECIA	1988	0.37
VENEZUELA	1985	0.30
MEXICO	1990	0.28
PERU	1984	0.20
TURQUIA	1989	0.13

Fuentes: Análisis de los Recursos Federales destinados a Ciencia y Tecnología. Mimeo (documento interno de del Conacyt.). 1993, Conacyt/ Unesco, Statistics on Science and Technology, Octubre 1993.

¶ Trabajo Calificado y Movilidad del Personal Científico.

El mayor potencial como dijimos arriba, para Investigación lo representan las instituciones de educación superior, sin embargo las distorsiones en su perfil curricular reclaman ajustes y reformas sustantivas. Sin abandonar sus tareas de fondo, la universidad en términos genéricos, atraviesa por algunas tendencias de restructuración y realineamiento con el sector productivo, cuasi generalizadas y mundializadas. Por otra parte, la industria también presenta un perfil sin el desarrollo de sus capacidades tecnológicas.

Uno de los problemas eje de la oferta de trabajo calificado consiste en la ruptura con la demanda. Los cambios económicos y especialmente la innovación y el tecnológico, avanzan con mayor rapidez que la capacidad de los centros educativos para dar respuesta. El mercado de trabajo no solo presenta un relevo en las calificaciones sino tendencias a la polivalencia de ellas al tener que adecuarse a las nuevas tecnologías como la informática y la computación. La capacitación y re-entrenamiento surgen como calificaciones a posteriori pero cada vez más necesarias.

Sin embargo, la ruptura del mercado de trabajo calificado presenta hoy día un problema de subcalificación frente a las nuevas fronteras de conocimiento y del desarrollo económico.

Contrario a la sobrecalificación de años anteriores, en que el trabajo calificado en operación y ejercicio, producto del atraso de los niveles y perfiles tecnológicos (de la industria protegida) y por tanto las necesidades de los profesionistas eran muy reducidas; aún más, de hecho, la autocalificación en el centro laboral era característica del mercado. La formación universitaria dejaba de lado una parte de su conocimiento al ingresar al mercado y tomaba otra nueva. El sobrante moría como conocimiento en desuso.(72)

De igual forma, la transferencia tecnológica desde el mercado mundial, como forma principal de adquisición bajo licencias y patentes, nunca se hizo acompañar de las capacidades de tecnólogos para adaptar, asimilar, difundir, evaluar y llegar hasta la innovación a partir de lo transferido. La matriz: categorías, puestos, funciones, calificaciones, ingresos, sectores económicos, no había sufrido modificaciones sustanciales sino hasta hace doce años en que el desempleo y la modificación de calificaciones hicieron crisis.

Nuevos segmentos del mercado de trabajo y nueva oferta escalaron velozmente para plantear otro escenario. Los tiempos entre cero empleo y primero, de primero a segundo empleo fueron haciéndose cada vez más amplios. La selección de profesiones comenzó a hacerla el propio mercado contra la lógica

ortodoxa de planeación educativa y la irrupción de la educación particular cubriendo los huecos de oferta para segmentos nuevos o actualizados, contribuyeron, en su conjunto, al impase de la educación superior pública.

Las tendencias de la movilidad del personal científico y su formación vistas a través del lente de la ruptura del mercado de trabajo calificado en la década de los ochentas presentaron características como alta concentración geográfica de investigadores, desvinculación con el desarrollo y actividades productivas, estancamiento en tareas académicas y áreas de ciencia básica, reducción de la matrícula en áreas científicas y mayor interés por los ramos administrativos, sociales, educativos y humanísticos.

La importancia de la educación superior pública radica en que el 85% de la Investigación se realiza en sus recintos. Empero las restricciones presupuestales que afectaron al sistema universitario mundial en la década de los ochentas, la competencia de salarios entre la universidad e industria en áreas que tienen relación con el sector productivo como la electrónica y la computación; el mayor peso de la docencia en relación con la investigación; la gran cantidad de profesores de tiempo parcial; la gran presión que ejerce la demanda de educación superior aunque la matrícula se ha estabilizado entre 1 millón 200 mil y 1 millón 300 mil estudiantes desde 1985, en suma estos elementos plantean la contradicción no irresoluble entre masa y calidad. (73)

En la actualidad, la mayor proporción de matrícula de educación superior se concentra en ciencias sociales y administrativas (42%), mientras que ingeniería y tecnología ocupa el segundo lugar, representando únicamente el 27% de la matrícula total. Le siguen las ciencias médicas (14.4%), ciencias agropecuarias (9.5) y ciencias naturales y exactas (3%) y educación y humanidades (3%). De cada 100 alumnos que inician una carrera, únicamente 10 la termina, y de ellos sólo 3 siguen estudios de posgrado. (74)

En lo que se refiere a los estudios de posgrado, por cada 100 alumnos que ingresan, egresan únicamente 20. Esta relación se reduce a 14 para el caso específico de los estudiantes de doctorado. Los egresados de maestría se concentran en ciencias sociales y administrativas (47.6%) y en ingeniería y tecnología (20.9%), le siguen ciencias naturales y exactas (9.4%) educación y humanidades (8.8%), ciencias de la salud (7.2%) y ciencias agropecuarias (6.1%); en el caso de los egresados del doctorado, 40.1% corresponden a ciencias sociales y administrativas, el 25.6% a ciencias naturales y exactas, el 17.4% a ciencias de la salud, el 11.1% a educación y humanidades, el 4.1% a ingeniería y tecnología y el 1.7% a ciencias agropecuarias.

Como hemos señalado, en el Distrito Federal trabaja más del 60% del personal de investigación y se realiza más del 50% del total de proyectos. Mientras que México cuenta con un tecnólogo por nueve investigadores en ciencia básica, en

otros países inmersos en la competencia mundial la relación se invierte. En ese marco, tres disciplinas: agronomía, medicina y biología cubren cerca del 50% de los proyectos, mientras que las ingenierías textil, aeronáutica, marina, portuaria y ~~marítima~~ junto con contabilidad e informática apenas alcanzan el 5% del total.

El 15.2% del total de investigadores del SNI se localiza en el sector primario en instituciones orientadas al desarrollo agropecuario; el 12.3% labora en el sector secundario, básicamente en el sector energético; y el 72.5% en institutos nacionales relacionados con instituciones educativas y de salud. En ellas se concentra el 90% de todos los investigadores de niveles II y III. De ellos, cinco disciplinas (agronomía, física, biología, medicina y química) representable 50% de la membresía del SNI y cuatro (física, biología, medicina y química) concentraron el 47% del total de investigaciones del nivel III.

México cuenta con 2 investigadores con maestría por cada 100,000 habitantes y 0.10 doctores. Canadá tiene 17 maestros y 4 doctores, mientras que Estados Unidos registra 19 maestros y 5 doctores para la misma proporción de habitantes.

De los 21 investigadores por cada 100 mil habitantes con que cuenta México (citados arriba), registra uno de los índices más bajos en relación a otras naciones y solamente el 1 % están incorporados al sector productivo. Mientras que los países industrializados tienen entre 50 y 75% del personal de Investigación y desarrollo ocupado en el sector productivo, otros países de menor desarrollo logran un porcentaje entre 10 y 33%.

De lo anterior se puede concluir que es indispensable reorientar la educación superior hacia la formación de recursos humanos que logren su incorporación productiva al aparato industrial. Sólo así se logrará desarrollar la capacidad científica generadora de innovaciones tecnológicas en el proceso productivo, necesaria para enfrentar la competencia internacional con la productividad como directriz.

Uno de los problemas eje de la oferta de trabajo calificado consiste en la ruptura con la demanda. Los cambios económicos, especialmente en lo que se refiere a innovación y tecnología, avanzan con mayor rapidez que la capacidad de respuesta de los centros educativos. El mercado de trabajo no sólo presenta un relevo en las calificaciones, sino tendencias a la polivalencia de ellas al tener que adecuarse a las nuevas tecnologías como la informática y la computación. La capacidad y re-entrenamiento surgen como calificaciones a posteriori pero cada vez más necesarias.

En un estudio realizado por CONACYT hace cuatro años, de 1,500 programas de estudios superiores, el 10% contaban con el rango de excelencia. (75)

Así como la ruptura entre la oferta y demanda de trabajo calificado constituye uno de los problemas ejes de la educación superior, la desvinculación de esta con los sectores productivos, con el desarrollo, articula otro nicho de atención y área de trabajo por realizar para lograr un esquema de I+D.

El estancamiento de la movilidad del personal científico y sus tendencias regresivas son frutos de la profunda brecha entre la Investigación y el desarrollo que produjo el esquema de economía cerrada. De aquí la importancia de hablar de un sistema científico y tecnológico en equilibrio dinámico, ya que desde cada agente del desarrollo, del sistema de innovación, sea el aparato productivo, la universidad, el sector social, CONACYT, el estado en su conjunto, debe recibir y adaptarse al impacto de "desbordamiento" que producen los cambios económicos a nivel nacional e internacional de hoy día.

El eje de dicho desbordamiento (efecto multiplicador) es el cambio tecnológico, la competencia y la política para la innovación desde la ciencia y la tecnología. Por ello, la situación de atraso tecnológico y cultura para la innovación de la mayor parte de la industria del país es la otra cara del problema para pensar en: **"un plan general de investigación y desarrollo para la innovación"**..

Lo anterior se confirma ante la carencia de ingeniería de manufactura, de tecnología de fabricación, de diseño, de consultoría técnica, de ingenieros de piso de producción, la familiaridad con los conceptos y corrientes actuales de nuevas tecnologías, la ausencia de vincuación de mexicanos o extranjeros donde se desarrolla tecnología; la falta de elementos de vinculación con programas extranjeros que pueden ayudar a la transferencia de tecnología como el programa europeo EUREKA; la falta de personal con estudios de posgrado de excelencia capaces de incorporarse a las tecnologías superiores, la carencia de planes sectoriales de investigación y desarrollo para la innovación, desde agrícola hasta acero. (76)

H) Los recursos humanos en c y t

Desde hace cerca de dos decenios, los sueldos de los investigadores han mostrado una tendencia a disminuir en términos reales. Tan sólo en el transcurso de un año (1982), tuvo una pérdida de cerca de 40 por ciento; de la que lejos de recuperarse ha continuado deteriorándose. Por ejemplo, entre 1975 y 1990, el sueldo mensual de los investigadores titulares C de la UNAM se redujo más de tres veces, en pesos de 1990. (77)

La reducción del salario real también ha afectado el trabajo de quienes permanecen en el subsistema, pues ahora es más común que el personal académico complementa sus ingresos con asesoría y servicios, no necesariamente sinérgicos con su labor de investigación.

De acuerdo con datos estadísticos publicados por la OEA (*), México cuenta con alrededor de 2.4 investigadores por cada 10,000 habitantes, indicador semejante a los de Brasil (2.6) y Venezuela (2.8), pero inferior a los de países desarrollados como Japón (39.2), Estados Unidos (34.1) y Alemania Federal (21.7). Este escaso número de casi 19,500 investigadores en nuestro país se magnifica al considerar su competitividad a nivel internacional, pues en marzo de 1990 el SNI contaba con sólo 4,612 investigadores nacionales (1,851 candidatos, 2,008 de nivel I, 553 de nivel II y 200 de nivel III).

Aunque se carece de un censo global, exhaustivo, completo y actualizado de investigadores en el país y, menos aún, del personal efectivamente activo en tareas de Investigación, el Inventario de Recursos elaborados por CONACYT (**) nos permite estimar en aproximadamente 6,500 el número de doctores y maestros dedicados a la Investigación en 1988, a partir de las encuestas realizadas en 1974 y 1984. Considerando este dato, la Academia de la Investigación Científica estima en 4,700 el número de investigadores activos y productivos en 1988, de los cuales 3,927 pertenecían al SNI (***).

Durante el periodo escolar 1988-89, la matrícula de posgrado en el país fue de 45,102 alumnos (34.7% especialización, 62.6% maestría y 2.7% doctorado), de los cuales, el 54% se concentraron en el Distrito Federal, sobre todo en el doctorado, donde a esta entidad corresponde el 95% de la matrícula nacional.

Aún partiendo de los 2.4 investigadores por cada 10,000 habitantes reportados por la OEA, de acuerdo con la tasa promedio de crecimiento anual de la matrícula de posgrado (7.2%), la del porcentaje de egresados de maestría y doctorado respecto al total de la matrícula en el nivel (13.2%) y la tasa anual de crecimiento de la población nacional (2%), nuestro país requeriría más de 65 años para alcanzar una proporción de 25 investigadores por cada 10,000 habitantes.

(*) Datos Estadísticos de Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe. OEA. Washington. Agosto 1988.

(**) Personal de Investigación y Desarrollo Experimental, Inventario de Recursos, dedicados a la Investigación. CONACYT. 1990.

(***) Estudio y Propuesta para Preservación de Grupos Activos de Investigación. Academia de la Investigación Científica. 1988

De los 4,612 miembros del SNI en marzo de 1990, únicamente 32 (0.7%) corresponden a investigadores que laboran en instituciones del sector privado donde, por acuerdo con el SNI, ellas mismas cubren el monto de los estímulos económicos; 2,875 (62.4%) laboran en instituciones de educación superior públicas autónomas, federales, dependientes de los estados o de los organismos de Investigación sectorizados en la Secretaría de Educación Pública, y a través de esta última se entregan los estímulos económicos correspondientes; 1,705 (36.9%) laboran en otras dependencias y entidades del sector público que desarrollan funciones de Investigación y los correspondientes estímulos económicos corren a cargo del CONACYT.

Prácticamente la mitad (48.6%) de los investigadores miembros del SNI en marzo de 1990 laboraban en el Distrito Federal. Esta concentración geográfica se acentúa si consideramos que las siguientes entidades en importancia por el número de investigadores en el SNI fueron Morelos y México, colindantes con el D.F., con el 9.6% y 6.5% respectivamente, y que en estas tres entidades se ubica el 84% de los investigadores de niveles II y III. Esta concentración se da también a nivel de instituciones, pues de 136 que cuentan con miembros del SNI, en sólo cuatro de ellas se concentra el 52.3% del total de investigadores nacionales: UNAM (29.5%), INIFAP (10.6%), IIE (6.5%) y CINVESTAV (5.7%).

De acuerdo con los datos de 1988: el 15.2% de los investigadores del SNI trabajaba en el sector primario, principalmente en instituciones orientadas al desarrollo agropecuario; el 12.3% laboraba en el sector secundario, casi todos en institutos nacionales relacionados con energéticos y; el 72.5% desarrollaba sus actividades en el sector terciario, la gran mayoría (66.8% del SNI) en instituciones de salud. La mayor tradición de Investigación de los sectores educativo y de salud se hace evidente al notar que en ellos laboran el 91% de todos los investigadores de los niveles II y III del SNI.

A finales de 1988 el SNI contaba con 3,927 miembros: 634 en físico-matemáticas; 733 en sociales y humanidades; 1,052 en biológicas, biomédicas y químicas, y; 1,508 en ingeniería y tecnología. Cinco disciplinas (agronomía, física, biología, medicina y química) representaron la mitad de toda la membresía del SNI. Cuatro de ellas (física, biología, medicina y química) concentraron al 47% del total de investigadores de nivel III del SNI, mientras que otras siete disciplinas (ing. química, ing. eléctrica, veterinaria, oceanografía, zootecnia, ing. nuclear e ing. petrolera) no contaron con investigadores de este nivel.

De acuerdo con el nivel máximo de estudios de los miembros del SNI en 1988: 1829 contaban con doctorado (366 candidatos, 933 de nivel I, 370 de nivel II, y 160 de nivel III), 1,837 con maestría (1,340 candidatos, 419 de nivel I, 59 de nivel II y 19 de nivel III) y 261 con licenciatura o especialización (186 de nivel I, 57 de nivel II y 18 de nivel III).

Resulta importante destacar que aún con la beca de SNI, el ingreso económico de los investigadores nacionales resulta menor, en términos reales, al correspondiente a las fechas anteriores a 1982. A manera de ejemplo, podemos mencionar que, a precios constantes, las percepciones de un Titular C con nivel III en el SNI representó en 1988 sólo el 62% del ingreso que percibía en 1976, y que el de un Asociado C con nivel de Candidato en el SNI percibía en 1988 un ingreso del 48% respecto al de 1976.

Aunque se puede argumentar que el deterioro salarial ha sido generalizado para todas las actividades en el país, también se puede afirmar que el de los investigadores ha sido uno de los más seriamente afectados, ya que inclusive en términos de salarios mínimos (S.M.), un Titular C de la UNAM percibía 14.6 S.M. en 1972 y sólo 7.0 S.M. en 1990.

La labor de Investigación requiere de la participación de otras personas además de los investigadores, ya sea por la necesidad de apoyo técnico en laboratorios o porque como parte de las acciones se está dirigiendo la formación de estudiantes, sin embargo, las reducciones de las percepciones económicas del personal dedicado a la Investigación dificulta la retención del personal técnico calificado, frente a los mejores sueldos y prestaciones que ofrece la industria, y el número y monto de las becas no propician la motivación de los jóvenes para su incorporación a las actividades de Investigación.

El Sistema Nacional de Investigadores fue creado en 1984 con una clara motivación para compensar la pérdida de la capacidad de compra del salario de los académicos. Según el nivel en el que son admitidos al SNI los investigadores reciben una beca, que en la actualidad es de 4.5 y 9 salarios mínimos si se radica en el Distrito Federal y uno más si se tiene residencia en el interior del país. La categoría de Candidato, que fue establecida para hacer más atractiva la carrera de investigador a quienes se inician en ella, recibe 3 o 4 salarios mínimos según el lugar de residencia. En 1990 había en el SNI 2800 investigadores y 1928 candidatos, 90 por ciento con grado de maestría o doctorado. Aún suponiendo un crecimiento bajo, de 3 por ciento anual, en el número de doctores y maestros en el subsistema de Investigación a partir de 1984, en 1990 habría 6763, por lo que el cubrimiento del SNI dejaría fuera a 40 por ciento de los investigadores con ese grado, es decir con mayores probabilidades de emigrar.

Cuadro 3.1

Áreas de los proyectos de investigación y número			
Resumen por área de conocimiento 1991-1994			
Áreas	% de proyectos	Lugar	No. \$
C. Aplicadas	13.2	4o.	222
C. Exactas	18.18	2o.	306
C. Humanas y de la conducta	7.60	6o.	128
C. Naturales	28	1o.	472
C. Salud	16.10	3o.	271
C. Sociales	10.81	5o.	182
C. Tierra del mar y de la atmósfera.	6.06	7o.	102

Fuente: Pacime, Programa de Apoyo a Ciencia en México, Informe 1994, Elaboración Propia, sección "proyectos de investigación".

Cuadro 3.2

Comparativo de proyectos de investigación 1991-1994.		
	% del total en 1991	% en 1994
C. Aplicadas.	10.1%	17.3%
Exactas	19.1%	19.9%
Hum. y de la Conducta.	7.2%	6.3%
Naturales	33.2%	25.1%
Salud	18.44%	18.4%
Sociales	7.2%	8.6%
Tierra y mar y de atmós.	4.6%	4.0%

Fuente: Programa de Apoyo a la Ciencia en México, Informe de 1994, Conacyt, México. Elaboración propia con base en datos de la sección "Proyectos de Investigación."

El Sistema Nacional de Investigadores funciona como programa y constituye el recurso más apreciado por la comunidad científica para mejorar sus condiciones de Investigación. Sin embargo, el sistema muestra un conjunto de irregularidades.

1.- Los investigadores con mayor antigüedad ya instalados en el tercer nivel del SNI, parecen ser casi los mismos desde 1991. Alrededor de 309 (1991) ; 308 en octubre de 1992-1993.

2.- Los de niveles dos y uno parecen tener una tasa de crecimiento de 8% anual en los dos casos. Lo que significa más un proceso de promoción desde los candidatos y desde el nivel uno.

3.- En el total, la disminución de 6% de 1992 a 1993, en el grupo de candidatos a investigador nacional especialmente, representa una disminución del total a casi los niveles de 1991. Es decir, en 1993 el dato arrojó 6,233, contra 6,165 de 1991.

Cuadro 3.3

No. de investigadores por nivel.(1993).	
Candidatos	2,274
Nivel I	2,810
Nivel II	797
Nivel III	352
Total.	6, 233.

Fuente: Pacima, Programa de Apoyo a la Ciencia en México. Conacyt, 1994 / SNI, AIC, 1991, México..

4.- El crecimiento del número de investigadores en ingeniería y tecnología (aproximadamente 2,375 en octubre de 1993) no es tan rápido como en otras áreas como ciencias biológicas, biomédicas y químicas (aproximadamente 1951 investigadores. Datos de octubre de 1993). O bien de ciencias sociales (1,412) ó físico-matemáticas (864).

5.- Los ingresos han mejorado sustancialmente: El nivel I= 5 salarios mínimos. Nivel 2= 6sm. Nivel 3= 9 S.M..

6.- La UNAM concentra el 27.2%; Centros del sistema SEP-Conacyt= 15.5%; universidades públicas de los estados 12.6%; SARH= 9.8%.

7.- El D.F. concentra el 52.2% del total de investigadores de nivel 3, quienes son los líderes en formación de investigadores. La provincia tiene apenas 88 de este nivel.

8.- La proporción de investigadores de nivel tres, los altamente calificados, en ingeniería y tecnología es muy baja. Aumentó la de los candidatos, pero estos no son los altamente calificados.

9.- Con otros programas, el Conacyt apoya a los investigadores a través de infraestructura. Lo cual quiere decir que no en todos los casos, los investigadores tienen las condiciones de casi primer mundo para poder dar respuesta a los criterios de evaluación y medición de productividad planteados en el reglamento.

