



LIBERTAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION  
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA, USOS Y RESTRICCIONES  
EN LOS PAISES EN DESARROLLO:  
— EL CASO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE ZINALCO —

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ADMINISTRACION (ORGANIZACIONES)  
PRESENTA  
LUIS ALFREDO VALDES HERNANDEZ



## **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 está 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.

## INDICE

	Pág.
Prólogo	i
<b>I. MUNDO SUBDESARROLLADO</b>	<b>1</b>
<b>I.1. Los factores del desarrollo.</b>	<b>4</b>
Resumen	9
Bibliografía Capitular	11
<b>II. CRECIMIENTO ECONOMICO Y PROGRESO TECNICO</b>	<b>12</b>
<b>II.1. En los países industrializados</b>	<b>25</b>
<b>II.2. En los países en desarrollo</b>	
(Para América Latina)	40
Resumen	57
Bibliografía Capitular	61
<b>III. EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES Y LAS INSTITUCIONES</b>	
<b>DE INVESTIGACION</b>	<b>64</b>
Resumen	74
Bibliografía Capitular	76
<b>IV. ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA</b>	<b>77</b>
<b>IV.1. Proceso de Desarrollo Tecnológico</b>	<b>80</b>
<b>IV.2. El Desarrollo Tecnológico y la Planeación</b>	
Estratégica	84
<b>IV.3. Innovación Tecnológica</b>	94
<b>IV.4. Tecnología</b>	104
<b>IV.5. Prospectiva y Pronósticos Tecnológicos</b>	111
<b>IV.6. Auditoría Tecnológica (Diagnóstico General</b>	
Funcional)	122

	Pág.
IV.7. Asimilación de Tecnología	142
IV.8. Selección y Evaluación de Proyectos	157
IV.9. Integración de Recursos Humanos (Roles Críticos)	167
IV.10. Propiedad Industrial	178
Resumen	188
Bibliografía Capitular	192
V. CASO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DEL ZINCO	196
V.1. Antecedentes	196
V.2. Descripción del Proyecto	197
V.3. Méritos Innovativos del Proyecto	197
V.4. Transferencia de la Tecnología y Selección de la Empresa	201
V.5. Procesos Desarrollados	204
V.6. Roles Críticos	206
V.7. Estrategias de Comercialización	207
Resumen	209
Bibliografía Capitular	211
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	213
Bibliografía	219
Anexos	227

## PROLOGO

Aún cuando se ha escrito mucho acerca del impacto que la tecnología tiene en el desarrollo económico de un país, se puede asegurar que este proceso es poco conocido hasta el día de hoy.

Lo anterior adquiere mayores proporciones para los países en desarrollo, en los que ni siquiera se tiene una política definida hacia la ciencia y la tecnología.

A diferencia de los países desarrollados, donde la investigación y desarrollo se lleva a cabo principalmente en la industria, en nuestro país una fuente importante de proyectos de investigación son las universidades y los centros o institutos de investigación, mas la transferencia de los citados proyectos al ámbito industrial nacional no ha sido lo exitosa que las declaraciones pregonan, debido (entre otras causas) a la falta de experiencia existente en el medio académico y a la desconfianza que los industriales han demostrado tener en estos centros.

En el presente trabajo se describe el proceso del desarrollo tecnológico así como sus relaciones macro y micro. Su interacción con el desarrollo económico nacional es el nivel macro, y el micro está enfocado al proceso de la gestión tecnológica en las empresas. Estos antecedentes son utilizados en el caso de estudio de la transferencia tecnológica a la industria del proyecto universitario denominado ZINALCO.

Este proyecto fue seleccionado debido a que el autor fue integrante del equipo de investigadores que lo iniciaron y llevaron hasta la etapa de transferencia a la industria.

No es pretensión de este trabajo hacer un análisis detallado del desarrollo tecnológico en ninguna de sus etapas, ni de sus inter-

relaciones, sino más bien dar una visión general a partir de la cual se pueda profundizar en su estudio, aportando las experiencias adquiridas en el desarrollo del ya citado proyecto.