En suma, es necesario:

- a) Revisar el sistema de criterios y volverlo un programa con fases de transición congruentes con la modernización gradual de la ciencia y tecnología en su conjunto.
- b) No establecer un criterio absoluto y estático de primer mundo ante condiciones inferiores, lo cual produce un estancamiento en la producción de investigadores. Hay que hacerlo progresivo partiendo de criterios mínimos sujetos a tiempos y condiciones reales y quien no cumpla entonces tomar medidas. Pero no las medidas antes de los mecanismos.
- c) Revisar procedimientos. Cuando un candidato en general se postula y no es aceptado, no se le dice por qué.
- d) Los requisitos de publicaciones son muy grandes. Ambiciosos y no toman en cuenta las condiciones para investigación, así como el carácter de muchos proyectos de investigación de largo plazo. Aunque la idea sea reducir al mínimo estos y volver la mayoría de corto plazo.
- e) Criterios de evaluación poco definidos y no públicos. Debe establecerse un Sistema normalizado de criterios, de capacidades y puntuación públicos.
- f) Los datos globales sobre el SNI, muestran que no ha habido cambios importantes en la distribución de investigadores, áreas, geográficamente, de los altamente calificados, etc. Por lo tanto, sería conveniente hacer una evaluación general e histórica de los avances y resultados del sistema. Algo parecido a un diagnóstico inmediato, antes del 30 de julio, para poder ofrecer alternativas a esta capa que tiene una gran influencia en la vida económica, pero política también. (78)

l) Educación de posgrado

Después de haber crecido a una tasa promedio anual de 11.8 por ciento entre 1960 y 1980, en el siguiente decenio la matrícula en licenciatura redujo su ritmo de crecimiento a un poco menos de 4 por ciento al año, para llegar en 1990 a 1,078,191 alumnos. Es notable el cambio en la distribución de la matrícula por grupos de carreras. Las de ciencias exactas y naturales, ingeniería, agropecuarias y salud captaron 60 por ciento de la matrícula de 1980 y a las carreras de ciencias sociales, administrativas, de educación y humanísticas correspondió 40 por ciento. Diez años después esos porcentajes fueron 49.8 y 50.2 respectivamente. En 1990 la matrícula en las ciencias exactas y naturales y las ingenierías, que son las carreras más directamente conectadas con la Investigación y el desarrollo, fue de 34.3 por ciento.

En el transcurso del decenio de los 80, los egresados del bachillerato mostraron un interés declinante por las ciencias exactas y naturales. De una inscripción de primer ingreso de 7,770 alumnos en 1980 se pasó a 6,392 en 1990. Peor aún ha sido el caso de las carreras de los grupos de agropecuarias y de la salud; en el primer caso, el primer ingreso se redujo de 16,688 en 1980 a 9,722 en 1990; y en el de salud bajó de 33,113 a 23,320 en esos diez años.

En cambio, las preferencias de los jóvenes muestran una clara inclinación por las carreras sociales y administrativas; el primer ingreso creció de 76,952 en 1980 a 116,560 en 1990, que equivale a 48.3 por ciento de todo el primer ingreso en ese año.

La matrícula del posgrado ha crecido en los 80 más rápido que la licenciatura, principalmente en el nivel de especialización y en las maestrías de ciencias sociales y humanidades. Aún así, en 1990 representó sólo 4 por ciento de la matrícula de la licenciatura, y los egresos del posgrado 9.4 por ciento de los egresos de licenciatura en 1989. Sin considerar a la especialización, esas cifras se reducen a 2.6 y 3.4 por ciento.

En 1989 egresaron 1326 maestros y 34 doctores en ciencias exactas y naturales, ciencias agropecuarias e ingenierías, cuya suma representa 3 por ciento de los egresos de la licenciatura en las mismas áreas. Estas cifras tan reducidas coinciden con el hecho de que más de la mitad de los doctores y cerca de la cuarta parte de los maestros que investigan en el área de ciencias exactas y naturales obtuvieron el grado en el extranjero. Este rasgo de dependencia, que desde hace años ha atraído la atención de diversas autoridades, es un síndrome al que no es ajeno el desinterés de los estudiantes por obtener el grado, especialmente el doctorado; y muestra también una cierta incapacidad del subsistema de Investigación para reproducirse.

El problema queda más claro comparando las cifras nacionales con las de "nuestros socios de Norteamérica" (los datos se refieren a los egresos anuales en ciencias exactas y naturales, agropecuarias, salud e ingenierías; de Canadá y Estados Unidos los datos son de 1986, los de México son de 1990).

Cuadro 4

	CANADA	ESTADOSUNIDOS	MEXICO
Maestros	4,467	47,037	1,588
Doctores	1,189	12,989	82
Maestros/100,000 hab	16,98	18.95	2.01
Doctores/100,000 hab	4.52	5.23	0.10

Fuente: Anales, Anuarios Estadísticos. México, D.F. 1990-1993. Conacyt. Estadísticas Básicas sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología. 1994. Main Science and Technology Indicators. OCDE, 1994.

Es decir, con las condiciones hasta 1991, requeríamos 14 años de egresos en el doctorado para igualar un año de Canadá y 158 años para alcanzar la producción de un año de Estados Unidos. Las diferencias en el doctorado son mucho mayores que las del producto bruto y del ingreso per cápita; así que apuntan tanto a carencia de recursos como a problemas de modernización estructural; por ejemplo, que los institutos de Investigación de las instituciones de educación, donde se concentra la capacidad de formar investigadores, no estén autorizados a otorgar doctorados, y que en las escuelas de posgrado, que sí tienen una posibilidad, se realice poca o nula investigación, es una de las causas que impiden egresar doctorados en el número para el que se tiene capacidad en

el país (al Cinvestav se le puede ver como un ejemplo de las pocas instituciones en que se hace investigación y se otorgan grados; por eso es que 18 de los 82 doctorados consignados antes, corresponden al CINVESTAV) (79)

J) Becas de Posgrado

La institución que más becas otorga en México es, desde hace años, el CONACYT. El programa correspondiente tuvo un crecimiento espectacular de 22 por ciento anual promedio entre 1971 y 1980. En los siguientes diez años, siguiendo el patrón de comportamiento del gasto federal en ID, el número de becas de maestría disminuyó anualmente 4.5 por ciento, mientras que las becas de doctorado se mantuvieron en alrededor de 300 por año.

De las becas de maestría otorgados, aproximadamente 70 por ciento fueron para realizar los estudios en instituciones nacionales, mientras que 85 por ciento de las de doctorado fueron para estudiar en el extranjero. La eficiencia de las becas para el extranjero ha sido mayor que las otorgadas para estudiar en el país: en el primer caso, logró el grado 62 por ciento de los becarios, mientras que en el segundo lo obtuvo sólo 39 por ciento; situación que manifiesta otra de las facetas de la problemática del posgrado nacional.

Independientemente de que las becas sean para estudios en el país o en el extranjero, los estudios de posgrado están muy vinculados con el progreso de la investigación y el desarrollo tecnológico nacional, como se manifiesta en el hecho de que un alto por ciento de los miembros del SNI han tenido la oportunidad de estudiar gracias a las becas que recibieron. De otro lado, si sólo las becas del CONACYT representan 40 por ciento del primer ingreso al doctorado, quiere decir que la existencia misma de estos estudios en México depende en buena parte de la continuidad y ampliación de los programas de becas.

Estas cifras fueron obtenidas de una muestra de 2495 exbecarios, de los que 10 por ciento recibieron la beca en el periodo 1970-1976, 64.5 por ciento en 1976-1982 y 25.5 por ciento en 1982-1988. Desde 1983, la política del CONACYT fue favorecer las becas para estudios en el país, por lo que en los últimos diez años la proporción de éstas debe ser mayor que las señaladas en el texto. En 1990 por ejemplo, el porcentaje de las becas de maestría para estudios en el país fue 97; y el de doctorado 26.

Sin embargo, ninguna de las razones anteriores respalda los programas de becas de posgrado con la fuerza que tiene el objetivo de promover la formación de recursos humanos en un nivel de conocimientos del que, en ninguna sociedad moderna, se considerará que ya se cuenta con el número suficiente de personal.

Cabe destacar que el aumento del gasto en C y T, corresponde a nuevos datos en el sistema de ciencia y tecnología, por ejemplo, en el caso de las becas para posgrados, el Conacyt administraba 1,677 becas en 1989, para llegar a casi 14,000 en 1993-94. Empero destaca la distribución entre científicas y tecnológicas. En el primer caso, pasaron de 4,623 en 1991, a casi 10,000 en 1994. Por su parte, las tecnológicas pasaron de 947 en 1991, a más de 4,000 en 1994. (80)

K) I+D en el sector productivo

De los temas considerados en este capítulo, el interés de las empresas productivas por aplicar conocimiento en sus productos y procesos es el único en el que se percibe un claro mejoramiento. Aunque, como se ha repetido en páginas anteriores, se carece de información estadística sobre la función de Investigación y desarrollo en las empresas industriales del país para sustentar lo que ha sucedido desde 1981-82 a la fecha, la conciencia de querer ser internacionalmente competitivos parece estar ya ampliamente difundida.

Se cree razonablemente que las empresas locales dedican en la actualidad un por ciento no despreciable de sus ventas a diversas funciones relacionadas con la I+D, como la planeación, organización, control de calidad, información, capacitación, asimilación, adaptación, desarrollo, etc., aunque no se sepa cuál sea el patrón de actividades más común. Es probable que la estrategia se encuentre en la etapa de asimilar y adaptar equipos y técnicas al tamaño y necesidades locales, y que en algunas empresas se esté previendo más desarrollo para posicionarse mejor en mercados internacionales bajo la presión feroz de la apertura comercial y el TLC con EUA y Canadá.

La UNAM es un ejemplo documentado de lo que pudo haber sucedido en forma generalizada: mientras que su presupuesto global creció sólo 0.47 por ciento entre 1984 y 1990, el que destinó a la Investigación aumentó 4.52 por ciento anual en promedio; eso explica que el personal de Investigación haya crecido anualmente 3.02 por ciento. Otro ejemplo es el CINVESTAV, en donde a pesar de que el presupuesto entre 1983 y 1990 no creció, el personal total aumentó a una tasa de cerca de 6 por ciento al año gracias a que se ha llevado a cabo el crecimiento con base en jóvenes investigadores graduados con los que parcialmente se subsana la pérdida de investigadores con mayor experiencia".

Algo similar a lo que hizo la UNAM pudo haber sucedido con el presupuesto del sector público destinado a la I+D (gatso sectorial programable para I+D, GSPI+D). Al desglosar por programas el de 1990, puede calcularse que a los rubros de Investigación: Investigación fundamental, aplicada y desarrollo; desarrollo de tecnología; e investigación científica correspondió 54 por ciento.

El resto a Infraestructura (2.5). Formación de recursos humanos (16.2, esencialmente el gasto en educación de posgrado). Administración (7.2), Fomento y regulación (11.9), Prestación de servicios (7.1) y Otros apoyos (1.2). Entre 1984 y 1987, el GSPI+D se redujo 4.4 por ciento anualmente, mientras que los rubros destinados a Investigación aumentaron 5.56 por ciento anualmente en el mismo periodo. Y aunque entre 1987 y 1989 el rubro de Investigación perdió más que el GSPI+D, el resultado de 1984 a 1989 es que el GSPI+D se redujo 6.3 por ciento anual y el rubro de Investigación se redujo menos, 3.4 anual. Lo anterior se apunta como una posibilidad que puede subyacer a los ejemplos del párrafo anterior. De lo que no hay duda es que el no decrecimiento fue parcialmente financiado por la reducción de los ingresos del personal, que se estima superior a 4 por ciento anual entre 1984 y 1990. (81)

L).- Estimación del Personal de Investigación y desarrollo en 1990's

La estimación del gasto y personal en I+D en las empresas productivas se enfrenta a mayores incertidumbres que en el resto del subsistema. Sin embargo, se cree muy probable que desde 1980 las empresas manufactureras estén dedicando una atención creciente a mejorar sus niveles de competitividad. Esta creencia se basa en que la evolución del comercio exterior muestra una tendencia de crecimiento notable en las exportaciones manufactureras, de 3.571 millones de dólares en 1980 a 12,381 en 1988 y 23,000 en 1994. De otra parte, en todos los rubros de manufacturas considerados de alta tecnología, la relación de exportaciones a importaciones ha mejorado, y en algunos esa relación es mayor a 1:

Cuadro 5
COCIENTE DE EXPORTACIONES ENTRE IMPORTACIONES

	1980	1990	1994
Químicos para la agricultura	0.06	3.12	4.
Vehículos de motor y sus partes	0.17	1.09	2.50
Químicos inorgánicos industriales	0.97	1.05	1.40
Colorantes	0.76	1.00	1.23
Jabones, limpiadores y otros de toilet	0.06	0.90	0.99
Químicos orgánicos industriales	0.11	0.79	0.98
Químicos varios	0.21	0.44	0.88
Medicamentos	1.03	0.29	0.10
Maquinaria y aparatos eléctricos y electrónicos	0.06	0.25	0.96
Materiales plásticos y sintéticos	0.04	0.16	0.32
Equipo ferroviario	0.03	0.11	0.16
Instrumentos ópticos y científicos	0.02	0.09	0.18
Aeronaves y sus partes	0.05	0.09	0.15
Relojes	0.04	0.08	0.16
Todas las manufacturas	0.22	0.55	1.07

FUENTE: Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior de México. Banco de México, Indicadores del Sector Externo, años 1980-1994.

La información anterior tiene que ser matizada por el hecho de que como en buena parte de esos rubros la inversión extranjera directa tiene una presencia importante, una porción de las actividades en I+D en que se apoya su desarrollo debe llevarse a cabo en las correspondientes casas matrices y opera como información tecnológica intrafirma multinacional o bien como transferencia de tecnología aunque sea la misma firma, pero con socios diferentes, es decir, locales. Los datos anteriores serían relativos si es que no se ubican en el terreno de las importaciones y sus componentes: el 85% de ellas son de carácter privado y de éstas, el 63% corresponde a bienes de capital e intermedios que de manera directa e indirecta ayudan a mejorar la productividad del trabajo y competencia de los productos. Sin embargo, queda pendiente poder precisar la magnitud precisa e influencia de la I+D en la productividad en relación con la importación-transferencia de tecnología. (82)

Conclusiones

Los sistemas nacionales de innovación

Es evidente que las capacidades tecnológicas en América Latina están lejos de configurar un sistema de innovación, particularmente para el caso de México cuyo soporte de investigación y desarrollo requiere un Plan Nacional con la definición de áreas y desarrollo tecnológico por rubros, como vimos en los casos de otros países. En México se cayó en una especie de abismo de política de ciencia y tecnología y desarrollo tecnológico. Se pasó de un fuerte impulso entre 1993 y 1994, a un impase producido por la crisis en términos de recursos, empero a pesar de los pasos dados, la política del sector no aterrizó en una plan nacional de I+D, nunca definió las áreas y tecnologías que sirvieran de palanca para provocar la revolución por la productividad.

Aunque la política tecnológica fue apuntalada con programas como el FIDETEC, no se logró la combinación propia de un sistema de innovación por parte del Estado; tampoco ocurrió con el sector productivo, tal vez por que nadie tenía claro qué ramas, qué sectores y segmentos iban a tener un desarrollo real frente a la apertura salvaje de la economía. Pero también se debe a la creencia de que esto iba a ser resultado de la definición pura y exclusiva del mercado. Se creyó en un esquema neoliberal trasnochado y por allí se sigue manteniendo la idea de que el mercado creará sus propias necesidades y rumbos de una política tecnológica y de ciencia. No es cierto, no resultó y por ello hemos repasado las experiencias en otros países que muestran la importancia del papel del estado en la definición de los rumbos y de su intervención.

Aún más, es necesario decir que la bonanza del primer lustro de lo noventas se caracterizó por la falta de desarrollo de capital productivo frente a la ilusión de los flujos financieros internacionales que se movieron en la esfera de la especulación. De ahí que nadie supo plantear la necesidad de un estudio de oferta y demanda de tecnología por sectores a la luz de la competencia internacional.

Las tecnologías apropiadas fueron un error teórico para América Latina. Se alentaban las llamadas tecnologías apropiadas, adecuadas o intermedias que, en realidad, resultaban ser menos eficientes que las otras, con lo cual se condenaba a los países dependientes en el afán de adecuación a un modelo propio de desarrollo tecnológico o tecnología nacional, con ello llevaban al sector productivo a circunscribirse a un funcionamiento menos eficiente y menos competitivo.

Pero además resulta que tampoco se tuvo en cuenta que el proceso de cambio tecnológico requiere consenso social. Este se puede obtener de otras maneras, tal como hacen los países europeos.

Es un dogma, un principio aceptado prácticamente por todos los teóricos que se ocupan del análisis de las dimensiones económicas del cambio técnico, la necesidad de la intervención del Estado. Esto no está en discusión. Por ejemplo, en Inglaterra, los investigadores buscaron fondos compartidos en los presupuestos de la comunidad europea, restringiendo los propios, y en E.U. los proyectos de desarrollo tecnológico funcionaron bajo un paraguas militar, como la guerra de las galaxias. La función de innovación tecnológica requiere un soporte de Investigación que tiene altos costos y riesgos, frente a posibles beneficios a largo plazo que no se pueden cargar sobre la iniciativa del sector productivo de manera completa, Intervenir no quiere decir únicamente aportar dinero.. El Estado, por lo tanto, tiene que intervenir y debe definir políticas industriales, tecnológicas y de Investigación. Por eso es sorprendente que, en los últimos años, en los únicos sitios donde se sigue discutiendo, a nivel teórico, si el Estado debe o no intervenir, es en los países del tercer mundo.

El marco regulatorio inglés de privatización de las empresas y organismos públicos, es extenso y preciso. Entre los países latinoamericanos existen decretos de marco regulatorio de cuatro ó diez páginas. No caemos en la cuenta de que es precisamente cuando se privatizan los servicios públicos, cuando resulta más necesaria la función del Estado como regulador.

Es interesante destacar la importancia de la experiencia europea como punto de referencia para América Latina. En el caso de la Comunidad Económica Europea, como administración, con capacidad de proposición y responsable de la ejecución de los programas de toda la política comunitaria (entre otras la de I+D), puede ser considerada como un supra-Estado, en el que la función pública queda patente y clara. Todas las decisiones—y también las de la política científica y tecnológica—en cuanto a programación, objetivos, líneas de acción, medios de acción y presupuestos, son tomados por los Consejos de Ministros de las comunidades, es decir, los representantes del Estado.

Los hay de todos los colores políticos, pero todos sostienen un acuerdo clarísimo: la participación protagónica del Estado. En este contexto, desde el año 1984 existe en la CEE el programa marco de Investigación, cuyos antecedentes se remiten a 1955, con el Tratado del Carbón y del Acero (todavía existe un programa de Investigación del acero y del carbón, que remite a las razones históricas de la creación de la Comunidad, para evitar riesgos y peligros bélicos).

Hasta 1984 se planteó de una manera voluntariosa una estrategia de Investigación, porque no respondía a una estrategia industrial, ni económica, ni política, ni comunitaria.

Fue a partir del Programa Marco cuando realmente se estableció una política comunitaria como modelo, correspondiente a las otras políticas de carácter económico, industrial y social.

En Bonn, el gobierno alemán decía: "Estamos esperando la aprobación del Programa Marco por el Parlamento Europeo para conocer de una vez cuáles son las líneas de Investigación y desarrollo tecnológico, para fijar las nuestras". Es decir que, a pesar del poco volumen de ese 2% del presupuesto total comunitario que representa la I+D, muy por debajo del porcentaje americano, japonés o alemán, es ahora cuando todos los Estados miembros están--subsidiariamente--estableciendo sus propias estrategias y políticas, como complemento mayoritario, partiendo de la base de la acción comunitaria. Es, por lo tanto, un factor de integración nacional de actividades de Investigación científica y tecnológica.

Podemos llegar a creer en algunas variantes de una ideología liberal trasnochada. Pero existe una presión externa que viene permanentemente orientada a la liquidación del Estado en todos los frentes, incluyendo el científico y tecnológico. Así, en América Latina perdemos capital en recursos humanos, que podría ser estratégico para una etapa poscrisis, o para la propia salida de la crisis, suponiendo que se encontrara una nueva estrategia de desarrollo. Entre tanto, nos estamos descapitalizando en todo lo que nuestra sociedad acumuló en ciencia y tecnología en cien años.

El papel del Estado en la política tecnológica.

El debate acerca de la política tecnológica no se da en el vacío. De hecho, es una respuesta a la ruptura del enfoque tradicional del gobierno para estimular la innovación tecnológica.

Durante 40 años, hubo consenso en torno al papel activo del gobierno federal en la creación, difusión y adopción de tecnología. Durante la mayor parte de la posguerra, la industria estadounidense de alta tecnología vivió sin mayores retos y había muy poco que debatir acerca de las raíces tecnológicas de la competitividad industrial. Este consenso engendró una política tecnológica implícita que decisivamente conformó los patrones de la innovación tecnológica en las compañías estadounidenses. (83)

La política tecnológica implícita consistió en dos prácticas básicas. Por un lado, un generoso apoyo gubernamental a la Investigación básica en las universidades y laboratorios nacionales, así como una mayor inversión por parte de las agencias gubernamentales en el desarrollo de tecnología directamente relacionada a sus misiones legales.

La burocracia asumió que la ciencia auspiciada por el gobierno beneficiaría a la industria privada al alimentar este conducto de innovación que eventualmente conduciría a nuevas tecnologías y a industrias completamente nuevas. De esta forma, el desarrollo tecnológico auspiciado por el gobierno generaría tecnología útil para el sector comercial. (84)

Muchas agencias gubernamentales participaron en esta estrategia enfocada a la oferta, pero debido a la Guerra Fría, el Departamento de Defensa dominó dicha estrategia. En 1960, la I+D relacionada con la defensa en los E.U. equivalía a un tercio del total de la I+D llevada a cabo tanto en el sector público como en el privado, en los países miembros de la OCDE. (85)

Hoy en día, la I+D en defensa constituye el 31% del total de los gastos en Investigación de los Estados Unidos. La red nacional de laboratorios gubernamentales por ejemplo, aun se dedica ampliamente a la Investigación militar y espacial.

Este sistema funcionó razonablemente bien por mas de 30 años. La I+D militar fue crítica para el desarrollo temprano de la electrónica, las computadoras y la industria aeroespacial. Y mientras la difusión de la tecnología militar a las compañías comerciales era frecuentemente lenta, realmente no hizo mucha diferencia porque las compañías extranjeras no constituían ninguna competencia real para el mercado estadounidense. Durante la década pasada sin embargo, todo esto cambió. Esos cambios han hecho obsoletos los supuestos que dirigen la política tecnológica en los E.U. (86)

El modelo de innovación depende en lo fundamental de los esfuerzos de Investigación en áreas básicas para proliferar nuevos tipos de productos e industrias. Pero la competitividad depende cada vez menos de estos esfuerzos de Investigación como en la combinación de manufacturas de bajo costo con productos de alta calidad. Para mantener una línea de productos a nivel competitivo se requiere de mejoras continuas y crecientes en las funciones, los costos y en la calidad. En un ambiente de este tipo ninguna cantidad de Investigación básica por sí misma puede hacer a una compañía manufacturera competitiva. El diseño intensivo en costo (intensive cost design), los nuevos procesos de tecnologías y las ingenierías en sistemas de manufactura, etc., son mucho más importantes. (87)

Las empresas japonesas han encontrado en este punto la excelencia manufacturera. De acuerdo a un estudio, las compañías japonesas invierten aproximadamente el 70% de su I+D en procesos de tecnología; mientras que, en comparación, las empresas estadounidenses invierten cerca de la misma proporción en I+D de productos.