## Bibliografía Capitular

- **Economía Política, Tomo I**  
Raymond Barre  
Editorial Ariel, S. A., 1981
- **La transformación del mundo, Vol. I Ciencia y Tecnología.**  
M. Pecujlic,; A. Abdel-Malek; G. Blue  
Editorial Siglo XXI, S. A., 1982
- **La teoría económica de la innovación industrial.**  
Christopher Freeman  
Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1975

c) Son economías dualistas y desarticuladas, en el sentido que no existe ningún lazo económico entre el sector precapitalista y el sector capitalista que la componen: éste último vive dependiente del extranjero, del que es prolongación y no imprime a la totalidad del país los impulsos creadores del desarrollo.

d) Son economías donde no están cubiertos los "costos humanos", es decir:

- Aquéllos que están destinados a evitar la muerte de los seres humanos.

- Los que permiten a todo ser humano una vida física y mental mínima (higiene preventiva, servicios médicos y seguro de invalidez, vejez y paro).

- Los que permiten a todos los seres humanos una vida caracterizada por un mínimo de conocimientos y un mínimo de ocio (costos de instrucción primaria y de descanso mínimo, por ejemplo, las vacaciones pagadas).

Las economías subdesarrolladas son también sociedades subdesarrolladas: no existe entre el pequeño grupo de aristocracia-dirigentes y el pueblo, grupos sociales intermedios capaces de suministrar agentes económicos y políticos eficientes. El bajo desarrollo de la instrucción explica la insuficiencia del nivel intelectual medio y la escasez de los trabajadores calificados. La actividad económica no dispone pues, ni de jefes, ni de cuadros directivos e intermedios, ni de mano de obra.

En los países subdesarrollados los problemas del desarrollo no son solamente económicos, sino que son sobre todas las cosas, problemas humanos.



## I.1. Los factores del desarrollo

El estudio de la evolución histórica de la actividad económica permite poner de relieve los factores predominantes de dicha evolución y las condiciones esenciales del desarrollo económico. Explica los éxitos obtenidos por los países actualmente desarrollados y el retraso y los fracasos de los países hoy subdesarrollados.

Los economistas han analizado las fuerzas motrices (J. Akerman)<sup>2</sup>, que estimulan el desarrollo o las propensiones al crecimiento de las sociedades (Rostow)<sup>2</sup> y también han subrayado el papel de ciertos dinamismos humanos fundamentales (Francois Perroux)<sup>2</sup>. Los principales dinamismos son: el demográfico, el de la innovación, el del dominio y el de la dinámica de los grupos.

El dinamismo demográfico: Entre los estímulos para el esfuerzo, que se manifiestan con relación al sujeto económico, la presión familiar y la necesidad de que su familia viva, son entre todos los más poderosos. De la misma forma toda la sociedad encuentra en la presión demográfica el más eficaz estímulo para trabajar y producir. El pensamiento económico ha adoptado diversas actitudes relativas al problema de las relaciones existentes entre población y subsistencia. Podemos distinguir una corriente en pro de una población creciente y una corriente moderada que trata de definir el óptimo de la población.

El dinamismo del dominio: Ha sido puesto de relieve por los trabajos de Francois Perroux<sup>2</sup> que se ha dedicado a analizar los efectos económicos de la desigualdad y de la coacción, y que ha presentado, de forma muy general, una teoría de las influencias asimétricas en la vida económica.

La unidad económica dominante es aquella que ejerce sobre

<sup>2</sup>Citados en: Economía Política; Raymond Barre; Editorial Ariel.

las demás unidades económicas una influencia unilateral, irreversible o sólo parcialmente reversible.