Además, las compañías japonesas productoras de artículos electrodomésticos, generalmente introducen una nueva tecnología, en productos al consumidor del tipo del "low end", mas que en productos del tipo "high end". Esto da a las compañías una experiencia temprana en la manufactura de tecnología al bajo costo; las ventajas obtenidas a partir del costo se multiplican cuando la tecnología es posteriormente introducida en los productos del "high end". (88)

La política tecnológica implícita del gobierno, asumió que el giro era tanto automático (que el gobierno no tenia que esforzarse demasiado para facilitar el acceso comercial), como gratuito (ya que los costos gubernamentales se justificaban enteramente por las misiones de sus agencias). No obstante, la difusión sin ayuda y sin planeación de la tecnología de defensa hacia las compañías comerciales es demasiado lenta, ineficiente y demasiado restringida a un número limitado de industrias relacionadas a la industria de la defensa como para constituir una estrategia efectiva para la competitividad.

Los defensores de una política tecnológica más explícita tratan de dirigirse a esta situación al señalar o pedir un cambio fundamental desde los proyectos militares a los proyectos civiles. El artefacto de estas aproximaciones es lo que conocemos por lista de tecnologías críticas que plantea la descripción de aquellas tecnologías cruciales para el futuro bienestar económico y para servir como una guía para la inversión gubernamental. Gracias a la presión del Congreso, el Departamento de Defensa publicó la primera lista en 1989, y para no verse opacado, el Departamento de Comercio publicó la suya en 1990. Una mayor presión por parte del Congreso obligó a la Oficina para la Política de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca a seguir un juicio en 1991. Ahora, tanto el Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI) del Japón, como la Comunidad Europea, tienen también sus propias listas. (89)

El reporte del Consejo para la competitividad titulado "Gaining new ground" es el primer esfuerzo realizado por una organización de negocios para contar con una lista de tecnologías críticas. El Consejo es una organización privada formada por John Youg, de Hewlett Packard y otros líderes de negocios. Su reporte nos da una evaluación detallada de las fortalezas y debilidades de las compañías estadounidenses en relación con sus competidores extranjeros en 23 tecnologías críticas. El Consejo presiona a los empresarios y al gobierno a desarrollar políticas coherentes para asegurar el liderazgo de los Estados Unidos en el desarrollo, el uso y la comercialización de la tecnología.

Irónicamente, esta profusión de listas ejemplifica lo errado acerca del debate en torno a la forma de conducir la política tecnológica. Aún el lector más casual se da cuenta prontamente de que todas estas listas son esencialmente similares. Las mismas tecnologías -microelectrónica, biotecnología, software y computadoras- aparecen una y otra vez.

En general es en estas áreas en donde el sector privado ya ha invertido fuertemente, y es en estas áreas también en las que la proporción de financiamiento privado para la I+D en relación a las ventas es elevada.

Llegados a este punto, no queda claro qué es lo que el gobierno debe hacer, además de contribuir aún con más dinero del que aporta. De hecho, puede ser más sensato tanto para el gobierno como para las empresas, identificar tecnologías no ya en las listas usuales, sino invertir en nuevas áreas, experiencia que harían a los Estados Unidos sobresalir entre sus competidores.

Las decisiones de inversión están basadas en criterios políticos más que en criterios económicos o del mercado. En muchos casos las metas económicas y de desempeño aceptables, fueron desplazados a un lado una vez hechos los compromisos políticos y financieros. Aún cuando el negocio de origen es atractivo, el dinero público que estos programas reciben terminan creando su propia forma, el programa se corrompe rápidamente para convertirse en un barril sin fondo, trascendiendo la ideología y la voluntad política para ello. (90)

Tanto Carter como Reagan, por ejemplo, apoyaron el proyecto de reactor "Clinch River breeder", que es una tecnología experimental de base nuclear designada para crear más combustible de lo que consume. El Financiamiento, que sumó un total de 5 billones entre 1969 y 1983, continúa por un período de 5 años después de que el proyecto se había convertido en una economía. La administración Nixon continuó con el transporte supersónico en los E.U., aún mucho después de que los costos se elevaron y que el número estimado de pasajeros que podría llevar había comenzado a encogerse. Los proyectos de combustible sintéticos iniciados en esta guerra por la independencia energética nunca disfrutaron de gran competitividad económica. De los proyectos estudiados sólo uno ha traído como resultado nueva tecnología comercial. Sin embargo, la tecnología está aún confinada a un nicho muy pequeño de mercados y no es claro hasta qué punto fueron las inversiones gubernamentales las que aceleraron un progreso que pudo haberse presentado de cualquier manera. (91)

Esto podría plantear la dificultad de manejar tanto el aspecto político como el económico de los proyectos de comercialización de gran escala. Sin embargo, existe otra manera de aproximarse al papel que debe jugar el gobierno en la estipulación del desarrollo de tecnología comercial, que no implique la difícil tarea de comercializar todos los elementos de una tecnología dada, sino que se concentre en mejorar la habilidad de las empresas para adoptar y adaptar las tecnologías ya existentes o aquellas que representan una buena oportunidad competitiva. Para entender esta alternativa hay que estudiar el caso japonés.

La nueva competencia a partir de la productividad con la fusión tecnológica

Como fue planteado en el primer capítulo, la fusión de tecnologías consiste en uno de los mecanismos actuales más eficaces para fomentar la I+D y convertirla en nuevos procesos tecnológicos, de nuevos productos, de manufactura, etc. Los japoneses son quienes entienden mejor el nuevo modelo de innovación tecnológica que sigue a los cambios en las técnicas de manufactura que se mencionaron anteriormente.

El modelo tradicional de innovación "breakthrough" (esfuerzo de Investigación) está siendo remplazado por un sistema más dinámico denominado "fusión tecnológica", que es la combinación de las tecnologías ya existentes o de las disciplinas ingenieriles y científicas para dar origen a híbridos que son más que la suma de las partes.

La fusión tecnológica puede llevar a las compañías establecidas en cualquier industria a ser desplazadas por tecnologías radicalmente diferentes provenientes del exterior. Como resultado, las distinciones tradicionales entre las industrias de alta y baja tecnología están desapareciendo rápidamente. En efecto, toda empresa es o debe ser, de alta tecnología; y el recurso crítico para manufacturas competitivas ya no es ni el capital ni la mano de obra, sino la I+D. Al observar el total de las compañías manufactureras del Japón, Kodama encuentra que la proporción anual de I+D a los gastos de capital es de 1.26:1 y continúa creciendo. Lo que subyace en el fondo es que las compañías manufactureras están siendo orientadas por la I+D. (92)

Como fue afirmado arriba, en el capítulo correspondiente a la comercialización de tecnologías, no se trata simplemente de innovar, ya que las compañías exitosas no son necesariamente aquellas que crean nuevas tecnologías, sino aquellas que las absorben rápidamente. Vale decir, las que traen las tecnologías más rápido al mercado, las convierten en nuevos productos, en nuevos procesos, y se adelantan al competidor. Esto requiere de cierta capacidad, organizaciones para detectar nuevas y prometedoras tecnologías en todo el mundo, e incorporarlas rápidamente en los productos y procesos, siempre y cuando el proceso esté ligado a la detección de mercados y sus segmentos.

Con base en lo anterior, las compañías deben ser eficientes en la "articulación de la demanda", pues es ésta la que determina la rapidez con la que las nuevas tecnologías sean absorbidas al interior de la compañía. La capacidad de las compañías para absorber y adaptar las nuevas tecnologías se está convirtiendo en la clave para la estrategia empresarial. Conforme los mercados maduros se saturan, las empresas manufactureras japonesas están empleando su habilidad para aplicar nuevas tecnologías a necesidades específicas de los negocios para cambiarse a mercados nuevos y más redituables. (93)

La nueva dinámica de innovación industrial consigue ventajas para las empresas que logran ponerlas al servicio de aplicaciones empresariales innovadoras. Por lo tanto, la política tecnológica del gobierno adquiere un nuevo rostro y consiste en ayudar a las compañías a desarrollar esa capacidad organizacional.

Alternativas de política tecnológica.

Una política de estímulos a la capacidad tecnológica en lugar de enfocarse en seleccionar a los ganadores, debería involucrarse en actividades que mejoren la capacidad innovadora en general de las compañías y de una nación.

El debate actual más cercano identifica dichas actividades en dos términos empleados en el lenguaje de las políticas: Investigación "precompetitiva" en tecnologías "genéricas". El concepto de precompetitividad (tal y como lo sugiere la política de desarrollo tecnológico en Europa, España, América Latina) indica el papel adecuado del gobierno para apoyar la I+D que favorece las posibilidades de muchas y diferentes industrias, mientras las compañías soportan por su propia vía el desarrollo tecnológico.

Hay formas de incentivar la I+D precompetitiva que no necesariamente implican el gasto del dinero público. Un caso importante sería el de dismantelar algunas de las muchas barreras legales que bloquean la colaboración entre las empresas, por un lado y las empresa, universidades y laboratorios gubernamentales por el otro.(94)

El concepto de tecnologías "genéricas" es aún más útil. Pensemos entonces, en aquellas tecnologías que constituyen aquella infraestructura tecnológica que hace posible toda innovación industrial posible. De esta manera, los instrumentos de control y medición son esenciales para mejorar la calidad a través de un cuidadoso control sobre el proceso. Los nuevos procesos de fabricación pueden incrementar la productividad y la calidad; y una mejor información puede acelerar la innovación. Por ejemplo, las nuevas técnicas para la caracterización de materiales puede convertirse en una base cuantitativa para predecir el desempeño de materiales avanzados.

Lo malo es que estas tecnologías no son lo suficientemente atractivas como para atraer un apoyo político substancial, y son frecuentemente ignoradas en favor de investigaciones básicas o proyectos de demostración tecnológica más atractivos. No obstante ello, estas tecnologías pueden ser de gran valor para todas las compañías, en lugar de beneficiar o penalizar injustamente a algún sector o industria en particular. Al incrementar la productividad técnica de una compañía, las tecnologías genéricas pueden ayudar a acelerar la comercialización y apoyar esfuerzos agresivos para cortar costos y aumentar la calidad. En este sentido, pueden ser vistas como creadoras de demanda para la innovación y nuevas tecnologías. (95)

Otra actividad financiada por el gobierno que podría ser benéfica comercialmente es la asistencia técnica a las compañías para mejorar su habilidad en el uso de nuevas tecnologías de proceso tales como el diseño por computadora, las herramientas para máquinas controladas por computadora, o el intercambio electrónico de información. Tales programas son conocidos como "extensión industrial", por su analogía a la extensión de servicios agrícolas que el gobierno norteamericano inició a principios de siglo para dar apoyo técnico a las granjas de la nación. (96)

En lo referente a manufacturas, la asistencia tecnológica en los Estados Unidos está mucho más fragmentada y menos desarrollada que en otras naciones altamente industrializadas, incluyendo al Japón. Por ejemplo, en 1989 el gobierno federal gastó apenas 63 billones de dólares en I+D, de los cuales sólo 500 millones (8%) se destinó a estimular la transferencia de tecnología. (97)

Estados como Massachussets, Michigan, Nueva York, Ohio y Pensilvania han organizado programas de extensión industrial, en colaboración con las universidades locales. Algunos programas gubernamentales caminan por el mismo rumbo: Por ejemplo, desde 1988, el Instituto Nacional para Estándares y Tecnologías del Departamento de Comercio ha establecido seis Centros Regionales de Tecnología de Manufacturas para mejorar la productividad de empresas manufactureras de mediano tamaño.

Al enfocarse en las políticas orientadas al lado de la demanda tales como la investigación precompetitiva, las tecnologías genéricas y la extensión industrial no significa que el gobierno deba anticiparse con áreas específicas, más el tradicional apoyo orientado a la oferta para la I+D relevante desde el punto de vista comercial. (98)

El mejor modelo para el papel que el gobierno debe seguir es el Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). DARPA mantiene un récord formidable en la elaboración de inversiones estratégicas en tecnologías de punta, que tarde o temprano llevarán a beneficios comerciales. Su pequeño staff, es no burocrático, altamente profesional y técnicamente competente.; y la misión de la agencia es explorar tecnologías de alto riesgo importantes por su potencial militar, también la aísla de las presiones políticas. Una manera de aumentar el porcentaje de las contribuciones del DARPA sería extender la misión de la agencia para incluir el uso dual de tecnologías con valor tanto para el sector militar como para el sector comercial, y para reforzar los vínculos de la agencia a la industria comercial. (99)

Finalmente, el gobierno debe apoyar las tecnologías estratégicas que sustenten a las industrias consideradas críticas para el interés de la nación, sólo en situaciones muy especiales. No es suficiente sólo mostrar que la industria es vital para la nación.

El ejemplo más cercano a este tipo de actividad es Sematech, el controversial consorcio de los grandes fabricantes de semiconductores. Creado para garantizar que los fabricantes del equipo de semiconductores sigan el paso a las aceleradas demandas técnicas por la rápida miniaturización, el consorcio fue fundado con recursos hasta de 100 millones aportados por cada uno de los miembros de la industria privada y del gobierno federal.

La supervivencia de la industria de semiconductores de los Estados Unidos frente a la competencia japonesa es un asunto urgente de interés nacional (E.U.) , y por lo tanto, el gobierno debe compartir los costos del proyecto afirman los que avalan este proyecto. Mientras tanto, los críticos han atacado el papel del gobierno en Sematech fundándose en que si la iniciativa es crucial para el futuro de la industria de los semiconductores, la industria misma debe financiarse a sí misma.

Sematech ha sido exitoso al incrementar la colaboración entre los fabricantes de semiconductores y sus proveedores en la industria de equipos. Pero si realmente lo que está en juego es la supervivencia de la industria estadounidense de semiconductores, entonces la simple mejora de la tecnología de quienes manufacturan los equipos hará muy poco para revitalizarla. De hecho, en el grado en el que esto ubica a la industria y al gobierno en un angosto y rápido arreglo, puede incluso convertirse en un obstáculo para desarrollar una política tecnológica para el sector.

Una política que tome definiciones y vea en serio los retos de la industria de semiconductores en los Estados Unidos, tendrá que apuntar no solamente a los factores tecnológicos, sino también a los temas de inversión de capital, estructura de mercado, estructura industrial y política comercial. (100)

Los administradores requieren encontrar maneras para que sus voces sean más claramente escuchadas en la conformación de la forma de llevar a cabo la política tecnológica. Conforme el debate acerca de la política tecnológica se encandeca, ha habido una brecha hacia la politización del financiamiento gubernamental para la investigación básica con cada vez más aportaciones por parte del congreso que van directamente a las instituciones académicas sin que sean sometidas primeramente a evaluaciones competitivas. A menos que la comunidad empresarial tome mano dura en la forma en la que estas políticas son conformadas, y en la manera en la que se maneja la competencia para el financiamiento, el resultado podría ser un barril sin fondo de proporciones bochornosas.

Un buen ejemplo de organización empresarial consiste en el Proyecto de Política para Sistemas de Computadora (Computer Systems Policy Project, CSPP). CSPP es una afiliación de las 12 más grandes compañías en sistemas de computadoras que incluye a Apple, AT&T, Digital Computer's Corporation, IBM y Sun microsystems.

A través de CSPP, los Consejos de administración especializados y los jefes técnicos de las compañías miembro se entrevistan con representantes gubernamentales para un entendimiento más informado de las dinámicas competitivas de sus industrias y cómo identificar las áreas para la participación pública y privada.

En sus reportes, el CSPP ha convocado a la modernización de la educación en ciencia e ingeniería, así como también de las inversiones en infraestructura de las redes de cómputo en la nación. Recientemente por ejemplo, el CSPP propuso una expansión amplia del plan de largo plazo del gobierno para renovar las redes de cómputo del país. La organización argumentó que la Investigación en tecnologías críticas debe estar ligada a esfuerzos para solventar problemas empresariales y sociales clave --por ejemplo, mejor sistema de salud y de servicios médicos, mejor diseño industrial y procesos de manufactura inteligente-- así como un amplio acceso público a las bases de datos públicas y privadas.

Este es precisamente el tipo de aproximación que la política tecnológica de los Estados Unidos, como casi cualquier otro país, necesita tener, es decir, un enfoque orientado por la demanda que no libre a las fuerzas y caprichos del mercado, en el marco de un esquema de cooperación. **(101)**

Como hemos visto, el papel de la innovación y el cambio tecnológico en la configuración de una nueva división mundial del trabajo y en el establecimiento de los niveles de productividad y competitividad y por ende soporte del comercio internacional, articula a la tecnoglobalización. El proceso no es simplemente los ciclos tecnológicos; no es tampoco querer explicarlo como si fuera una postura ideológica, sea concebido como una visión empresarial sin la parte del trabajo, o bien otros estudios que podrían ser calificados como una visión pura del trabajo. El hecho es que en este caso se trata de mostrar los elementos que articulan el proyecto de tecnoglobalización, en suma se refiere a explicar, hasta donde fue posible, la red que establece el gran capital internacional para avanzar en su proyecto. No se trata de entender este trabajo como si fuera una receta de productividad. Es necesario conocer con detalle los pasos y movimientos de cómo se organiza el capital para escalar a formas superiores de producción y creación de plusvalía y ganancia. Cuando hablamos de la revolución mundial por la productividad, no proponemos un curso empresarial, lo que se pretende es que se conozca desde los movimientos de las corporaciones multinacionales y sus acuerdos, hasta la fábrica integrada por computadora, como la fusión de tecnologías y su comercialización, nuevas formas, éstas, de aumentar la productividad.

Una vez terminada la tarea de conocer el proyecto del capital, entonces podremos plantearnos ir a estudiar la otra cara: el trabajo y las formas de explotación, de organización obrera, del trabajo flexible.

Por ahora me ocupé de la fábrica flexible, del conocimiento aplicado a la producción, pero también de la transferencia de tecnología y de manera muy especial de la carencia de planes nacionales de investigación y desarrollo en los países de América Latina y particularmente en México. Más adelante concluiremos sobre este punto: por qué en los últimos 5 años México y otros países latinoamericanos no consolidaron la revolución productiva y el capital industrial y por lo tanto, no pudieron diseñar un plan, un programa marco de I+D.

Cuando citamos exhaustivamente el caso español, se debe a que podemos ver que hay una lista de tecnologías críticas o proyectos de investigación y desarrollo para soportar la revolución productiva. Cabe recordar la lista (ver página 161-163):

Programas del Plan Nacional de I+D de España.

Programas Nacionales:
Calidad de Vida y Recursos Naturales
Biotecnología
I+D Farmacéutico
Tecnología de Alimentos
Recursos Geológicos
Recursos Marinos y Agricultura
Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental
Salud
Investigaciones sobre el Deporte
Investigación Agrícola
I+D Ganadero
Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales
Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones
Nuevos Materiales
Automatización Avanzada y Robótica
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Investigación Espacial
Microelectrónica
Programas Socioculturales
Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina
Problemas Sociales y Bienestar Social
Patrimonio Histórico
Programas Horizontales y Especiales
Formación de Personal Investigador
Antártida
Física de Altas Energías
Información para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico
Interconexión de Recursos Informáticas (IRIS)
Programas de Comunidades Autónomas
Química Fina (Cataluña)
Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional (Comunidad Valenciana)
Programas Sectoriales
Promoción General del Conocimiento (Ministerio de Educación y Ciencia)

Razones de la falta de un Plan Nacional de I+D.

Por eso no se pudo fijar en México (lo que se hace extensivo a otros países latinoamericanos) un programa marco o de tecnologías estratégicas por ramas y sectores como la base para un Plan Nacional de I+d.

La inversión extranjera en México de 1987 a 1994 sumó casi 50,000 millones de dólares, pero de ésta en octubre había llegado a 75,552 millones de dólares, es

decir, se contrajo en 25,552. Empero, en este mes bajó 6.3% la inversión en cartera y en particular para renta variable disminuyó 9.24%. El grueso de la inversión de 50,747 mmdd, en renta variable se repartió con 29,582.50 en ADR's (valores cotizados en el mercado internacional y se compran en las bolsas extranjeras, de ahí parte de la fragilidad de la internacionalización de los mercados de renta variable); 1248.09 en Fondo México; Warrants 5.19; Mercado intermedio 4.34; Fondo neutro (Nafin) 7,047.72. Del total de los 75mmdd, 24,804.9 estaban en mercado de dinero.

La inversión extranjera registró el último crecimiento en diciembre de 1993, al llegar en ese mes, a 3,945mmdd, comparado con enero de ese año que apenas registró 581.3, lo que mostraba la fragilidad de la fortaleza del milagro mexicano, de ahí comenzó a descender para registrar niveles de 1,132mmdd al mes en marzo de 1994 y la caída en la tasa de crecimiento se fue pronunciando hasta reducirse a 50 mmdd en noviembre.

La I.E. extranjera forma parte del ciclo de capital dinero en la economía dependiente, que en el marco de la economía de mercado, abierta, se volvió el factor de crecimiento eje. El otro brazo lo constituye la inversión nacional, el tercero la inversión pública directa en obra (relativamente baja por la privatización de carreteras, por ejemplo), como la de las empresas estatales, las cuales estaban minimizadas (por la venta) salvo Petróleos Mexicanos, Pemex.

Lo importante en esta fase de capital dinero es que más del 70% de este era extranjero, pero no dirigido a la compra de materias primas y al empleo, es decir, a la fase de capital productivo, salvo una mínima parte de i.e. directa, en la formación de empresas, de las cuales la mayoría fueron maquiladoras, cuyo ciclo, semeja a la vieja economía primario exportadora, a los enclaves como las bananeras, o azucareras de principios de siglo, por lo tanto, el capital dinero hace un ciclo de entrada y salida de la economía sin tocar la esfera productiva y esto ocasionó el eje del quiebre económico. La dependencia del ciclo de capital dinero iba a expresarse en el momento en que los capitales salieran del mercado de dinero y de capitales (renta variable), por lo tanto, el ciclo, quedó trunco, "sacaron el tapete" al ciclo económico cuyo motor es el capital dinero, es el enlace entre la producción, empleo y mercancías, la ganancia industrial, el valor que hace la riqueza de una nación.

En este sentido, la articulación de la industria con la nueva división internacional del trabajo, la integración productiva, por fases, repartidas en países, o bien el complemento con otros parques industriales. Más el nacimiento de segmentos o sectores nacionales aprovechando ventajas competitivas, con nuevos niveles de productividad, con base en la innovación y el cambio tecnológico, inscritos pues

en la tecnoglobalización, no sucedió. vale decir que la globalización, la tecnoglobalización que articula las tendencias de integración productiva sobre una nueva concepción del comercio internacional, no avanzó y los años transcurridos sentaron bases de reestructuración, pero sin concretar cabalmente la integración productiva.

Aún más, de hecho se trata de la transferencia de valor desde el sector productivo hacia la esfera de la especulación. Los capitales golondrinos que se suman a la parte nacional articulada a la golondrina internacional, suma de privados internacionalizados que recorren países y bolsas, arrastran en un alza y caída de bolsa a las finanzas públicas nacionales, sea mediante inyecciones para sostenerla por parte de la banca estatal como Nacional Financiera, con cargo a deuda pública interna y externa, sea mediante la apropiación de los recursos de medianos y pequeños capitales que suman o sumaban miles; al tiempo que el modelo de apertura y ajuste significa la consolidación del gran capital, la crisis que resulta de la imposibilidad de sostener un déficit comercial, más una economía sin ciclo de capital productivo, llevan a enfrentar lo que se vive en México como en otros países de América Latina: dar un paso atrás y apuntalar el modelo caiga quien caiga, para definirlo en su fase final de ajuste, a pesar de los costos sociales, pero su perfil coincide con el proceso de tecnoglobalización, con la nueva división internacional del trabajo, con la lógica del gran capital internacionalizado, aquél mencionado como un poder supranacional al que se incorporan las fracciones del gran capital nacionales y poco a poco consolidan su primera fase de poder: el capital financiero, el ciclo de capital dinero especulativo y poco a poco se va incorporando a la esfera productiva pero con base en el cálculo y proyecto bien definido y apoyado en los planes de las corporaciones multinacionales. Tan solo pensemos cuántos grupos son necesarios para paralizar y dejar seco a un país como México, suponiendo que hablamos de cuando las reservas eran de 25,000 millones de dólares, entonces si Morgan Stanley, Citicorp, Chase, City Bank, Dow, dos japoneses, tres europeos; pues con eso, el dinero golondrino se mueve en 4 horas de Singapur a Sudáfrica y dejarían en México, por ejemplo, 3 de 25 mil millones de dólares y el ciclo se puede repetir...

A nivel regional, sucedió lo mismo para casi toda América Latina, otro elemento que ocurrió fue una transferencia de recursos hacia los países desarrollados, al revés de lo que pregonaba el BID o el Banco Mundial en el sentido de que a finales de los ochentas se había revertido la tragedia de la bomba de la deuda externa y los flujos de capitales iban hacia los países dependientes. **Ciertamente hubo avances en la producción regional bruta, pero no al grado de poder cubrir los tipos de cambio y las expresiones monetarias, de no poder soportar los déficits comerciales. La especulación se comió a la producción: "desorden macro e ineficiencia micro"**

Las tendencias de la tecnoglobalización, con base en la supuesta delantera de países que James Baker III llamaba cabeza de playa, Argentina, Brasil, México, hubiera planteado modificar el peso subregional en el Producto Interno Bruto regional. Si tomamos la subregión 4 (según la clasificación del BID, informe anual 1993), compuesta por Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, conservan el mismo 50% promedio de la región (solamente ellos), igual desde 1970 hasta 1993. La primera subregión, compuesta por Costa Rica, México, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá Guatemala, siguen representando el 24% promedio en esos años. La conclusión parcial es que la dinamización productiva cedió terreno a la especulación financiera en favor de los países desarrollados.

Para el caso de México, el quiebre financiero y el agotamiento de las reservas monetarias, que pasaron de 24,538 mmdm en el segundo semestre de 1993, a 15,884 en el primero de 1994 y 3,800 en diciembre frente a un déficit de 24,000mmdm en cuenta corriente, y las transferencias de retorno producto de "las ventajas" de la inversión extranjera aumentaron 78.4% para 1995 en materia de intereses externos sobre la deuda (sin contar los costos del préstamo de 53,000 mmdm). Dicho sea de paso, de las masa mundial de inversión estimada en 250 mil mmdm en inversión directa e indirecta (la directa en manos de las corporaciones multinacionales) por la cual luchan los países todos los años, América Latina fue la región más favorecida, de saldo negativo de 23,600 mmdm en 1985, paso a positivo de 17,900 en 1992. El comercio de la región (especialmente importaciones dada la apertura, sobrevaluación de moneda y apostar al déficit en cuenta corriente) subió de 8,000mmdm intraregional, en 1987, a 14,838 en 1991. Y con el resto del mundo, pasó de 80,000 a 111,513 mmdm en el mismo periodo. Si preguntamos a cuánto asciende el déficit regional promedio podemos ver que el flujo de capitales y la apertura significó el **gran boom exportador para E.U.** por ejemplo en los noventas. (Datos del SELA, 1993).

Para México, el pago de intereses de la deuda, tanto domésticos como externa, como porcentaje del PIB será de 4% comparada con el 2.6% en 1994. Al tiempo en que la fase de capital dinero ha sido desmantelada, seca, es necesario rehacer el ciclo pero la única alternativa es con base en la creación de un sistema financiero nuevo, complementario al nacional, prácticamente en quiebra, del cual cabe citar simplemente la insolvencia, las escasos fondos de contingencia, el préstamo internacional para provisionamientos por 1,500 millones de dólares (mayo 1995), en el que la cartera vencida en relación con el capital

Por otro lado, cabe destacar que el verdadero carácter del largo ciclo de crisis ahora toma rumbos de salida aunque la recuperación trae consigo una nueva división internacional del trabajo.

Las raíces, la caída de la productividad y de la tasa de beneficio, quedan claras en la medida que la revolución científico técnica, la profundización en la innovación y la Investigación y desarrollo, así como la competencia con inteligencia más capital, responden de manera directamente proporcional a resolver el problema de competencia, ganancia y productividad. A la fecha de redacción de este documento, entre noviembre de 1994 y marzo de 1995, los cambios en el equilibrio de la economía mundial, reflejan que en primer lugar comienza un ciclo de recuperación para países como Alemania, Japón y Estados Unidos, los tres grandes. Pero arranca uno de recesión para países emergentes y medianos en reestructuración como España, Portugal, México, Brasil, Argentina, y tal vez varios del sudeste asiático como Singapur, Tailandia, Filipinas.

La forma inacabada de la internacionalización de la producción.

De igual forma, destaca en la información internacional otra tendencia relevante. Se trata de la contradicción de la tesis usada por autores como Porter, en las cuales insisten en la inviabilidad de las viejas políticas para ganar competitividad como el uso del tipo de cambio, devaluación. Y no es que esto sea regresar a los viejos moldes de la economía cerrada, keynesiana, lo que sucede es que la nueva economía, global, la tecnoglobalización, supone fincar la nueva división internacional del trabajo en la competencia vía la productividad, en el libre juego de la ley del valor.

Para ello es necesario que el eje de la producción y de la capacidad productiva del trabajo sea la productividad. Sin embargo, la guerra monetaria en la mitad de los noventas, representa la batalla por los mercados vía el tipo de cambio, en la cual dos están ganando: Alemania y Japón. El punto es que estos dos países articulan las tasas de productividad más altas en la escala mundial y por ello están ganando los frentes monetarios desde el dólar hasta la peseta española. Cabe recordar que el desorden financiero internacional actual comenzó con la devaluación del dólar ante el yen en 1994.

Durante 1994, el dólar terminó un ciclo de agotamiento frente al yen y al marco alemán, proceso que sucede desde 1971. El dólar ha llegado a estar por debajo de los 90 yenes en los primeros meses de 1995. El marco alemán, en este sentido, ha tomado el papel de moneda de cobertura de riesgo cambiario, lo que se refleja en que la mayor parte de la reciente inversión en instrumentos financieros alemanes es de corto plazo. El dólar ha perdido más de 2/3 partes de su valor (desde 1960) respecto al marco y al yen, su importancia en los mercados internacionales se resume en hechos tales como que el 60% de las reservas internacionales de las diferentes naciones están denominadas en dólares, así como la mitad de los activos financieros externos privados. Dos terceras partes del comercio internacional se factura en dólares.

Dos factores intervienen en esta coyuntura o configuración de una perspectiva de recesión mundial: por un lado, la caducidad del sistema financiero internacional en términos de la no correspondencia entre tipos de cambio y el capital industrial interno o el valor creado a nivel nacional; por otro lado, la internacionalización y rápida comunicación en los mercados hacen posible la volatilidad de los flujos financieros de país a país, sumados a la debilidad del dólar, por lo tanto, la inestabilidad de reservas monetarias nacionales con desajustes brutales en las economías nacionales.

B) La recuperación de la economía norteamericana y el alza de las tasas de interés aparejada a la devaluación frente a las monedas fuertes, arrastran los flujos financieros hacia esa nación con la finalidad de concentrar el capital dinero necesario para mover el ciclo productivo, que en E.U., es una realidad el aumento de la producción industrial.

C) El peso del dinero del narcotráfico llega a alterar la liquidez internacional por que el proceso de lavado requiere transferencias de país a país, empero el problema no es ese; el verdadero fondo del tráfico de drogas es la interrupción del ciclo, digamos normal, económico a nivel mundial, ya que las transacciones se hacen en efectivo, y para comprar y vender, luego lavar, es necesario sacar del mercado formal aproximadamente 250 mil millones de dólares cada año; que regresan del mercado informal pero en otras formas y en otros flujos como: la recompra de activos; dinero golondrino entre bolsas; en el mercado de dinero y el de capitales, este es un soporte fuerte de la volatilidad internacional y factor de sustracción de liquidez ya que en el mercado formal también busca mejores rendimientos. El eje del problema es que este dinero mundial interrumpe el ciclo económico entre capital dinero y productivo, así como de mercancías cuya rotación y velocidad se reduce a la poca liquidez.

D) La política de ajuste y reestructuración mexicana y su fracaso, mostraron la contradicción, casi generalizada, de pretender economías abiertas con la consigna del combate a la inflación, al tiempo de descuidar la productividad y el aumento de la producción. El verdadero objetivo: inflación vs productividad, es decir, acabar con ésta a partir del crecimiento de la capacidad productiva del trabajo, se convirtió en un déficit creciente de la cuenta corriente sin inversión nacional y extranjera en la esfera productiva, en la creación de valor industrial, como lo llama Aglietta (El fin de las divisas, S.XX1, México, 1987). "La inestabilidad de los tipos de cambio se debe al desorden macro e ineficiencia micro" En esta situación se encuentran Brasil y Argentina, cuyos ciclos "de liquidez escasa" coincidieron justo después del mexicano, que dicho sea de paso, cada vez están más cerca, empero no quiere decir que se debió al efecto tequila, eso es una argucia mental.

E) Evidentemente, los factores antes mencionados tienen una raíz política también que de todos es conocida. Simplemente cabe hacer una reflexión. No se trata de un proceso de crímenes, de pugnas electorales, se trata de la consolidación política del proyecto del gran capital cuya irrupción a partir de 1985, llevó a la descomposición del sistema de dominación o sistema político que tuvo que irse configurando y decidiendo en favor de este proyecto, o más bien cediendo espacios que son los de la pequeña y mediana burguesía, parte del viejo grañ capital desplazado en áreas ya no de punta, de los sectores tradicionales empresariales, (la primera y segunda generaciones empresariales, los patos cojos en la recuperación, frente a la tercera generación producto del nuevo gran capital y parte de la segunda generación) apoyados en el viejo estado benefactor cuya función de subsidio incluía el hecho de ser el estado del conjunto de la burguesía, ahora pasa a ser el del bloque empresarial en el poder. Para poder hacer esto era necesario romper con las viejas bases de apoyo y esquemas de alianzas, por lo tanto, el sistema de dominación (partidos, sindicatos, medios de comunicación, organizaciones empresariales, iglesia, universidades, organizaciones civiles, etc.) entra en una fase de recomposición cuyas fuerzas tiran todavía y quienes poco a poco ganan los espacios (G.K.) es imposible que tengan un arraigo popular con un proyecto anti-popular. Los partidos como el PRI tienen en este proceso el asiento de la explicación, ya que desde 1985, se plegó a apoyar ese proyecto. De los otros, de ninguno se sabe expresamente qué proyecto abandera, menos si es alternativo, salvo el PAN cuya base de apoyo (en el sentido de proyecto del gran capital) es esencialmente la misma del PRI, solo que saca ventaja de los huecos y descomposición del tricolor). Así que mientras los elementos del sistema de dominación se recomponen y todavía se dan tirones en torno de ellos, los sectores populares andan sueltos, frente a un fortalecimiento del gran capital en el periodo...pero sin instrumentos de mediación, ni bases, ni apoyos, salvo el Estado y sus dos pilares: las burocracias civil y militar.

Este fenómeno, es en realidad al que el capital financiero nacional e internacional le teme, no tanto a Chiapas solamente como caso aislado, sino por la convocatoria nacional que tiene, no tanto a las muertes de políticos solamente.

F) La apertura comercial y la sobrevaluación del peso, con la especulación, desfavoreció al sector de bienes comerciables (manufactura y minería) y favoreció al sector de bienes no-comerciables (comercio, servicios, infraestructura).

El empleo en el sector manufacturero no creció y muchos recursos se trasladaron al sector de bienes no-comerciables. De hecho, el aumento de la productividad en el sector manufacturero, en realidad es un aumento de la intensidad del trabajo, es decir más unidades de producto en el mismo tiempo sin modificar la base técnica, ni el valor de los productos

(hacerlos más baratos por unidad como ocurre con la productividad), así como de la reducción de personal en las fábricas y la prolongación de las horas de trabajo después de la jornada legal. Por lo tanto, la productividad, la innovación y el cambio tecnológico, brilló por su ausencia. Además cabe insistir en el abaratamiento del precio de la fuerza de trabajo comparado con los niveles internacionales:

Salarios totales (salario + prestaciones) por hora para trabajadores industriales. (En dólares).

Alemania	25.6
Suiza	22.7
Japón	19.2
E.U.	16.8
Francia	16.3
Canadá	16.3
España	11.6
Singapur	5.4
Corea	5.4
Taiwan	5.2
Hong Kong	4.3
Argentina	3.3 (4to. milagro?)
México	2.6 (3er milagro?)
Brasil	2.5 (2do. milagro?)
Chile	1.8 (1er milagro?)
Colombia	0.7

Fuente: Ciemex-Wefa, Reporte de competitividad mundial, de 1994

Por ello en 1995 el motor de crecimiento será la exportación y/o los sectores comerciales. El sector de manufacturas, minería, recursos naturales vuelve a ser rentable (por eso son acciones que están creciendo en este momento en el mercado de valores). En el mismo sentido el ahorro interno y desestimular el consumo puede ser un instrumento de política económica, ya que el nuevo ciclo económico, el nuevo ciclo de capital dinero en México lo van a constituir las instituciones financieras internacionales que arriban al país.

G) El sector público generó un proceso de deuda (pública) muy alto sin tener la creación de valor, producto interno industrial bruto que lo respaldara, menos con un supuesto superávit en las finanzas públicas. Esto es, para octubre de 1994, los inversionistas extranjeros solamente, habían invertido en ellos, en el mercado de dinero, 84 mil 440 millones de nuevos pesos, lo que representaba un incremento de 756% desde (en relación con los de 1991) que se colocaron en 1991.

H) Finalmente, es necesario decir que la recesión de 1995 no es producto de la crisis financiera. Esta ya existía en México antes del problema que llamaremos "sacada de tapete al ciclo económico" con la salida de capitales y la caída de la inversión extranjera directa. Es decir, se trata de una recesión inducida y parte de una maniobra nacional e internacional en la cual el proyecto del gran capital va a recomprar barato todo tipo de activos. Con la devaluación, los sectores de punta retoman posiciones y reviven segmentos, lo que va a marcar la nueva cara de la economía mexicana, la definitiva del gran capital. En cemento, la exportación creció 180%; siderúrgicas aumentó 121%; Holdings 34.9%; papel y celulosa 538%; bebidas 157%; comunicaciones 54%, en el primer trimestre de 1995, comparado con el año 94. Como puede verse en las crisis no todos pierden.

Al tomar los indicadores de la actividad industrial que es el eje de la economía y de creación de valor, el verdadero sustento de lo que debería haberse desarrollado en lugar de la apertura per se, además de la especulación financiera, vemos, que de 6.5% en 1989, pasó a 3.8% en 1991; bajó a 3.2% en 1992 y llegó a 0.5% en 1993. (fuente: SHCP y diario Reforma, 21 de abril de 1994) Desde luego, las cifras manipuladas se lograron con un leve repunte a 2.8% en julio-septiembre de 1994.

Si tomamos los datos de una de las industrias clave y multiplicadora de la economía, la automotriz, solo en términos de ventas, el total de 1994 en relación con 1993, había caído -13.9% de 180,717 unidades en 93, bajó a 155,516 en 94.

Lo anterior a pesar de que el sector manufacturero exportador, haya aumentado su envíos un 28% en el primer bimestre de 94 solamente para llegar a 3,432.3 millones de dólares (Banco de México, Marzo de 1994). Empero, al tiempo de crecer las exportaciones el déficit en cuenta corriente aumentaba considerablemente ya que el saldo resultó negativo en todos los rubros, como productos metálicos que se exportaron 2,069.3 y se importaron 4,794.4, casi el doble. Las manufacturas representan el 67.9% del total, sin incluir maquila. (Banco de México y diario Reforma, abril 25, 1994.)

Otro elemento interesante en relación con la banca y el desarrollo industrial productivo es que en la cartera vencida de la cartera total, la industria manufacturera participa solamente con 6.4%, en cambio el consumo vía tarjetas y los bienes duraderos, como el sector agropecuario, representan 13.3%, 26.8% y 10.5% respectivamente. (Banco de México Abril de 1995).

La apertura y la falta de una estrategia concreta para el sector agropecuario, para no dejarlo en manos de los requerimientos de las ventajas competitivas internacionales, léase su destrucción y restructuración, llevó a efectos como el déficit de 1,310 millones de dólares, 24.5% más que en enero-julio de 1993. Mientras se exportaba 862.9 millones de dólares, se importaron 2,082.6 mmd, en alimentos manufacturados, por ejemplo.

La tesis de la especulación se fortalece con el dato sobre las utilidades de las casas de bolsa en el primer trimestre de 1994, mientras el repunte industrial apenas se logró en julio-septiembre, las utilidades crecieron 86.9% en el primer trimestre de ese año, con todo y muerte de Colosio y rebelión zapatista, fuga de capitales, disminución de la i.e. y obviamente incertidumbre financiera, pero la bolsa había caído más de 25% para marzo, claro la compra de entrada por salida fue pavorosa.

Proceso desigual y combinado

Se ha señalado que la fase más avanzada y acabada de evolución de la producción capitalista es la nueva división internacional del trabajo con base en la revolución mundial por la productividad (globalización o tecnoglobalización), empero como señalamos en el texto, el proceso es desigual y combinado, y no todos los países logran el proceso, de allí que exista la forma de subglobalización o subregionalización, así como ni en los propios países centrales está concluido. En sentido estricto desde cada rama , sector o segmento, el tejido internacional por fases del proceso de producción y trabajo es el que poco a poco se va configurando como en el caso de las diez ramas mencionadas --como la automotriz-- cuya internacionalización es una realidad.

Esto trae a la discusión otro tema central y relacionado con la nueva economía mundo: Cómo es posible ligar un proceso de producción internacionalizado y por lo tanto la necesidad de mayor libertad de comercio, sea por la vía intrafirma transnacional, sea por los acuerdos interfirma o bien con base en estos, de país a país si en el caso en que se produzcan de manera compartida; insisto, cómo hacer esto compatible con la estructura proteccionista actual del comercio internacional. De hecho el salto a la nueva etapa a la nueva economía mundo con la revolución por la productividad, será imposible con aquélla estructura del mercado mundial. Este planteamiento ayuda a confirmar la tesis de la forma inacabada de globalización-productividad mundial y el desorden monetario y financiero internacional.

Comercio intrafirma transnacional

El papel de las corporaciones multinacionales en la revolución científico técnica y el armazón de la producción modular mundializada, aunque el proceso se lleve a cabo de manera franca en diez ramas por el momento. Esto instala poco a poco una nueva forma de producción y de comercio internacional, de hecho, quien quiera referirse a la vieja estructura de venta de país a país con todo y sus fronteras y aranceles, lo podrá hacer durante un par de años, pero en la medida que la producción modular y los acuerdos-alianzas estratégicas entre las CM, avancen, los países quedarán divididos por los segmentos de producción y las fases, de tal manera que esta es la verdadera referencia a la producción global, el producto global.

De aquí sigue una nueva estructura de comercio apoyada en el intercambio interfases del proceso e intrafirma transnacional, lo cual modificará las bases del propio comercio mundial, ahora apoyadas en términos de ganancia, en las ventajas competitivas que proporcionan las diferencias de productividad con su base de innovación y cambio tecnológico. Esta será la tierra de cultivo de la nueva OMC, que relevará al vencido GATT.

Las fases de ajuste, de reestructuración propias de la transición de modelos, hacia el esquema de libre juego de la ley del valor, tales como los ajustes monetarios, la creación de un esquema internacionalizado de política cambiaria que apunte hacia la unificación de monedas o bien las bases monetarias se conviertan en activos circulantes con la referencia necesaria al dólar, y hasta monedas con nueva paridad a partir de consejos monetarios en lugar de bancos centrales. Además, las sacudidas propias de los acomodados de la fase de recuperación en los países centrales en 1994-95, particularmente E.U., con base en alza de tasas de interés (vía para recortar inflación), atracción de capitales, devaluación del dólar y el consecuente impacto recesivo para el resto del mundo y la selección industrial o limpieza del parque industrial, para re-ocuparlo con las nuevas fases mundializadas que en otras palabras quiere decir, ceder al mercado mundial lo que no resulta efectivamente competitivo a nivel nacional.