Desde el punto de vista del crecimiento y del progreso económico, la unidad económica puede ejercer un efecto de atracción o un efecto de retardo. Más precisamente, en el primer caso, la unidad económica dominante actúa contra la rutina, impone innovaciones técnicas y económicas y suscita, cuando no los crea sistemáticamente, imitadores que difunden las ventajas de estas innovaciones. En el segundo caso, la unidad dominante se sirve de su poder para mantener a las unidades económicas dominadas en un estado de estancamiento que juzga útil para su propio desarrollo.

La dinámica de los grupos sociales: En el seno de las sociedades, la historia muestra la existencia de grupos sociales que por su acción son origen de crecimiento y de progreso económico.

Las clases medias o intermediarias, constituyen para el desarrollo económico la más importante de las innovaciones sociales. Se observa con claridad, en los países subdesarrollados, que la ausencia de tales clases, seno de virtudes empresariales y poseedora de iniciativas, explica en gran parte la necesidad en que se encuentra el Estado de desempeñar el papel de innovador y de pionero.

J. J. Spengler<sup>2</sup> lo observa en los siguientes términos: "El progreso industrial depende principalmente de:

a) Del número relativo de innovadores imaginativos y energéticos y del número de empresarios presentes en el total de la población.

b) Del grado en que las personas calificadas tengan poder para tomar y ejecutar las decisiones necesarias.

<sup>2</sup>Cita anterior.

c) Del grado en que los individuos estén libres de disposiciones oficiales y normas institucionales entorpecedoras."

En el pasado, esta distribución ha sido muy favorable en los países que poseían una clase media relativamente fuerte, en tanto que los países que estaban desprovistos de esta clase social han estado en dependencia con el Estado, a fin de lograr en lo posible una dirección en la actividad de la empresa.

El dinamismo de la innovación: Se debe a J. Schumpeter<sup>2</sup>, el estudio más sugestivo en torno a este dinamismo. Toda su obra gira alrededor de este tema.

En su "Teoría del desenvolvimiento económico", define las nuevas combinaciones de los factores de la producción que pone en práctica el empresario y que estimulan el crecimiento.

Distingue cinco tipos fundamentales de nuevas combinaciones:

a) La fabricación de un nuevo bien con el que no esté familiarizada la clientela del empresario;

b) La introducción de un nuevo método de producción en la industria o el comercio;

c) La apertura de un nuevo mercado;

d) La conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas;

e) La realización de una nueva forma de organización de la producción.

Para Schumpeter el crecimiento económico del capitalismo se ha verificado gracias a la aparición sucesiva de oleadas, cada vez mayores, de innovaciones; innovaciones de la Revolución Industrial (má-

<sup>2</sup>Cita anterior.

quina de vapor); innovaciones hasta el año de 1840 (época del vapor y del acero, desarrollo de los ferrocarriles y de los medios de transporte); innovaciones hasta el año de 1900 (química, automóviles, electricidad); innovaciones de la era espacial (electrónica, materiales compuestos, investigación de operaciones, energía nuclear). Estas innovaciones consisten en el establecimiento de nuevas funciones de producción; desarrollan sus efectos en periodos largos (de cincuenta a sesenta años) y entrañan transformaciones profundas en la vida económica y en los medios intelectual y social. Suscitan innovaciones menores que amplifican la influencia de las primeras.

Schumpeter<sup>2</sup> define a la innovación con las siguientes palabras: "Son cambios históricos e irreversibles en los procedimientos seguidos al hacer las cosas" y escribe: "Las innovaciones son los cambios en las funciones de producción que no pueden descomponerse en etapas infinitesimales. Pueden agregarse cuantas diligencias se deseen, una detrás de otra, sin que jamás pueda obtenerse un ferrocarril".

La innovación no debe confundirse con el invento, ya que cubre un campo mucho más vasto. El invento no se convierte en innovación hasta que no es apto para su aplicación comercial, bien en forma de producto o bien en forma de un proceso nuevo o mejorado. Debido a esto, el nuevo uso de un viejo producto puede tener influencia sobre la evolución de una industria tanto más cuanto más comercial sea la nueva invención. Aunque la mayoría de las invenciones pueden estar ligadas a cualquier conquista en el ámbito del conocimiento teórico o práctico que se produjo en el pasado inmediato o lejano, existen muchas que pueden ser independientes. La innovación es posible sin que exista lo que nosotros identificamos como un invento.