La nueva regionalización mundial

Otro elemento que resulta relevante se refiere a la noción de nueva regionalización producto de la nueva estructura de producción por fases o modular y por supuesto de la redistribución de sectores o segmentos en relación con los niveles de productividad y de innovación y cambio tecnológico.

Esto quiere decir que el proceso de globalización no comprende a todos los países, ni siquiera a todos los que han avanzado sustancialmente en sus procesos de ajuste estructural, que no es otra cosa que la carta de entrada a las inversiones extranjeras y sus flujos, o anexión a la producción global. Se trata de algo novedoso en materia de regionalización combinada con la noción que introdujo Marini, Ruy Mauro desde la década de los setentas: se trata de la sub-regionalización y el auge de las naciones sub-imperialistas. Por ello, es válido hablar de tasas intermedias de ganancia a escala mundial y la figura de la pirámide expuesta en el capítulo primero. Muchos países están a la zaga del proceso y por ello, se integrarán a través de otras en una cadena sub-sub-regional.

La referencia a una red de poder detrás de la estrategia de globalización cobra importancia a la luz de las formas que asume la solución de los conflictos sociales y políticos en los países en proceso de globalización. Las respuestas de las fracciones empresariales o bloques de poder nacionales dejan el espacio al

bloque internacionalizado que va desde acuerdos regionales, hasta recurrir a la ONU u OEA. Evidentemente, la estrategia no solo apunta a dismantelar cualquier resistencia de fracciones empresariales desplazadas por el gran capital, sino la resistencia popular, los movimientos por la independencia y las fisuras previas que abiertas por las disputas entre las fracciones de la burguesía pueden traer irrupciones populares por alianzas de clase o simplemente por que los efectos de la restructuración atentan contra los niveles de vida y subsistencia.

Este es el caso de los efectos en el volumen de mano de obra discutidos en la introducción y en el capítulo 3, y a su vez, las repercusiones del desempleo (como condición sine qua non de la recuperación y restructuración de la tasa de ganancia) en la masa de horas trabajadas medida en la jornada social promedio diaria multiplicada por el número de trabajadores activos, y al hacer la operación encontramos que hay una reducción considerable de la jornada social, empero con algunos cambios: mientras disminuye el número de trabajadores empleados, aumenta la carga en cada uno, ya que la masa de horas parece no reducir.

Es importante precisar a manera de conclusión, la importancia de la internacionalización de la I+D asociada a las múltiples formas de acuerdos interfirmas, por ejemplo, la fusión de tecnologías y su impacto en I+D, así como en la productividad.

"En 1989, EE.UU. y sus compañías obtuvieron 2.5 billones de dólares por venta de tecnología a los japoneses y gastaron solamente 500 millones en compras a Japón. Ahora, cada vez más compañías norteamericanas de alta tecnología se están instalando en Japón. Las compañías japonesas dedican sus ingresos para pagar el 98% del costo de Investigación, mientras que Washington y muchos otros países dependen del financiamiento gubernamental en diferentes proporciones. En Japón, dos tercios de sus fondos los dedican a mejorar procesos de manufactura y solamente un tercio a nuevos productos. En otros países esta proporción se trastoca con los consecuentes efectos sobre la calidad. Aun así, la prioridad en la Investigación aplicada de las compañías no es encontrar el fundamento intelectual de las nuevas tecnologías, sino nuevas formas, rápidas, de convertirlas en productos..."

La competencia global apunta a sustituir la carrera tecnológica entre "gobiernos" por la carrera entre firmas. Es decir, la ilusión de autarquía tecnológica agotó su expectativa de vida. Por ello, es muy importante que cada nación, cada política gubernamental entienda que aún el desarrollo tecnológico tiene sectores y tipos de tecnologías con ventajas en relación con otros. Empero, las genéricas o básicas como telecomunicaciones, informática, biotecnología, deben ser procuradas en cada plan de I+D. Claro, no todos pueden desarrollar la biotecnología en su conjunto, como los países que tienen aquellas corporaciones

multinacionales que se encuentran detrás de la innovación en ese campo. Por estas razones, la autarquía tecnológica, como la noción de querer producir todos los bienes y servicios requeridos, es también una utopía.

Esta es la base de la producción global mundializada y modular, empero, no está cancelada la posibilidad de lograr avances marginales de manera autónoma, que dicho sea de paso, se ha hecho, sin embargo, es necesario desarrollar la capacidad para evaluar, reproducir, adaptar, difundir e innovar a partir de las licencias o patentes adquiridas, o de los equipos comprados simplemente en ferias o exposiciones, lo cual constituye el error más grande en que incurre un empresario al desembolsar sin consultar, ni evaluar.

Uno de los mecanismos de las CM, los acuerdos en materia de tecnología, que se aproximan a la moda de **fusión de tecnologías**, consiste en que la compañía puede invertir en I+D que remplace la antigua generación original de tecnología o, de otro modo, puede enfocarse en la combinación de tecnologías existentes para la combinación de tecnologías ó híbridas. Este mecanismo en realidad significa un nuevo método de elevación de la productividad y de caminos más amplios para la I+D.

Comercialización y productividad

En el capítulo sobre la comercialización de tecnologías afirmamos que existe una fuerte liga entre la competitividad y la habilidad para comercializar tecnología. Las compañías que están a la cabeza, comercializan dos o tres veces más el número de sus nuevos productos y procesos en relación con sus competidores de un tamaño comparable; incorporan dos o tres veces mayor número de tecnologías en sus productos; traen sus productos al mercado en menos de la mitad del tiempo y compiten con el doble de sus productos y en diversos mercados distribuidos geográficamente.

Cuando hablamos de productividad, nos referimos no sólo a la expresión clásica de hacer más con menos. Nada de eso. En realidad el proceso de la productividad es más complejo que eso y de allí que los modernos economistas no puedan explicarla, tan solo describirla, y me refiero a Porter, Michael, cuyo libro apunta el problema pero a final de cuenta no llega al corazón del mismo.

Al hablar de capital social entendemos al conjunto de empresarios en ramas, sectores y segmentos. Cada uno reúne condiciones de producción de creación de valor y las mercancías que produce requieren un tiempo socialmente necesario mínimo para producirlas, lo que hemos llamado en el texto como **niveles medios mínimos de productividad** indispensable para competir.

Cada capital usa herramientas, materias primas, instalaciones, luz, agua, y una forma de organizar el proceso de trabajo o su gestión. De hecho, cualquier mejora o innovación en las herramientas o en la organización del proceso tienen que ver con un aumento de la productividad o la capacidad productiva del trabajo.

Empero, en sentido estricto, todo mecanismo que permita que el empresario recupere más rápido la inversión en capital constante y la mano de obra empleada va a aumentar el valor excedente creado en cada jornada de trabajo, sin tener que aumentar su duración. Partiendo del principio de que la fuerza de trabajo se paga por su valor, y éste se cubre en 4 horas de trabajo, las 4 restantes corresponden a un excedente. Por tanto, las innovaciones en las herramientas, permitirían producir el tiempo de 4 horas en digamos 2, con esto el tiempo excedente aumenta de 4 a 6 horas. Lo cual quiere decir que consecuentemente, debemos hablar en términos de producto para no aboradar la discusión en materia de plusvalía. Dado que si la productividad aumenta en las ramas que producen los bienes salario o de reposición de la fuerza de trabajo, entonces si hay un verdadero proceso general de desvalorización de la fuerza de trabajo y en términos sociales, generales, ésta se reproduce en menor tiempo dentro de lo jornada. Si el aumento de la productividad se da en un capital, ésta simplemente resulta en un fenómeno extraordinario en relación con los demás. Desde luego ocurren los movimientos de los tiempos al interior de la jornada ya que aumenta la producción, el número de productos, aunque el valor sea esencialmente el mismo.

Si el tiempo necesario se produce en la mitad del tiempo significa que en las 8 horas antes de la innovación y nuevas herramientas (nuevas tecnologías: nuevas herramientas ó nuevos métodos de organización del trabajo), se arrojaban 16 pares de zapatos. Con los cambios, se duplica la producción y en el mismo tiempo se obtienen 32 pares. Lo cual quiere decir que cada uno ahora tiene la mitad de valor que los demás. Si cada par estaba valuado antes en 10 pesos, ahora cada uno tiene un valor de 5 pesos (recuérdese lo que ocurrió con las calculadoras y el abaratamiento de los componentes debido a la concurrencia y la productividad en aumento constante). El proceso está restringido para quien logró la innovación, el progreso técnico, cambio tecnológico y/o nuevos métodos de organización del trabajo. No se generaliza hasta que otros capitales, los demás, tienen acceso a esa innovación. Pues si esto resulta cierto, la diferencia en términos de valor del primer capital en relación con los demás, lo ubica en una posición de ventaja: Su producto que tiene la mitad de valor lo puede vender al precio medio de venta que se configura con base en la media a partir de las condiciones más atrasadas, entonces algunos tendrán un valor de 9, otros de 10, otros de 12 y algunos más de 7. Entonces, si la media fuera 10 y los costos medios de 8, la ventaja del capital innovador lo lleva a poder vender a 10 y gana no solo 2 sino 6 por cada par, al considerar que el costo bajó a 4 por par debido al aumento de la productividad.

Los resultados, que muy pronto los demás capitales accederán a la innovación y entonces el primero pierde el status de un ingreso extraordinario en relación a los demás. Por esa misma razón, el primer capital deberá insistir en mantener el proceso de innovación y cambio tecnológico, apoyarse en la I+D, renovar los procesos, las tecnologías en cualquier forma: diseño, proceso, producto, pero esencialmente, arrojar nuevas tecnologías "madre" por ejemplo, de las cuales, su cosio creciente pueda re-expresarse en múltiples productos que son sub-aplicaciones de la primera. Este proceso es el que engendra a la competencia y coincide con que cada avance descubre nuevos segmentos de mercado, el que a su vez, desde la circulación, dibuja nuevas necesidades que deben ser traducidas en innovaciones en la esfera de la producción. Pero en ningún caso, de ninguna manera, la circulación determina la concurrencia o moldea la creación de valor. Siempre que nos referimos a este proceso en capítulo 2 y en el 3, especialmente, la idea fue centrarnos en la esfera de la producción como la única capaz de crear valor. Salvo las industrias que operan y producen en la circulación como el transporte, que se consume al tiempo de producirse.

Ahora bien, lo anterior considera que la fuerza de trabajo se paga por su valor, ya que hablamos de una sociedad abierta, en la que la ley del valor opera el intercambio entre equivalentes. La unidad de medida libre la da la capacidad productiva del trabajo cambiante, en progreso. Las imperfecciones al proceso alteran la ley del valor, lo cual ocurría, al parecer, en estadios de desarrollo anteriores en los países subdesarrollados, pero sorpresa!, ahora ocurre en nuestros mismos países que algunos ya formamos (México) parte de la OCDE, somos prácticamente primer mundo. Pero sucede que las tendencias de la mecanización del proceso de trabajo, la fábrica integrada por computadora y su efectos en el empleo y la calificación que mencionamos en el capítulo 3, ayudan a explicar lo que no es tolerable teóricamente, menos en las contribuciones de los autores de la nueva teoría sobre el comercio internacional sustentada por Dossi, Pavit, Krugman, Porter, etc. De la cual comparto la tesis de la innovación y el cambio tecnológico como resorte del comercio mundial, pero no la falta de material teórico para explicar una de las fuentes de apropiación de valor y ganancia que no es atribuible a la mayor productividad en el caso de la exportación y su tasa creciente en latinoamérica, como en México particularmente.

Aunque no es el tema, pero la automatización de la producción, el aumento de capital fijo, de bienes de capital en la producción de las fábricas mexicanas no es todavía un hecho sustancial para explicar exportaciones. De hecho han aumentado las importaciones de bienes de capital, pero contradictoriamente la productividad de la mano de obra en México ha crecido gracias a la reducción del personal ocupado y a un aumento de la intensidad del trabajo (velocidad de despliegue de la mano de obra en una unidad de tiempo determinada que puede

ocurrir sin cambios de la base técnica, con lo cual tiene límites, o bien modificándola, con lo que queda amarrada a la velocidad de las nuevas máquinas.) y/o a la prolongación de la jornada de trabajo, con base en horas extras.

El punto es que pueden ser tres mecanismos combinados: más horas en la jornada; más intensidad, menos salario, o por debajo del valor, violando la libre empresa, la economía de mercado, donde todo se paga por su valor y gana el más productivo. Entonces lo que tenemos es una forma combinada de aumento gradual de la productividad con elementos de super-explotación del trabajo cuya expresión es el agotamiento prematuro por las condiciones de infra-reproducción, los que en si mismos violan la ley del valor pero aportan la cuota-masa de valor excedente que el empresario no paga y le permite competir, bajo el supuesto de "mientras somos plenamente competitivos y productivos."

Me pareció útil hacer estas reflexiones, aunque no me detuve a explicar cómo la prolongación de la jornada de trabajo (que en la mayoría de los casos las horas extras no son pagadas y aunque lo fuera, el desgaste diario, mensual, anual y de una vida promedio útil, tiene límites) y la intensidad son formas de superexplotación, no se diga la violación del salario en relación con el valor de la fuerza de trabajo. Se hace este planteamiento por que a los investigadores y analistas economistas modernos y los nuevos sociólogos post-modernos son formados en anti-economía política.

La fábrica moderna se acerca a la noción de plena competencia cuando se convierte en una integrada por computadora. Lo discutido en el capítulo 3, plantea varias interrogantes que intenté contestar: primero, cómo se logrará en un país como México uniformar una rama o sector bajo el esquema de automatización flexible de la producción y con esto el significado de combinar máquinas viejas con nuevas en una heterogeneidad productiva.

Segundo, las tesis de calidad total o justo a tiempo, teoría "Z", corresponden a una forma de nuevas tecnologías: las que tienen que ver más con la organización del proceso de trabajo. De ninguna manera se menosprecia su importancia, lo que quiero decir es que el aumento de la productividad se logra parcialmente con los círculos de calidad, pero siempre y cuando esto se acompañe de la flexibilización de la planta con cambio tecnológico.

Tercero, que la verdadera fábrica integrada por computadora, constituye el modelo de flexibilización de la producción y por ende su amplia adaptación a las demandas del mercado. Sólo así cobra sentido la noción justo a tiempo, por ejemplo, la que tiene que ver más con la circulación, con el ahorro de los gastos de almacenamiento, los gastos falsos de acarreo entre almacén y banda de

producción, de vigilancia, que son improductivos pero necesarios en la medida que conservan la materia prima o la producción. Cuando ésta se hace sobrepedido, o flexible, se obtienen los resultados expuestos en el capítulo, es decir se eliminan dichos gastos y tiempos muertos. Por ello, Marx hablaba de la manera en que la reducción de los tiempos y gastos de circulación inciden en un aumento en la producción y elevan la tasa de ganancia.

Como quiera que sea, a través de la flexibilización y la fábrica integrada por computadora, los resultados es lo que cuenta, así como la neva forma de organizarse. De una muestra de sistemas FIC (o FIC) y FMS, existentes en el mundo, los costos laborales bajaron 30%; los costos de materiales tuvieron ahorros de 13 a 15%; inventarios y trabajo en progreso reducción del 50%; plazo de entrega reducción de 40%; rendimiento de máquinas, aumento de 30%; máquinas herramienta, reducción de 80%; superficie del taller, reducción de 50% y aumento entre 100 y 300% de los beneficios o utilidades. Con la fábrica integrada por computadora, los tiempos para producir un avión como el Tornado francés, se reducen de 30 a 18 meses. En suma, este es el verdadero efecto en la productividad con la automatización flexible y la fábrica integrada por computadora.

El estudio histórico de la productividad es muy útil al permitir dar cuenta del verdadero soporte de ésta: la innovación y el cambio tecnológico. La productividad multifactorial se convierte en un concepto que debe ser retomado y que en realidad tiene referencia a la moda de desarrollo sustentable (que en español no existe, sí como sostenible) cuyo objetivo es el mejor uso de los recursos naturales y la protección ecológica al lograr el aumento de la productividad.

En este sentido conviene precisar que la informática y las telecomunicaciones representan hoy día el papel que en su momento la electricidad, sin que ésta modifique su importancia, ya que todas las herramientas finales y máquinas, funcionan con impulso eléctrico, lo que sucede es que la informática-electrónica potencian la capacidad productiva del trabajo.

En el centro de la discusión encontramos la relación empleo y calificación de la fuerza de trabajo. Justamente, ahora es que cabe preguntarse qué hacer con el fenómeno de desempleo y pobreza que representan una ironía ante el potencial y capacidad productiva del trabajo, ante la revolución mundial de la productividad, para producir riqueza. La discusión de este tema es pro demás interesante ya que la red internacional de poder detrás de la globalización está preocupada por estos dos fenómenos a nivel mundial, efectos del proceso de tecnoglobalización.

Se supone que la pobreza y el desempleo no serán problemas cuando el modelo mundial esté terminado, ya que en cada país, lo que ocurre es que mientras el

ajuste a la nueva división internacional del trabajo lleva a reestructurar la planta productiva y revolver los viejos moldes y estructuras, esto es un fenómeno "pasajero" que al lograr eliminar las fases más atrasadas o bien dejar morir los patos cojos para rescatar a los sanos, se recortan actividades, se especializa el parque industrial en función de las necesidades del mercado mundial y después se reconstruye con más de los especializado o bien integración vertical en torno de una sola rama como el cobre en Chile, por ejemplo. Entonces, a largo plazo, "teóricamente" puede haber una expansión del empleo, pero a largo plazo.

Lo cierto es que ni en E.U., ni en Alemania, ni en Japón, menos en los países emergentes y con mayor razón en los que ni siquiera pase directo tienen a la globalización, el volumen de empleo aumenta, por el contrario, se ha revertido y el desempleo se convierte en un factor central de la recuperación de la tasa de ganancia a la par que crece la productividad. Qué no eran esas dos variables la causa de los ciclos recesivos por más de 20 años? Pues el desempleo ahora es herramienta abierta, de recuperación en la medida que representa un papel estratégico en los niveles salariales como ya explicamos en el capítulo 3.

Al tiempo en que el desempleo, como factor del capital opera como un cinturón al ejército activo, empleado, las viejas leyes laborales requirieren modificarse para **adaptar al trabajador a la flexibilización y la automatización.** Imposible lograr la nueva fábrica son la estructura legal anterior como los sindicatos por ramas, las especializaciones, los viejos tabuladores, los derechos de antigüedad, etc. El marco legislativo moderno apuntrará a prever la rotación de puestos, la polivalencia de la calificación, el nuevo trabajo simple o calificaciones medias mínimas como la informática y nuevos idiomas, la libre contratación por funciones y no antigüedades, etc. No solo se recorta el empleo, sino que los contratados tienen que apegarse a un esquema de flexibilidad correspondiente a la flexibilidad de la fábrica.

El tema de las calificaciones resulta estratégico y conviene apuntar un elemento: el impacto que tiene en la planeación del mercado de fuerza de trabajo, lo cual incidirá en una etapa muy larga de recambio de calificaciones, y por un lado sobrantes de calificación en desuso o por un doble fenómeno que se refiere de una parte, a la existencia de calificaciones tipo compendio propias de viejos planes de universidades (que no por ello equivocados); de otra parte, frente a nuevas calificaciones expeditas, especializadas, con un camino directo de entrenamiento y formación ligada a la actividad productiva y con mayores niveles de grado o licencias para el mercado, es decir, la nueva fábrica requiere mayor grado aunque esta calificación no sea tan universal. Hablo entonces del choque entre dos tipos de fuerza de trabajo, la que se reestructura y refuncionaliza, con un obvio sobrante de calificación y la que se incorpora con las nuevas calificaciones. Lo que sucede es que este choque tiene efectos sorprendentes en el precio de la fuerza de trabajo ya que la sobrecalificación devalúa el precio en el mercado en la medida que los doctores tienen contratos con precios como si fueran licenciados.

Y tal vez en el valor de la misma ya que los tiempos-costos de calificarla van a cambiar como ocurrirá con el nuevo diseño curricular de educación superior. Este punto deberá ser una vertiente de Investigación a futuro en y desde las centrales obreras, así como en las universidades, ya que el valor de la fuerza de trabajo (para la lógica empresarial) no se va a calcular con base en los valores o tiempos socialmente necesarios para producir la canasta de necesidades que incluye las calificaciones, sino por el juego del mercado, entre oferta y demanda y la asignación que éste asigna a cada uno de los componentes de la canasta. Lo que sí es perceptible de inmediato es el efecto en el precio. El problema en el valor es que puede depender (como en la historia) de correlaciones políticas y no solo el precio, de aquí las raíces de un periodo que combinará la superexplotación del trabajo, al violar el valor vía la circulación por la oferta y la demanda, combinada con niveles de productividad creciente para los países de América Latina particularmente. Pero esto se deja como un elemento para discutir a futuro.

La espiral de dependencia tecnológica

En muchos países en desarrollo se ha usado extensamente la tecnología importada como base para el establecimiento de nuevas industrias. La concesión de licencias y otras formas de transferencia de tecnología han satisfecho una demanda que no se pudo cubrir inmediatamente por medio de la capacidad tecnológica existente en el país.

En el estudio presente se ha recalcado que si la adquisición de tecnología extranjera ha de impulsar el cambio tecnológico y aumentar la productividad de la empresa receptora, es necesario que ésta lleve a cabo una activa estrategia tecnológica. **En primer lugar**, la empresa debe realizar una búsqueda dinámica de otras fuentes de tecnología con el fin de localizar la más adecuada y disminuir la vulnerabilidad que va aparejada con la excesiva dependencia de unas pocas fuentes o de una sola. **En segundo lugar**, hay que invertir tiempo y recursos en capacitación y en cambios institucionales con el fin de asimilar y adaptar eficazmente la tecnología a las condiciones del país. Esto último es fundamental para crear ventajas comparativas y lograr que la producción pueda competir internacionalmente. **En tercer lugar**, con el objeto de instalar la tecnología para la producción en gran escala, la empresa debe establecer contactos con proveedores adecuados de equipos y materiales, mejorar la capacidad de gestión y aumentar sus propias aptitudes para negociar con las autoridades del país.

Como se mencionó en la introducción, es muy difícil para los encargados de formular las políticas en los países en desarrollo ayudar directamente a las empresas nacionales a cumplir todas las exigencias con el fin de transferir eficazmente la tecnología extranjera. La tarea de los gobiernos es, en primer

lugar, crear un ambiente macroeconómico que estimule a las empresas del país a que estén expuestas a cierto grado de competencia foránea. Quizás aún más importante es que los gobiernos apoyen la creación de una infraestructura científica y tecnológica en el país. El esfuerzo tecnológico de las empresas nacionales depende sobre todo de la existencia de un fondo común de trabajadores capacitados y técnicos y de centros de Investigación y aplicación de los resultados financiados con fondos públicos y privados.

En el campo de la asistencia directa a las empresas nacionales que reciben tecnología extranjera, se sugiere en este apartado que una solución es la creación de la capacidad de prestar servicios técnicos de diseño y otros (empresas de servicios técnicos). Su experiencia y posición estratégica en el sistema económico vinculan a los productores con los proveedores de tecnología y las instituciones de Investigación y aplicación de los resultados para asegurar que se tomen decisiones óptimas en materia de inversiones.

La existencia en el país de empresas de servicios técnicos que sean competentes y conozcan las condiciones locales puede también ayudar a las compañías a absorber y adaptar la tecnología extranjera con mayor eficiencia. Sin embargo, en numerosos países dependientes hay pocas de estas empresas nacionales de servicios técnicos debido a las considerables barreras que impiden su ingreso al mercado de dichos servicios. Ello se debe a que muchos países dependientes no cuentan con los recursos humanos para ofrecer servicios técnicos y contratar al personal más calificado resulta un proceso prolongado y costoso. Es también costoso y exige muchos recursos establecer una útil red tecnológica nacional e internacional. Otra barrera a que se enfrentan muchas empresas de servicios técnicos en los países dependientes es la dificultad de lograr la confianza del sector privado y obtener las credenciales y experiencia necesarias para perfeccionar aún más sus aptitudes. Una empresa de ese tipo formada como operación conjunta entre un agente nacional (posiblemente el sector público) y un socio transnacional que posea los conocimientos especializados y la experiencia necesarios podría ser una solución para superar estas barreras.

Sin embargo, una enseñanza obvia que debe buscarse con experiencias de transferencia de tecnología es que un gobierno del Tercer Mundo y una empresa transnacional puedan llegar a un acuerdo mutuamente beneficioso. En este caso, los conocimientos especializados, la experiencia y los contactos proporcionados por una empresa transnacional, junto con la disponibilidad de personal nacional idóneo y una inversión a largo plazo en el desarrollo de la capacidad tecnológica, tendrían efectivamente como resultado la transferencia eficaz de tecnología, así como la creación de proyectos empresariales rentables.

Finalmente, algo más sobre las razones de un Plan Nacional de I+D. La crisis actual, y el ciclo recesivo en el que se transita a partir de 1994, en México y muchas otras naciones latinoamericanas por lo menos, van a atrasar las expectativas de aumentar el gasto en I+D, en la formación de recursos humanos, probablemente se diluya la propuesta central de este capítulo para diseñar un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo pese a ser un elemento prioritario.

Por otro lado, cabe señalar que un plan de I+D, debe partir de áreas específicas, precisas que nacen de las necesidades de recomposición del parque industrial y la adecuación de nuevas tecnologías. En México hay un plan de ciencia y tecnología, pero no existe uno ligado a las necesidades del desarrollo y esa ha sido uno de los problemas más importantes para darle cauce y sentido a la formación de recursos humanos y la inducción de la Investigación.

Insisto, en el diseño de un plan de I+D, destaca la definición de una política y objetivo de desarrollo tecnológico más que industrial. Hablamos por supuesto del papel del Estado como vimos arriba, ya que el objetivo industrial es, en el marco de una economía abierta, responsabilidad de la iniciativa privada en la lógica del esquema neoliberal, empero no puede dejarse en manos del mercado las definiciones de las tecnologías críticas, de un programa marco, menos el objetivo tecnológico, por que entonces la limpieza industrial, el rescate de los patos sanos y dejar morir a los patos cojos, llevará a entregar al capricho del mercado mundial el parque industrial y capacidad competitiva nacional, o tal vez eso es exactamente lo que se está haciendo a en 1995 como continuidad desde 1985. En este sentido, la crisis de 1994, mostró dos opciones: por un lado, dar un paso atrás en la consecución del modelo y plantearse formas de transición económica que implicaban retomar algunas alianzas de clase viejas para ayudar al sistema político a no descomponerse y por ende afectar parcialmente al gran capital dando espacios a las viejas generaciones empresariales, o bien, por otro lado, acelerar el proceso e impulsarlo definitivamente a costa del sistema político, con lo que el estado quedaría solo con el gran capital para torear la profundización del modelo, lo que ahora sí parece una chilenezación del país. esto es, sin conceder tregua, y apoyarse en el gran capital supranacional o red de poder detrás de la tecnoglobalización.

Las experiencias europea, española, japonesa y norteamericana, muestran, igual que México, la importancia del Estado en la política de I+D. Desde luego no para hacerla directamente, sino para el fomento. Y en este sentido, la liga universidad + industria es un campo que no se ha abordado de manera suficiente, por ello, hay un vacío en este campo cuya exploración seguramente proporcionará elementos que dinamicen la renovación y actualización de la Universidad, sin que esto signifique abatir las otras funciones de la universidad, como la difusión, la Investigación básica (en unos campos que no en todos, cosa que hay que evaluar también), etc. Asimismo debe quedar claro que no se trata de volver a la universidad una empresa, ni todas las empresas absorber a las universidades. Por ello, los puntos de transferencia o de enlace son un buen principio.

Por último, una evolución tecnológica importante es la que considera un gasto de 2 a 4% del PIB, y de ésta, que contenga una buena parte del sector privado. Nuestros países otorgan menos importancia a la formación y producción de tecnólogos y es necesario revertir o emparejar la tendencia: por cada 2 tecnólogos hay 8 investigadores en ciencia básica.

Fuentes: Notas y referencias bibliográficas

Para consultar las fuentes sobre las citas a lo largo del texto, se han puesto primero las notas numeradas en orden progresivo y luego las referencias de cada nota-cita, divididas por capítulos. Lo anterior en virtud de que algunas fuentes se repiten en varias notas o la composición de la información requirió diversas fuentes en una nota o cita y se optó por agruparlas, especialmente en el capítulo V. Hay algunas referencias (6-8) que no están citadas directamente, pero formaron parte de los insumos, además de ser bibliografía complementaria.

Capítulo I. Notas:

(1) La categoría Tecnoglobalización fue usada como metáfora en un coloquio llamado "New rules of the globalization game" en Tokio, Japón, celebrado del 6 al 9 de marzo de 1990, en el marco de los trabajos de la OCDE. La reseña fue preparada por el profesor Michael Gibbons del departamento de Ciencia y tecnología de la Universidad de Manchester, Oxford. Véase la referencia 21.

(2) Ver referencia 43; p. 35-60.

(3) Es un dato estimado por diversas fuentes: algunos hablan de 250, otros de 200; yo prefiero tomar la cantidad de 150 mil millones de dólares con base en la concurrencia de información como la presentada en Fortune, y su clasificación de las 500 empresas más importantes (abril, mayo, junio y julio de 1990, 1991, 1992 y 1994 respectivamente).

*Ver referencia 37 y las páginas 46-48 de la referencia 16, ya que se agrega el dato sobre el total de empleos controlados en Estado Unidos por firmas extranjeras en dicho país, es decir, 1.4 millones en 1986, y de estas, 140,000 son de subsidiarias japonesas.

*Ver referencia 22; p. 36-39, en el cual se puede encontrar un análisis de flujos de inversión extranjera y los países de localización.

*Ver referencia 3.

(4) La tesis de sub-sub-regionalización es producto de elaboración propia, pero inspirada en la consecuencia lógica de la tesis de Ruy Mauro Marini sobre el subimperialismo. Ver referencia 33, 34 y 35.

(5) Ver referencia 41.

(6) Las estrategias de la corporación multinacional se encuentran en las referencias 11 y 46.

(7) Sobre esta información y discusión de los tiempos de la globalización, ver páginas 21-25 de la referencia 22 y p.101-105 de la No. 41.

(8) Ver referencias 27 y 30.

(9) Elaboración propia con datos tomados de los cuadros encontrados en las páginas 99 y 103, referencia 2.

(10) La tendencia real de los acuerdos interfirma se dedujo de los hechos reportados en el periodo 90-93 y consultados en fuentes como: Excélsior, sección financiera; particularmente el número de junio 9 de 1988. La información proviene de múltiples fichas extraídas de dicha sección; así como los reportes sobre empresas transnacionales de Fortune, números de abril-junio de 1993 y 1994 respectivamente. Los orígenes de este planteamiento pueden encontrarse en la referencia 19 y 22.

(11) Ver referencia 9 y 10, P. 307-316.

(12) Ver referencia 17, P. 378-382 y ref. 43.

(13) Ver referencias 53 y 18.

(14) Referencia 36.

(15) Referencia 39.

(16) Referencia 50.

(17) Referencia 52.

(18) Referencia 30.

(19) *Ibidem*, P. 70-82.

(20) Referencias 52 y 51.

(21) Referencias 46 y 49.

(22) Referencias 51 y 47.

(23) Referencias 30 opus cit, P. 95-102.

(24) Referencias 1 y 45.

(25) Referencia 45 opus cit.

(26) *Ibidem*.

(27) Referencia 25.

(28) Referencia 45 opus cit.

(29) Referencias 47, 45 y 1.

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

Referencias del capítulo I:

- (1) Bell, Daniel. **La caída de las grandes empresas**. Revista Vuelta, No 201. Agosto de 1993. México, D.F. P. 14-18.
- (2) Borrus, Amy. **The stateless corporation**. Business Week. No. 3159. May 14, 1990. U. S. A. P. 98-106.
- (3) Braverman, Harry. **Trabajo y capital monopolista**. Editorial nuestro tiempo. 1979. México, D. F. P. 365.
- (4) Brown, Lester R., et. al. **State of the world, a worldwatch institute report on progress toward a sustainable society**. Editado por Worldwatch Institute. 1991. U.S.A. P. 3-189.
- (5) Buitelaar, Rudolf. **La competitividad de las economías pequeñas de la región**. Revista de la Cepal No 43. Santiago de Chile. Abril de 1991. P. 83-96.
- (6) Conacyt-Molina, Ivan. **El papel del desarrollo tecnológico en la teoría económica del comercio internacional**. Marzo de 1994. México, D.F. P. 20-46.
- (7) Conacyt. **Proceso internacional, nueva economía-mundo**. Nuevo Mundo. Abril de 1994. México, D.F. P. 15-43.
- (8) Conacyt-Molina, Ivan. **La liga universidad + industria. Apoyo tecnológico. Financiamiento para desarrollo tecnológico: una estrategia global para el Conacyt**. México, D.F. Julio de 1992. Documento de la coordinación de asesores.
- (9) Molina, Ivan. **Investigación y desarrollo en la fábrica moderna**. Revista de información científica. Vol. 13, No. 177. México. 1992.
- (10) Contractor Farok y Narayanan V. **Technology development in the multinational firm: a framework for planning and strategy**. R&D Management. Abril de 1990. Estados Unidos. P. 305-321.
- (11) D., Elson. **Transnational corporations and the new international division of labour: a critique of "cheap labour" hypothesis**. Manchester papers and development. Vol. 4, No. 3. July 1988. U.S.A. P. 60-72.
- (12) Devlin Robert y Guerguil Martine. **América latina y las nuevas corrientes financieras y comerciales**. Revista de la Cepal No 43. Santiago de Chile. Abril de 1991. P. 23-49.
- (13) Documento de la UNESCO. **New technologies and development**. Editado por Ann Johnston y Albert Sasson. 1986. Francia. P. 13-267.
- (14) Documento de la UNESCO. **Théories économiques et fonctionnement de l'économie mondiale**. Editado por la Unesco. 1988. Paris. P. 7-173.
- (15) Documento. **The new rules of corporate strategy**. Harvard Business Review, Vol. 78, No 2. Marzo-abril 1992. U.S.A. P. 37.
- (16) Dornbusch Rudiger con la colaboración de Krugman Paul (M.I.T.) y Yung Chul Park (Korea, University). **Enfrentando los retos del mundo**. Revista del M.I.T. Noviembre de 1990. México, D.F. P. 3-60.
- (17) Dufour Paul y De la Monthe John. **Engineering the canadian comparative advantage: technology, trade, and investment in a small, open economy**. Technology in Society No 12. 1990. U.S.A. P. 369-396.

- (18) Farnham, Alan. **Global or just globaloney?**. Fortune No 13. Junio 27 de 1994. U.S.A. P. 49-51.
- (19) Folker frobel, Jurgen Heinrichg and Otto Kriege. **The new international division of labour**. Traducción de la Revista de Comercio Exterior. México. 1982.
- (20) Giannitsis, Tassos. **Licensing in a newly industrializing country: the case of greek manufacturing**. World Development No 19. 1991. U.S.A. P. 349-362.
- (21) Gibbons, Michael. **New rules of the globalization game**. Futures No 22. Noviembre 9 de 1990. U.S.A. P. 973-975.
- (22) Gordon, David. **The global economy: new edifice of grumble foundations?**. New left review. March-April 1990. New York, U. S. A. P. 14-65.
- (23) Grunwald Joseph y Flamm Kenneth. **La fábrica mundial, el ensamble extranjero en el comercio internacional**. Editado por el fondo de cultura económica. 1991. México. P. 7-332.
- (24) Henzler, Herbert. **The new era of eurocapitalism**. Harvard Business Review, Vol. 70, No 4. Julio-Agosto de 1992. U.S.A. P. 57-68.
- (25) **Hidden Monopolies**. Cover story. U. S. news and world report. Febrero 3, 1992. U. S. A. P. 43-46.
- (26) Hori, Shintaro. **Fixing Japan's white-collar economy: a personal view**. Harvard Business Review, Vol. 71, No 6. Noviembre-Diciembre de 1993. U.S.A. P. 157-172.
- (27) Jenkins, Rhys. **The transnational corporation and uneven development: the internationalization of capital and the third world**. Methuen. 1987. P. 229.
- (28) Kirkland, Richard. **The big japanese push into Europe**. Fortune, Vol. 122, No 1. Julio 2 de 1990. U.S.A. P. 26-32.
- (29) Knight, Charles. **Emerson electric: consistent profits, consistently**. Harvard Business Review, Vol. 70, No 1. Enero-febrero 1992. U.S.A. P. 57-70.
- (30) Kodoma, Fukio M. **Ponencia presentada en el seminario "workshop on technologies market**. John F. Kennedy, school of government. Harvard. 1992. Véase el libro del mismo autor High technologies: the techno-paradigm shift in printers publishers. 1991.
- (31) Levy, Brian. **The strategic orientations of firms and the performance of Korea and Taiwan in frontier industries: lessons from comparative case studies of keyboard and personal computer assembly**. World Development, Vol. 19, No 4. 1991. Gran Bretaña. P. 363-374.
- (32) Lieberman Marvin, Lawrence J. Lau y Williams Mark D. **Firm-level productivity and management influence: a comparison of U.S. and Japanese automobile producers**. Management Science, Vol. 36, No 10. Octubre de 1990. U.S.A. P. 1193-1215.
- (33) Marini, Ruy Mauro. **Subdesarrollo y revolución**. Siglo XII editores. 1969. México.
- (34) Marini, Ruy Mauro. **Dialéctica de la dependencia**. Editorial Era. 1974. México.
- (35) Marini, Ruy Mauro. **Democracia e integración**. Editorial nueva sociedad. 1993. Venezuela. P. 31-55 y 87-121.

- (36) McCormick Janice y Stone Nan. **From national champion to global competitor: an interview with Thomson's Alain Gomez.** Harvard Business Review, Vol. 68, No 3. Mayo-Junio 1990. U.S.A. P. 126-135.
- (37) McCulloch, Rachel. **La inversión externa en los Estados Unidos.** Facetas No 96. Febrero de 1992. México. P. 40-51.
- (38) Molina, Ivan. **El impacto de la política monetaria y financiera en la mujer Latinoamericana.** Citado por INSTRAW, ONU, study on the rule of women in International Economic Relations. 1986. Santo Domingo.
- (39) Molina, Ivan. **Globalización, corporaciones multinacionales y tecnología.** Revista carta del economista, del Colegio Nacional de Economistas. 1991. México.
- (40) Molina, Ivan. **Tecnoglobalización.** Revista Exámen, No 3. 1991. México. P. 21.
- (41) Nixson, Frederick. **The less developed countries and the global economy,** United Nations Centre on Transnational Corporations (UNCTC). The journal of development studies No 168. Marzo-Abril 1990. U.S.A. P. 25-367.
- (42) Oakey R. P. y White T. **Business information and regional economic development: some conceptual observations.** Technovation, Vol. 13, No 3. Abril de 1993. U.S.A. P. 147-159.
- (43) Porter, Michael E. **La ventaja competitiva de las naciones.** Plaza & Janes editores. 1985. Barcelona. P. 11-913.
- (44) Prabirjit, Sankar, et. al. **Manufactured exports of developing countries and their terms of trade since 1965.** World development. Vol. 19, No. 4. Great Britain. 1991. P. 333-340.
- (45) Prahalad C. K. y Hamel Gary. **The core competence of the corporation.** Harvard Business Review, Vol. 68, No 3. Mayo-Junio de 1990. U.S.A. P. 79-91.
- (46) Rapoport, Carla. **The new U.S. push into Europe.** Fortune, Vol. 128, No 16. Diciembre 27 de 1993. U.S.A. P. 36-40.
- (47) Rapoport, Carla. **How to win the global game.** Fortune, Vol. 130, No 13. Diciembre 26 de 1994. U.S.A. P. 58-61.
- (48) Siegel, Daniel R. **Innovation and technology in the markets.** Probus publishing company. 1990. U.S.A. P. 1-225.
- (49) Taylor, Alex. **After the departure at Chrysler.** Fortune, Vol. 122, No 1. Julio 2 de 1990. U.S.A. P. 47-48.
- (50) The Mit Press. **The future of the automobile.** The report of Mit's international automobile program. 1984. Cambridge, Massachusetts. Capítulos 6 y 7.
- (51) Tumilir Jan, Krueger anne y Lighthizer Robert. **Challenges to liberal trade.** Economic Impact. Abril de 1984. U.S.A. P. 13-21.
- (52) Webber, Alan M. **What's so new about the new economy?.** Harvard Business Review. Vol. 71, No. 1. Enero-Febrero 1993. U. S. A. P. 24-42.
- (53) William, T. Robinson. **Product innovation and start-up business market share performance.** Mangment science. Vol. 36, No. 10. October 1990. U. S. A. P. 317-332.
- (54) Wood, Adrian. **Global trends in real exchange rates 1960-84.** World Development, Vol. 19, No 4. 1991. Gran Bretaña. P. 317-332.

Capítulo II. Notas:

- (1) Ver referencias 7, 5 y ref. 27 del cap. I.
- (2) Referencia 2.
- (3) Referencias 4 y 8.
- (4) Referencias 9 y 3.
- (5) Referencia 2 opus cit, P. 23-25.
- (6) Referencia 7 opus cit, P. 20 y ref. 10.
- (7) Referencia 7 opus cit, Ref. 13 y 2 opus cit. P. 23.
- (8) Referencia 14
- (9) Referencia 4, 13 y 14 opus cit.
- (10) Referencia 15.
- (11) Referencia 11.
- (12) Referencia 15 opus cit, P. 24.

Referencias cap. II:

- (1) Bernstein Aaron, et. al. **The global economy: who gets hurt.** Business Week. Vol. 597, No. 3267, August 10, 1992. U. S. A. P. 29-33.
- (2) Bro Uttal, et. al. **Annual report of Mckinsey and company.** 1990. U. S. A.
- (3) Bylinsky, Gere. **Turning R&D into new products.** Fortune. July 2, 1990. U. S. A. P. 64-68.
- (4) Debate. **Ceo pay: how much is enough?.** Harvard Business Review, Vol. 70, No 4. Julio-agosto 1992. U.S.A. P. 130-139.
- (5) Domowitz, Ian. **When is a marketplace a market?.** Innovation and technology in the markets. Daniel R. Siegel, editor. 1990. U. S. A. P. 183-196.
- (6) Drucker, Peter F. **The theory of the business.** Harvard Business Review, Vol. 72, No 5.
- (7) Fazio Regina y Halliday Amy. **When new products and customer loyalty collide.** Harvard Business Review, Vol. 71, No 6. Noviembre-diciembre 1993. U.S.A. P. 22-33.
- (8) Grossman, Sanford. **Trading technology and financial market stability.** Innovation and technology markets. Probus publishing. Siegel, Daniel R. editor. 1990. U. S. A. P. 47-59.
- (9) Grossman, Sanford. **Program trading and market volatility.** Report on Interday relationship. Financial analysis journal. July-August 1988. U. S. A. P. 18-28.

- (10) Hall Gene, Rosenthal Jim y Wade Judy. **How to make reengineering really work.** Harvard Business Review, Vol. 71, No 6. Noviembre-diciembre 1993. U.S.A. P. 119-131.
- (11) Hinterhuber Hans y Popp Wolfgang. **Are you a strategist or just a manager?** Harvard Business Review, Vol. 70, No 1. Enero-febrero 1992. U.S.A. P. 105-113.
- (12) Kodama, Fumio. **Technology fusion and the new R&D.** Harvard Business Review, Vol. 70, No 4. Julio-agosto 1992. U.S.A. P. 70-78.
- (13) Martin, Roger. **Changing the mind of the corporation.** Harvard Business Review, Vol. 71, No 6. Noviembre-diciembre 1993. U.S.A. P. 81-94.
- (14) Quelch John y Kenny David. **Extend profits, not product lines.** Harvard Business Review, Vol. 72, No 5. Septiembre-octubre 1994. U.S.A. P. 153-160.
- (15) Summer Gregory and Nevens Michael. **What do best companies do.** Report of Mckinsey and company. 1990. U. S. A. P. 30-35 y 150.

Capítulo III.

Notas:

- (1) Ver referencia 9.
- (2) Referencia 63.
- (3) Referencia 2.
- (4) Referencia 2 opus cit y ref. 6.
- (5) Referencia 8.
- (6) Referencia 9.
- (7) Referencia 59.
- (8) Referencia 9 opus cit.
- (9) Referencia 52.
- (10) Referencia 7.
- (11) Referencia 43.
- (12) Referencias 13 y 9.
- (13) Referencia 11.
- (14) Referencia 62.
- (15) Referencia 2.
- (16) Referencia 9 opus cit.
- (17) Referencia 40.
- (18) Estudio económico mundial, números de 1980, 1981, 1982, 1983 y 1984 de la O. N. U. Elaboración propia, páginas 84 y 87. Ver ref. 40.
- (19) Ibidem.
- (20) Referencia 7.
- (21) Referencias 51 y 22.
- (22) Ibidem.
- (23) Referencia 40 opus cit.
- (24) Referencia 23.
- (25) Referencia 40 opus cit.
- (26) Referencia 42.
- (27) Referencia 47.
- (28) Las bases para el análisis de proceso de trabajo y de valorización siguen siendo las de economía política; el análisis que hace Marx, da una idea clara y sienta las bases teórico-metodológicas para continuar con la investigación. Ver referencia 44.
- (29) Referencias 1 y 4.
- (30) Referencia 5.
- (31) Referencia 10.
- (32) Ibidem.
- (33) Referencia 12.
- (34) Referencia 26.
- (35) Referencia 30.
- (36) Referencia 31.

- (37) Referencia 58.
- (38) Referencia 29.
- (39) Referencias 3 y 10.
- (40) Referencia 10 opus cit.
- (41) Referencia 39.
- (42) Referencia 30.
- (43) Referencia 18.
- (44) Referencia 4.
- (45) Referencias 15 y 42.
- (46) Referencias 5 y 20.
- (47) Referencia 32.
- (48) Referencia 16.
- (49) Referencias 48, 56 y 50.
- (50) Referencia 60.
- (51) Referencia 65.
- (52) Referencia 60 opus cit.
- (53) Referencia 18 opus cit.
- (54) Referencia 25.
- (55) Referencias 48, 64, 10 y 54.
- (56) Referencia 30.
- (57) Referencia 16.

Referencias del capítulo III:

- (1) Adler, Paul. **Time-and-motion regained.** Harvard Business Review, Vol. 71, No 1. Enero-febrero 1993. U.S.A. P. 97-108.
- (2) **Aggregate productivity measures.** Sistem of national accounts. Productivity seccion. November 1981-1990. U. S. A.
- (3) Alique, J. R. **Automatización de la producción manufacturera.** Metalurgia y electricidad, Vol. 1. Abril 1986. México. P. 21-26.
- (4) Alique, J. R. **Hacia la incorporación de técnicas de inteligencia artificial del control numérico a la automatización de los procesos de mecanizado.** Revista de novamaquina. Enero-febrero 1986. México. P. 19-23.
- (5) Alique J. R. y Diez L. **Redes de área local en automatización avanzada.** Robótica, No 3. Abril 1989. México. P. 15-19.
- (6) **Analyse des defférentes approches utilities pour evaluer la performance de l'entreprise.** Institute national de productivité. Janvier 22, 1982. Canadá. P. 23-103.
- (7) **Annual report of the center for productivity in enhancement.** Lowell university, Lowell Massachusetts. December 7, 1993. U. S. A. P. 7-42.
- (8) **Atelier, I. Pour une nouvelle approche de gestion.** Inst. national de productivité. Rapport du colloque du 25 novembre 1981. Canadá. P. 17-55.
- (9) Baily, Martin. **Cycle of lectures on science, technology and society.** Conventione national des arts et Mettiers. March 5, 1984. Paris.
- (10) Baumgartner H., Knischewski K. y Wieding H. **CIM, Consideraciones básicas, automatización de la producción.** Siemens. 1991. Barcelona. P. 2-12.
- (11) Bowonder B. and Miyake T. **Industrial competitiveness and analysis of the Japanese electronics industry.** Science and public policy. April 1991. U. S. A. P. 96.
- (12) Brigh, James R. **Trabajo y capital monopolista.** 1978. México. P. 250-278.
- (13) Brockhoff, Klaus. **R&D and marketing productivities from cross sectional data.** University of Kiel, research development. April 20, 1990. U. S. A.
- (14) Campell, Alan K. **Facing the productivity challenges of the eighties.** Public productivity review Volume IV, Number 3. August 1983. New York. P. 113-119.
- (15) Caspar, P. **Investing in intelligence?.** Futures, No 3. Septiembre 1990. U.S.A. P. 710-729.
- (16) Cordero, José A. **Factoria del futuro, Mimeo.** Ponencia de 60 páginas. 1990. Argentina.
- (17) Documento. **Features of Japanese flexible manufacturing systems.** Technocraft, Vol. 16, No 4. 1983. U.S.A. P. 14-18.
- (18) Doman, S. B. **Cells and systems, justifying the investment.** Production, Vol. 99. Febrero 1987. U.S.A. P. 9-14.
- (19) Dosi Giovanni, Pavitt Keith y Soete Luc. **The economics of technical change and international trade.** Editado por Harvester Wheatsheaf. U.S.A. P. 75-271.

- (20) Dupont-Gateland, C. **A survey of flexible manufacturing systems.** *Manuf. Syst.*, Vol. 1. 1982. U.S.A. P. 22-28.
- (21) Dwivedi, S. N. **Robotics and factories of the future.** Documento del autor. Otoño-verano 1984. U.S.A. P. 22-26.
- (22) **Economic impact. Productivity outlook.** 1985. U. S. A. P. 63-69.
- (23) **Fortune. The 500 ranked by performance.** Numeros de 1987-1993.
- (24) Frucher, Meyer S. **New York State's productivity efforts and needs.** *Public productivity review* Volume IV, Number 2. June 1991. New York. P. 109-113.
- (25) George L. J. y Mital A. **Components of computers in the automatic factory.** *Computers industry*, Vol. 12, No 3. Julio 1989. U.S.A. P. 23-25.
- (26) Goldoftas, Barbara. **Hands that hurt.** *Technology Review*, No 2. Enero 1991. U.S.A. P. 43-50.
- (27) Gonzalez, A. Ricardo. **La metrología como herramienta estratégica del aseguramiento de la calidad.** *Técnica y Humanismo*, Vol. 11, No 58. Enero-febrero 1991. México. P. 3-6.
- (28) Gonzalez, B. Jaime. **Metrología, base técnica para reducir costos y alcanzar la calidad.** *Técnica y Humanismo*, Vol. 11, No 58. Enero-febrero 1991. México. P. 30-32.
- (29) Grillet Thierry, et. **France high tech.** Editado por Autrement. 1985. Paris. P. 5-277.
- (30) Groover, M. P. **Automation, production systems, and computer integrated manufacturing.** Prentice.Hall, No 2. 1987. U.S.A. P. 4-8.
- (31) Grunwald Joseph and Flamm Kenneth. **La fábrica mundial y el ensamble extranjero en el comercio internacional.** Editado por el Fondo de Cultura Económica. 1991. México. P. 7-332.
- (32) Harmon, Roy L. **Reinventing the factory II.** Editado por The Free Press. 1992. U.S.A. P. 1-375.
- (33) Hatry Harry and Fisk Donald M. **Measuring productivity: Issues and needs.** *Public productivity review*. Vol. V, No. 3. July 1990. New York. P. 125-128.
- (34) Hatry, Harry. **Performance measurement principles and techniques.** *Public productivity review* Vol. IV, No. 6. December 1989. New York. P. 312-339.
- (35) Justman M. y Teubal M. **Economic growth, structural change and technological progress.** The Jerusalem Institute For Israel Studies, Discussion Paper No 15. 1990. Jerusalem. P. 3-37.
- (36) Keil, Heinrich. **Microcomputadores.** Siemens. Editores Boixareu. 1988. España.
- (37) Kendrick, John. **Factors that point to improvement.** *Economic impact* No. 48. U. S. A. P. 63-70.
- (38) Krugman, Paul R. **Rethinking international trade.** Editado por The MIT. 1990. Londres. P. 9-267.

- (39) Lay, Gunter. **Government support of computer integrated manufacturing in Germany: first results of an impact analysis.** Technovation, Vol. 13, No 5. Julio 1993. U.S.A. P. 283-297.
- (40) Magnet, Myron. **The productivity payoff arrives.** Fortune, No 13. Junio 27 de 1994. U.S.A. P. 35-39.
- (41) Mann, Seymour Z. **Proceeding of the national productivity conference.** Public productivity review Volume IV, Number 2. June 1991. New York. P. 103-108.
- (42) March, Artemis. **Usability: The new dimension of product design.** Harvard Business Review, Vol. 72, No 5. Septiembre-octubre 1994. U.S.A. P. 144-149.
- (43) Marx, Carlos. **El capital, tomo I, capítulo IX y X.** Fondo Cultural Económico (FCE). 1982. México.
- (44) Molina, Ivan. **El proceso de consumo de la fuerza de trabajo del obrero ferrocarrilero.** Tesis para obtener el título de licenciado en sociología en la facultad de ciencias políticas y sociales de la UNAM. 1981. México. P. 15-198.
- (45) Molina, Iván. **Investigación y desarrollo en la fábrica moderna.** Información científica y tecnológica Vol. 13. No 177. 1992. México. P. 34.
- (46) Neil, B. Martin. **Capital, innovation, and productivity growth.** Economic Impact. Abril 1984. U.S.A. P. 57-62.
- (47) News Week. **Europe is losing the technology race.** October 1994. U.S.A.
- (48) O'Grady, Peter. **Flexible manufacturing systems: present development and trends.** Computers in industry, Vol. 12. No 13. Julio 1989. U.S.A. P. 45-53.
- (49) O'Grady y Menon U. **A concise review of flexible manufacturing systems and FMS literature.** Computers in industry, Vol. 7. 1986. U.S.A. P. 16-18.
- (50) Palframan, D. **FMS: too much, too soon.** Manufacturing eng., No 3. Marzo 1987. U.S.A. P. 17-21.
- (51) **Ponencia en el seminario de políticas públicas del Instituto Empresarial Norteamericano.** Universidad de George Washington. Washington, U. S. A.
- (52) Porter, Michael. **La ventaja competitiva de las naciones.** P&J editores. 1991. España. P. 824.
- (53) Quinn, Robert E. **A symposium on computers and productivity.** Public productivity review Vol. V, No. 3. March 1991. New York. P. 212-219.
- (54) Reporte especial. **CAM: an international comparison.** Special report 740, Amer. machinist. Noviembre 1981. U.S.A. P. 3-9.
- (55) Sartori, Sergio. **Máquinas herramienta y medición por coordenadas.** Técnica y Humanismo, Vol. 11, No 58. Enero-febrero 1991. México. P. 34-39.
- (56) Savolainen, T. **Software technologies in computer integrated manufacturing.** Computers in industry, Vol. 11. 1988. U.S.A. P. 18-19.
- (57) **Seminario Internacional.** 26-28 de marzo de 1990. Buenos Aires.
- (58) Simatic S5. **Autómatas programables.** Siemens. Catálogo St 54. 1992. Berlin.

- (59) Snaddon, Dray. **Productivity within sections of firms-IV calibration of a sectional productivity measure using a cross sectional study.** Technovation Vol. 1, No. 7. P. 454-455.
- (60) Spur G. y Seliger G. **Cell concepts for flexible automated manufacturing.** Manufacturing system, Vol. 5, No 3. 1986. U.S.A. P. 12-19.
- (61) Tidd Joe y Bachtler Barbara. **The flexible factory robots are not enough.** Scientific European. Octubre 1990. Londres. P. 14-17.
- (62) Tumlin Jan, Krueger Anna and Lighizer Roberto. **Competing in a changing world.** Economic impact No. 48. U. S. A. P. 13-22
- (63) U. S. Department of labor's bureau of labor statistics. **Historic serial of statistics.** 1920-1992, 1993. Washington, U. S. A.
- (64) Weiss, Charles. **The re-emergence of eastern european science and technology.** Technology In Society, Vol. 15, No 1. 1993. U.S.A. Marzo 1993. P. 3-24.
- (65) Wellborn, N. Stanley. **Machines that think.** Economic Impact. Abril 1984. U.S.A. P. 74-78.
- (66) Wolfe, Arthur V. **Improve productivity by weaving Wolfe's Web.** Public productivity review Vol. V, No. 6. December 1990. New York. P. 295-311.

Capítulo IV

Notas:

- (1) Referencias 49 Y 50.
- (2) Referencia 13.
- (3) Referencia 5.
- (4) Referencia 14.
- (5) Referencia 9.
- (6) Referencia 42.
- (7) Referencia 15.
- (8) Referencia 25.
- (9) Referencia 2.
- (10) Referencia 12.
- (11) Referencia 3.
- (12) Referencia 14.
- (13) Referencia 4.
- (14) Referencia 8.
- (15) Referencias 17, 18 y 19.
- (16) Referencias 25, 28, 35, 48 y 31.
- (17) Referencia 29.
- (18) Referencia 44.
- (19) Referencia 35.
- (20) Referencias 41 y 39.
- (21) Referencia 1.
- (22) Referencia 43.
- (23) Referencia 10.
- (24) Referencia 24.

Referencias capítulo IV:

- (1) Aráoz, Alberto. **Consulting and engineering designing in developing countries.** Documento del Centro Internacional de Estudios del Desarrollo (IDRC). 1981. U.S.A. P. 2-8.
- (2) Arrow, K. **Essays in the theory of risk bearing.** Documento de Arrow K. 1989. U.S.A. P. 1-18.
- (3) Baker & McKenzie, attorneys at law. **Memorandum for mexican transfer of technology regulations.** 26 de mayo de 1989. U.S.A. P. 1-38.
- (4) Beauchamp, Emil. **A guide to supplying and acquiring technology.** Revista de la division de industria, ciencia y tecnologia de gobierno de la provincia de Quebec. 1993. Canada. P. 17-18.
- (5) Bell, Martin. **Learning and the accumulation of industrial capacity in developing countries.** Citado en el libro de Technological capability in the third world. 1987. London MacMillan.
- (6) Bodde, David. **On guns and butter: reflections on technology transfer from federal laboratories.** Technology In Society, Vol. 15, No 3. 1993. U.S.A. P. 273-280.
- (7) Brønner and Celik Kurdoglu. **Mastering technology: engineering services firms in developing countries.** Development Centre Papers. 1973. Paris. P. 3-153.
- (8) Campbell, Colin. **Britain's role in technology transfer - the universities.** Science in Parliament, Vol. 47, No 4. Octubre 1990. University of Nottingham. P. 248-249.
- (9) Caves, Richard E. **Multinational enterprises and economic analysis.** Documento de la Universidad de Cambridge. 1986. Cambridge. P. 34-42.
- (10) Cooper, Charles. **Policy interventions for technological innovation in developing countries.** Documento del personal del Banco Mundial, No 44. 1980. U.S.A. P. 45-52.
- (11) Correa, Carlos M. **Propiedad intelectual, innovación tecnológica y comercio internacional.** Comercio Exterior, Vol. 39, No 12. Diciembre de 1989. México. P. 1059-1082.
- (12) Dahlman Carl, Ross-Larson Bruce y Westphal Larry. **Managing technological development: lessons from the newly industrialized countries.** Documento del personal del Banco Mundial, No 717. 1987. U.S.A. P. 23-31.
- (13) Dahlman Carl y Sercovich Francisco C. **Local development and exports of technology: the comparative advantage of Argentina, Brazil, India, the Republic of Corea and Mexico.** Documento del Banco Mundial, No 454. 1984. U.S.A. P. 44-59.
- (14) Dahlman Carl y Westphal Larry. **The transfer of technology factors in the acquisition of technology in finance and development.** Documento del Fondo Monetario Internacional, Vol. 20, No 4. 1983. U.S.A. P. 67-81.

- (15) Davies, Howard. **The information content of technology transfers: a transactions cost analysis of the machine tool industry.** *Technovation*, Vol. 13, No 2. Marzo 1993. U.S.A. P. 93-100.
- (16) De la Tijera, Eduardo. **La gestión de tecnología: enlace entre las disciplinas científicas y la planeación estratégica.** *Estrategia Industrial*, No 90. Abril 1991. México. P. 4-7.
- (17) De la Tijera, Eduardo. **Las nuevas formas para negociar la transferencia de tecnología en México.** CONACYT. México. 1990. P. 7-16.
- (18) Desarrollo Nacional. **Haciendo que la transferencia tecnológica funcione.** *Desarrollo Nacional*, Vol. 38, No 1. Enero-febrero 1991. México. P. 26-31.
- (19) Documento del CET. **Transnational corporations and technology transfer: effects and policy issues.** Publicación de Las Naciones Unidas, No 87. 1989. U.S.A. P. 23-25.
- (20) Documento del gobierno de Canadá. **Supplying or acquiring technology: a Canadian business guide.** Editado por Minister of supply and services Canada. 1991. Canadá. P. 1-116.
- (21) Documento de la Fundación Chile. **Accomplishments 1976 - 1985.** Noviembre de 1985. Chile. P. 3-53.
- (22) Documento. **Annual report 1986.** Documento de Santiago de Chile. 1986. Chile. P. 2-43.
- (23) Documento. **Annual report 1987.** Documento de Santiago de Chile. 1987. Chile. P. 3-51.
- (24) Documento. **La industria del salmón en Chile: realidad y perspectivas.** Documento presentado en el seminario "Perspectivas de la salmonicultura en Chile", organizado por la Fundación Chile. Marzo de 1987. Chile. P. 2-68.
- (25) Dunning John y Cantwell John A. **The changing role of multinational enterprises in the international creation, transfer and diffusion of technology.** Documento presentado en la conferencia sobre innovación y difusión de tecnología en Venecia. 1989. Venecia. P. 1-45.
- (26) Fransman Martin y King Kenneth. **Technological capability in the third world.** Documento de los autores. 1989. U.S.A. P. 28-34.
- (27) Friedman, Andrew. **Four phases of information technology.** *Futures*, No 14. Octubre 1990. U.S.A. P. 787-800.
- (28) Harvey, Ian. **Britain's role in technology transfer - the British technology group.** *Science in Parliament*, Vol. 47, No 4. Octubre 1990. U.S.A. P. 250-252.
- (29) Herbert-Copley, Brent. **Technical change in Latin American manufacturing firms: review and synthesis.** Documento presentado en la conferencia anual de la Asociación canadiense de estudios latinoamericanos y del Caribe. 1989. Canada. P. 3-87.
- (30) Huss, Torben. **Transferencia de tecnología: el caso de la fundación de Chile.** *Revista de la CEPAL*, No 43. Santiago de Chile. Abril de 1991. P. 99-119.
- (31) Katz, Jorge. **Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente.** Editado por el fondo de cultura económica. 1989. México. P. 9-218.

- (32) Levin, Morten. **Technology transfer as a learning and developmental process: an analysis of Norwegian programmes on technology transfer.** Technovation, Vol. 13, No 8. Diciembre 1993. U.S.A. P. 497-518.
- (33) Lichman, Kerry. **Chile's salmon strategy.** Seafood Business, Vol. 8, No 4. 1990. U.S.A. P. 45-57.
- (34) Lindbergh, John E. **The economic potencial for the commercial production of Atlantic and Pacific salmon in Chile.** Documento presentado en el seminario "Perspectivas de la salmonicultura en Chile", organizado por la Fundacion Chile. Marzo de 1987. Chile. P. 3-79.
- (35) Malhotra, A. K. **Consulting and desing engineering capabilities in developing countries in science and technology for development.** Selección de trabajos para el principal informe comparativo del proyecto STPI en el Centro Internacional de Estudios del Desarrollo. 1989. U.S.A. P. 71-88.
- (36) Mansfield, E. **Economics of technological change.** Technology and competitiveness, No 1. 1968. Paris. P. 89-101.
- (37) Meng Chee Yap y Wm. E. Souder. **A filter system for technology evaluation and selection.** Technovation, Vol. 13, No 7. Noviembre 1993. U.S.A. P. 449-469.
- (38) Montero, Julio D. **Los documentos de patentes son fuente de información tecnologica.** Política Científica, No 5. 1991. México. P. 5-9.
- (39) Moore, Frederick T. **Technological change and industrial development: issues and opportunities.** Documento del personal del Banco Mundial, No 613. 1983. U.S.A. P. 102-120.
- (40) Mulder Karel y Vergragt Philip. **How a patent conflict affects industrial R&D management.** R&D Management, Vol. 21, No 1. 1991. U.S.A. P. 3-10.
- (41) Niosi Jorge y Rivard Jacques. **Canadian technology transfer to developing countries through small and medium - size enterprises.** World Development, Vol. 18, No 11. 1990. Gran Bretaña. P. 1529-1542.
- (42) Oman, Charles. **New forms of investment in developing countries: mining, petrochemicals, automobiles, textiles, food.** Development centre studies. 1989. Paris, O. C. D. E. P. 30-45.
- (43) **Publicación de las Naciones Unidas. Transnational corporations and technology transfer: effects and policy issue.** No. de venta 87. 1987. New York. P. 11-19.
- (44) Roberts, John. **Engineering consultancy, industrialization and development in science, technology and development.** Citado en Carlene Brenner and Celik Kurdoglu, **mastering technology: engineering services firms in developing countries, development centre papers.** 1973. Paris. P. 3-153.
- (45) Romero, Juan J. **Efectos de variantes de elaboración sobre la calidad de alimentos para salmones.** Documento presentado al seminario "Técnicas de cultivo y manejo del salmón: desarrollos recientes", organizado por la Fundación de Chile. Octubre de 1988. Chile. P. 3-104.

- (46) Samsom, Karel. **University scientists as entrepreneurs: a special case of technology transfer and high-tech venturing.** Technovation, Vol. 13, No 2. Marzo 1993. U.S.A. P. 93-100.
- (47) Schimank, Uwe. **Technology policy and technology transfer from state-financed research institutions to the economy: some German experiences.** Science and public policy, Vol. 17, No 4. Agosto de 1990. Inglaterra. P. 219-228.
- (48) Seaton, R.A.F. y Cordey-Hayes, M. **The development and application of interactive models of industrial technology transfer.** Technovation, Vol 13, No 1. Enero 1993. U.S.A. P. 45-53.
- (49) **Supplying or Acquiring Technology: A Canadian Business Guide.** March 1991. Minister of Supply and Services, Canada. P. 1-13.
- (50) Vernon, Raymond. **Key factors in the application of industrial technology in developing countries.** Documento de trabajo del Instituto de Desarrollo Economico del Banco Mundial. 1988. U.S.A. P. 2-110.
- (51) Wessel, William V. **Technology transfer and intellectual property: an analysis of the NASA approach.** Technovation, Vol. 13, No 3. Abril 1993. U.S.A. P. 133-146.
- (52) Wurman, Carlos. **Salmon farming in Chile: from reality to dreams.** Infofish international, No 1. Enero-febrero 1990. U.S.A. P. 55-63.
- (53) Zhao, Liming. **Managing international technology transfer negotiation: a social exchange perspective.** Technovation, Vol. 13, No 6. Septiembre 1993. U.S.A. P. 383-397.

Capítulo V. Notas:

- 1] Referencia: 64.
- 2] Referencia: 81.
- 3] Referencias: 64; 81. Los datos sobre robotización fueron tomados de "Los robots industriales en Japón", MITI, mimeo; 1989.
- 4] Referencias: 89, 90 y 81 opus cit, P. 63-107.
- 5] Referencia: 64
- 6] Referencias: 64 opus cit, P. 250-254. Referencias 76; 67; 62
- 7] Referencias: 74; 77; 38; 35..
- 8] Referencias: 39; 74; 77; 38; 35.
- 9] Referencia: 40; 42 y 64 opus cit.
- 10] Referencia: 31
- 11] Referencias: 35; 81; 85; 101; 103; 106.
- 12] Referencias: 52; 94; 11.
- 13] Referencia: 17.
- 14] Referencia: 17; 18.
- 15] Referencias: 12; 16; 34; 69.
- 16] Referencias: 16; 12; 34; 69.
- 17] Referencias: 52; 69.
- 18] Referencia: 40; 52; 69.
- 19] Referencia: 80.
- 20] Referencia: 73.
- 21] Referencias: 73; 80.
- 22] Referencia: 19.
- 23] Referencia: 20; 66
- 24] Referencia: 39.
- 25] Referencia: 19; 87
- 26] Referencia: 80
- 27] Referencia: 40
- 28] Referencia: 74
- 29] Referencias: 101; 74.
- 30] Referencia: 19.
- 31] Referencia: 83.
- 32] Referencias: 83; 40.
- 33] Referencias: 40; 74.
- 34] Referencias: 38; 74; 20.
- 35] Referencia: 40.
- 36] Ibidem.
- 37] Referencia: 73; 80.
- 38] Referencia: 74.
- 39] Referencia: 80.
- 40] Referencias: 20; 39; 66; 74; 80.

- 41] *Ibidem*
- 42] Referencias: 87; 39; 46; 66; 85.
- 43] Referencia: 106.
- 44] Referencias: 85 y 101.
- 45] Referencias: 13; 36; 59.
- 46] Referencias: 13; 38; 85.
- 47] Referencias: 91; 66; 13.
- 48] Referencias: 37 opus cit, P. 53-83 y 36, P. 9-15.
- 49] Referencias: 81, P. 492-510 y 13, P. 873-882.
- 50] *Ibidem*.
- 51] Referencias: 14; 94 bis.
- 52] Referencia: 52.
- 53] Referencias: 15; 76; 100.
- 54] Referencia: 28.
- 55] Referencias: 28; 30; 82.
- 56] Referencia: 31.
- 57] Referencia: 28.
- 58] Referencias: 27; 28.
- 59] Referencia: 29.
- 60] Referencias: 27; 43
- 61] Referencias: 25; 27.
- 62] Referencia: 26.
- 63] Referencias: 43; 44; 72; 99.
- 64] Referencias: 5; 8; 32; 99.
- 65] Referencias: 30; 32; 44.
- 66] Referencias: 1; 71; 72.
- 67] Referencias: 27; 28.
- 68] Referencias: 29; 43.
- 69] Referencias: 26; 27; 43; 75.
- 70] Referencias: 2; 6; 24; 32; 33; 44.
- 71] Referencias: 6; 23; 24; 44.
- 72] Referencia: 64.
- 73] Referencias: 43; 75.
- 74] Referencias: 25; 43; 60.
- 75] Referencias: 24; 30; 32; 33; 44; 60.
- 76] Referencias: 37; 64.
- 77] Referencias: 5; 64.
- 78] Referencias: 24; 25.
- 79] Referencias: 6; 43; 44.
- 80] Referencias: 27; 29.
- 81] Referencias: 1; 5; 25; 43.
- 82] Referencias: 31; 43.
- 83] Referencia: 85.
- 84] Referencia: 81.
- 85] Referencia: 41.
- 86] Referencia: 41; 56.

- 87] Referencia: 48.
- 88] Referencias: 47.
- 89] Referencias: 10; 70.
- 90] Referencias: Ibidem.
- 91] Referencias: 14; 16; 49.
- 92] Referencias: 14; 16; 47; 49.
- 93] Referencia: 55
- 94] Referencia: 79
- 95] Referencia: 86
- 96] Referencia: 55
- 97] Referencia: 13.
- 98] Referencias: 47; 49; 56.
- 99] Referencias: 12; 47.
- 100] Referencias: 103; 95.
- 101] Referencia: 95.
- 102] Referencias: 10; 95.

Referencias* del cap. V:

- (1) Academia de la Investigación Científica, (AIC). **Evaluación del gasto público en ciencia y tecnología 1980-1987**. Documento de la A.I.C. México. Pp.1-42.
- (2) AIC. **Directorio 1991**. 1991. México.
- (3) AIC-Conacyt-UNAM; **La investigación en ciencias y tecnologías de la ingeniería: 1983-1984**. México, 1989.
- (4) Almendros, Bernardo L. **La I+D, factor clave del futuro de las telecomunicaciones**. Documento de la revista Política Científica, No 12. 1990. Madrid. P. 17-20.
- (5) **Análisis de los recursos federales destinados a ciencia y tecnología**. Mimeo. 1990. México. Cuadros y datos base usados y citados por Fundación Barros Sierra; Centro de Estudios Prospectivos, A.C. "Investigación científica y desarrollo tecnológico en México: 1990-2000.
- (6) ANUIES. **Información procesada de los anuarios estadísticos de ANUIES, 1981-1991**. 1991. México.
- (7) Banco de México. **Anuarios estadísticos de comercio exterior, indicadores del sector externo 1990-1994**. 1994. México.
- (8) Banco Mundial. **Social indicators of development 1990-1993**.
- (9) Barton, Paul E. **The school -to- work transition**. Issues in science and technology. 1991. U.S.A. P. 50-54.
- (10) Berlowitz, Bruce. **Can defense research revive US industry?**. Issues in Science and technology. Winter 92-93. U. S. A. P. 73-82.
- (11) Blackburn, D. A. **Research and the personal computer**. Impact of science on society, No 156. Noviembre de 1990. U.S.A. P. 271-280.
- (12) Bloch Erich and Cheney David. **Technology policy, comes of age**. Issues in Science and technology. Summer 1993. U. S. A. P. 55-61.
- (13) Bowonder B. and Miyake F. **Japanese competitiveness**. Science and public policy. April, 1991. U. S. A.
- (14) Bush, George. **La era de la cooperación internacional en la ciencia**. Política científica, No 23. Julio 1990. España. P. 7-8.
- (15) CEPAL. **Transformación productiva con equidad**. 1990. Santiago de Chile. P. 11-74.
- (16) Cesaratto Mangano S. y Sirilli G. **The innovative behaviour of Italian firms: a survey on technological innovation and R & D**. Scientometrics, Vol. 21, No 1. 1991. Oxford. P. 115-141.
- (17) Chiang, Jong-Tsong. **From industry targeting to technology targeting: a policy paradigm shift in the 1980s**. Technology in society, Vol. 15, No 4. 1993. U.S.A. P. 341-357.
- (18) Chiang, Jong-Tsong. **Producing "National Champions" in technology through deliberate strategic decisions**. Technology in society, Vol. 12. 1990. U.S.A. P. 235-254.

- (19) Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. **Memoria de desarrollo del plan nacional de I+D en el periodo 1988-1990 y revisión para 1992-1995.** Documento de la comisión interministerial de ciencia y tecnología. Julio de 1991. Madrid. P. 1-305.
- (20) Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. **Resumen de la memoria de 1989.** Documento de la CICYT. 1990. Madrid. P. 1-31.
- (21) CONACYT. **Preocupación mundial por estrechar la relación entre la universidad y la industria.** Documento del departamento de vinculación universidad-industria de CONACYT. Marzo de 1991. México. P. 2-43.
- (22) CONACYT. **Programa de enlace academia-industria.** Documento de CONACYT. 1992. México. P. 1-55.
- (23) CONACYT. **Proyectos de investigación 1991.** Documento del PACIME. 1992. México. P. 1-165.
- (24) CONACYT. **El perfil del SNI y los posgrados de excelencia en México.** Documento del sistema nacional de investigadores. Marzo - abril de 1993. México. P. 1-20.
- (25) CONACYT. **Programa de apoyo a la ciencia en México.** Documento del PECIME. Febrero 6, 1991. México. P. 1-53.
- (26) CONACYT. **Informe 83-88.** 1988. México.
- (27) CONACYT. **Informes de autoevaluación enero - diciembre de 1993, y enero - junio de 1994.** Documento del CONACYT. Diciembre de 1994. México. P. 1-98.
- (28) CONACYT. **Qué es CONACYT?.** 1992. México.
- (29) CONACYT. **Avances y resultados del PACIME.** Octubre, 1994. México.
- (30) CONACYT. **Programa de apoyo a la ciencia en México.** Documento del PACIME. Febrero 6 de 1991 México P. 1-53
- (31) CONACYT. **Diagnóstico para formular el FIDETEC.** 1990. México.
- (32) CONACYT. **Estudio de la estructura del sistema científico mexicano.** Serie estudios, No. 1. 1984. México. Datos tomados de la revista del CONACYT, "Ciencia y Tecnología en Tiempo de Crisis". 1990.
- (33) CONACYT. **Encuesta de ex-becarios de CONACYT.** Mimeo. 1989. México.
- (34) Davis, Charles H. **North America economic integration and Canadian innovation policy.** Ponencia presentada en el seminario de "Globalization, liberalization and innovation policy: Canadian and Latin American perspectives" Mayo 19 de 1992. Ottawa. P. 1-33.
- (35) Deutch, M. John. **Getting university - industry relations right.** Technology review, No 12 1990 U.S.A P 65
- (36) Didriksson, Axel. **Transferencia de conocimientos y tecnologías, la relación U+I en Japón** CIT-UNAM. 1994. México.
- (37) Didriksson, Axel. **La universidad del futuro.** Tesis de doctorado. Junio de 1993. México. P. 169-178.

- (38) Documento de la revista Política Científica. **La CE aprueba el tercer programa marco de investigación.** Política científica, No 23. Julio de 1990. España. P. 2-6.
- (39) Documento de la revista Política Científica. **La comunidad y España crean un grupo para impulsar la competitividad en el sector de la microelectrónica.** Política científica, No 12. 1990. Madrid. P. 14-16.
- (40) **Documento de la comisión interministerial de ciencia y tecnología.** Julio, 1991. Madrid, España. P. 1-305.
- (41) Documento de la revista Science. **U.S. technology strategy emerges.** Science, Vol. 252. 1990. U.S.A. P. 20-24.
- (42) Documento de la Universidad de Buenos Aires. FUNDESCO, Agencia Española de Cooperación Internacional. **La sociedad ante el cambio tecnológico.** Impresión de Gráficas y Servicios S.R.L. Marzo 1990. Buenos Aires. P. 9-234.
- (43) Documento de la S.P.P. **Recomendaciones para acrecentar las capacidades científicas y tecnológicas de México.** Reporte del grupo de trabajo invitado por la SPP para identificar medidas para promover el cambio tecnológico en los diferentes sectores de la economía. 26 de Octubre de 1988. México. P. 1-60.
- (44) **Estadísticas básicas del inventario de institutos y centros dedicados a las actividades científicas y tecnológicas en el subsistema de investigación;** Serie Estudios. 1989. México.
- (44 bis) **Estadísticas básicas sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología;** Conacyt, 1994.
- (45) Molina, Iván. **Estado y gran capital en la recuperación de México.** Revista teoría y política. Editorial Grijalbo. 1981. México. P. 60.
- (46) Figueiras, Anibal R. **El tercer ciclo entre las mayúsculas y las minúsculas.** Documento de la universidad politécnica de Madrid. 1990. Madrid. P. 29-31.
- (47) Fueller, Jim. **Estados Unidos apuesta en los 90 por los proyectos megacientíficos.** Política científica, No 21. 1990. Madrid. P. 9-11.
- (48) Grogan, William. **The american engineer as policymaker.** Perspectives. 1991. U.S.A. P. 40-42.
- (49) Gupta Ashok K. y Wilemon David. **Improving R&D/Marketing relations: R&D's perspective.** R&D management, Vol. 20, No 4 1990. U.S.A. P. 277-289.
- (50) Guy Ken y Arnold Erik. **Diffusing information technology: lessons for government policy.** Science policy research unit. 1991. Francia. P. 1-13.
- (51) Halliwell Janet, Davis Charles y Dufour Paul. **Scientific and technological collaboration in North America: in search of new paradigms?.** Borrador de los autores mencionados. Junio 11 de 1992. Canada. P. 1-34.
- (52) Hunt James y Thornburgh Dick. **Technology & Growth. Final report of the task force on technological innovation of the National Governor's Association.** Octubre de 1983. U.S.A. P. 1-114.
- (53) Katauskas, Ted. **France offers R&D tax breaks.** R&D magazine. Noviembre 1990. U.S.A. P. 89.

- (54) Kleppner, Daniel. **The lederman report and its critics. Perspectives.** 1991. U.S.A. P. 32-34.
- (55) Kodama, Fumio. **Technology fussion and the new R&D.** Harvard Business review, Vol. 71, No. 6. Nov.-Dec. 1993. U. S. A. P. 81-94.
- (56) Levin, Henry. **La financiación de la investigación en Estados Unidos.** Documento del centro de investigación educativa de la Universidad de Stanford. 1991. U.S.A. P. 29-32.
- (57) Leyden Dennis y Link Albert. **Tax policies affecting R&D: and international comparison.** Technovation, Vol. 13. No 1. Enero 1993. U.S.A. P. 17-25.
- (58) Libro del ministerio de planeación y administración de Portugal. **Programa Stride Portugal.** Secretaria de Estado de Ciencia y Tecnología. 1993. Portugal. P. 5-106.
- (59) **Look Japan Review.** June 1990, may - september 1991, august - october 1993 and december 1993. Japan.
- (60) Malo Salvador y Gonzalez B. **El SNI, evaluación de 1988 y su situación global actual.** Ciencia y Desarrollo, No. 84. Enero- febrero, 1989. México.
- (61) Mandel, Ernest. **La dialéctica de clases y la región en Bélgica.** Traducción de Blanca R. Ramirez y Molina Iván. 1991. México.
- (62) Martuscelli Jaime y Waissbluth Mario. **Las universidades y el desarrollo tecnologico del pais.** Documento de la UNAM. 1990. México. P. 19-31.
- (63) Molina, Ivan. **El impacto de la política monetaria y financiera en la mujer latinoamericana.** Publicación de INSTRAW, Naciones Unidas, 1985. Citado por Women in World Economy; Oxford University Press, New York, Oxford, 1987. Santo Domingo. Opus cit.
- (64) Molina, Iván. **Investigación y desarrollo para la innovación y la productividad.** Ensayo publicado en el libro de memorias del Congreso Nacional de Economistas, Vol. 2. 1993. México. P. 64-112.
- (65) Mulet, M. Juan. **Nuevas orientaciones de la I+D en telecomunicación.** Política científica, No 12. 1990. Madrid. P. 25-28.
- (66) Muñoz, Emilio. **Un modelo confluyente de políticas científicas.** Documento del consejo superior de investigaciones científicas. 1990. Madrid. P. 11-14.
- (67) Musalem, L. Omar. **Innovación tecnologica y parques científicos.** Ensayos sobre ciencia y tecnología de Nacional Financiera, S.N.C. 1989. México. P. 15-207.
- (68) National science board. **Science and engineering indicators, 1989.** 1989. U. S. A.
- (69) Niosi, Jorge. **Canada's national system of innovation.** Science and public policy, Vol. 18, No 2. Abril 1991. U.S.A. P. 83-92.
- (70) Nolan, Janne. **Who decides? U. S. nuclear strategy after the cold war.** Technology review. January 1991. U. S. A. P. 54-57.
- (71) OECD. **Main sciences and technology indicators, No. 2.** 1992.
- (72) OECD. **OECD science and technology indicators, resourcers devoted to R&D, 1984- 1993.** 1993.

- (73) OTT (oficina de transferencia de tecnología) y CDTI (centro para el desarrollo tecnológico industrial). **El plan nacional de I+D al servicio de la empresa.** Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. Marzo, 1991. México.
- (74) Oro, Luis. **El plan nacional de I+D como instrumento de política científica.** Revista política de ciencia y tecnología. Mayo, 1991. Madrid, España.
- (75) PACIME. **Diagnóstico de la educación superior.** Mimeo, primera versión, anexo 1. 1991. México.
- (76) Pallan, F. Carlos. **Universidad, investigación y desarrollo en América Latina.** Ponencia presentada en el congreso internacional de educación. Marzo de 1978. México. P. 13-37.
- (77) Perez, M. Jorge. **Técnicos e investigadores para las tecnologías de la información.** Política científica, No 12. 1990. Madrid. P. 21-24.
- (78) Peters Lois y Etzkowitz Henry. **University - Industry connections and academic values.** Technology in society, Vol. 12. 1990. U.S.A. P. 427-440.
- (79) Phillips, Kevin. **U. S. industrial policy: inevitable and ineffective.** Harvard Business Review, Vol. 70, No 4. Julio-agosto 1992. U.S.A. P. 104-122.
- (80) **PLANICYT. Plan Nacional de Investigación Científica y desarrollo Tecnológico.** Comisión Internministerial de Ciencia y Tecnología. 1989. Madrid, España.
- (81) Porter, Michael. **La ventaja competitiva de las naciones.** Editores P&J. 1991. Barcelona. P. 38-42.
- (82) **Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica.** 1989. México.
- (83) Robinsohn, Saul B. **El papel de la universidad en la formación de los profesores.** Boletín del Centro de Documentación del Patronato de Obras Docentes, No 42. Julio 1971. Madrid. P. 39-51.
- (84) Rojo, Juan M. **La financiación de la investigación en la universidad.** Documento de CONACYT. 1991. España. P. 21-24.
- (85) Roobeek, Annemieke J. M. **European technology policy from a future perspective.** Futures, No 20. 1990. Inglaterra. P. 904-950
- (86) Saxe, Steven. **Follow through 3M's formula for success.** R&D magazine. Noviembre 1990. U.S.A. P. 46-53.
- (87) Secretaría general del plan nacional de I+D. **The system of science and technology in Spain.** Comisión interministerial de ciencia y tecnología. 1991. España.
- (88) Schomberg, Rene. **Political decision making in science an technology: a controversy about the release of genetically engineered organisms.**
- (89) Schumpeter, Joseph A. **Theory of economic development.** Ediciones de la Universidad de Harvard. 1934. Cambridge
- (90) Schumpeter, Joseph A. **Capitalism, socialism and democracy.** Harper and Row. 1942. New York.
- (91) Stride, libro del ministerio de planeación y administración de Portugal. **Programa Stride Portugal en ciencia y tecnología.** Secretaria de estado de ciencia y tecnología. 1991. Portugal. P. 5-106.

- (92) Schomberg, René. **Political Decision Making in Science and Technology. Technology in society**, Vol. 15, No 4. 1993. U.S.A. P. 371-381.
- (92 bis) **Technology & Growth, State initiatives in technological innovation, final report of the task force on technological innovation of the National Governors' Association.** October, 1983. U. S. A. P. 3-21.
- (93) Szakonyi, Robert. **Establishing discipline in the selection, planning, and carrying out of R&D projects.** Technovation, Vol. 10, No 7. 1990. U.S.A. P. 467-486.
- (94) **Technology & Growth. State initiatives in technological innovation. Final report of the task force on technological innovation of the National Governors' Association.** October, 1983. U. S. A. P. 7-12 y 51-56.
- (95) **Technology in society. Cover Story Does U. S. need a new technology policy?** International journal, Vol. 15, No. 2. 1993. U. S. A.
- (96) Teichert, Thorsten. **The success potential of international R&D cooperation.** Technovation, Vol. 13, No 8. Diciembre 1993. U.S.A. P. 519-532.
- (97) **UNAM. Agenda estadística de 1968-1990.** 1990. México.
- (98) **UNAM. Presupuesto 1984-1991.** 1991. México.
- (99) **UNESCO. Statistics on science and technology.** October, 1990.
- (100) Vessuri, Hebe M. C. **Inventamos o erramos: the power of science in Latin America.** World development, Vol. 18, No 11. 1990. Gran Bretaña. P. 1543-1553.
- (101) **Watson, Dennys. Transferencia de tecnología entre las universidades y las empresas dentro de la comunidad europea.** Documento de coordinación de la innovación, dirección general XIII de la comisión de las comunidades europeas. 1990. Comunidad Europea. P. 25-28.
- (102) **Welch, John. Restoring upward mobility.** Perspectives. 1991. U.S.A. P. 38-40.
- (103) **White, Robert. Too many researchers, too few dollars.** Perspectives. 1991. U.S.A. P. 35-37.
- (104) **Wilkinson, A. Developing an expert system on project evaluation.** R&D management, Vol. 21, No 1. 1991. Inglaterra. P. 19-29.
- (105) **Wise, Steve. Space and national development: are Brazil and Argentina examples?** Technology in society, Vol. 12, No 1. 1990. U.S.A. P. 79-89.
- (106) **Wünsch, Fritz. La red veinte.** Revista Política Científica, Madrid, 1991. P. 33-47.

*Nota: La composición de la información articula varias fuentes simultáneas. Por ello, en ocasiones no se cita la página precisa, sino las fuentes. Los datos han sido elaborados en la mayoría de los casos con base en diversas fuentes. En virtud de la falta de actualización de la información y la dificultad para dar con las fuentes con mayor credibilidad, aún cuando se trate de Conacyt, que junto a la UNAM, AIC, Banco Mundial, Unesco, son las mejores. Muchos textos son citados repetidas veces ya que concentran información útil para varios de nuestros apartados.