El juego del dinamismo de la innovación viene dado en función de dos series de condiciones:

<sup>2</sup>Cita anterior.

1.- La primera serie se caracteriza por la propensión a la innovación, depende de factores humanos (espíritu de invención y carácter emprendedor de los empresarios), factores técnicos y financieros (progreso de la investigación científica y volumen de recursos adscritos a dicha investigación). La propensión a la innovación dependerá del Estado, así como de las grandes empresas que financian servicios de estudios. Esta condición impulsa y renueva a las empresas.

2.- La segunda serie de condiciones se caracteriza por la propensión a aceptar las innovaciones: depende de la receptividad del medio ambiente social que condiciona en forma más o menos rápida la difusión de la innovación. El estudio de la revolución industrial pone de relieve la importancia del medio ambiente, no solamente económico (existencia de abundantes recursos financieros), sino del social (existencia de determinados factores económicos y sociales) y de la mentalidad (aparición y progreso del espíritu científico).

Es ilustrativo comparar a la Gran Bretaña con Japón; mientras que en la primera la investigación ha alcanzado un muy alto nivel de creatividad (hasta el extremo de ser el país del mundo con más premios Nobel per capita), la innovación ha sido relativamente pobre, aparentemente por razones derivadas de la estructura empresarial (en su Teoría General, Keynes achaca la responsabilidad a los profesionales de la inversión, que obtienen ventajas al jugar con inversiones muy líquidas y no favorecen las inversiones a largo plazo), al extremo que varios tratadistas le atribuyen la mayor responsabilidad en el deterioro de la posición industrial británica; en el Japón, en donde la investigación, aunque de excelente nivel no ha alcanzado el de Gran Bretaña, la innovación ha superado aparentemente la de todos los países del mundo.

Francia, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, ofrece un ejemplo evidente de la debilidad en ambas propensiones.

## Resumen

Las grandes diferencias en el ritmo del desarrollo para los diversos países del mundo, han engendrado desigualdades particularmente expresivas.

El problema del desarrollo adquiere mayor gravedad en el plano mundial, ya que los países subdesarrollados son al mismo tiempo aquéllos en que la población crece con mayor rapidez.

Las políticas que tienden a promover el desarrollo deben elaborarse partiendo de las características fundamentales de una economía subdesarrollada, entre las principales tenemos:

- Son economías que viven al día y que no pueden romper el círculo vicioso de la pobreza.
- Son economías dependientes de las empresas y consorcios extranjeros.
- Son economías dualistas y desarticuladas.
- Son economías donde no se cubren ni los mínimos renglones de seguridad social.

Las economías subdesarrolladas son a su vez sociedades subdesarrolladas. En los países subdesarrollados los problemas del desarrollo no son solamente económicos, sino que son, sobre todas las cosas, problemas humanos.

El estudio de la evolución histórica de la actividad económica permite poner de relieve los factores predominantes de dicha evolución y las condiciones esenciales del desarrollo económico.

Entre los factores que promueven el desarrollo tenemos:

- El dinamismo demográfico.
- El dinamismo del dominio.
- La dinámica de los grupos sociales.
- El dinamismo de la innovación.

Sobre éste último J. Schumpeter desarrolló su "teoría del desenvolvimiento económico", la cual nos dice que los empresarios para estimular el crecimiento, han puesto en práctica nuevas combinaciones de los factores de la producción. Las combinaciones fundamentales son:

- La fabricación de un nuevo bien.
- Nuevos métodos de producción.
- Nuevos mercados.
- Nuevas fuentes de materias primas.
- Nuevos sistemas de organización.

Para que el dinamismo de la innovación se dé y contribuya al desarrollo, son necesarias dos series de condiciones:

1.- La propensión a la innovación que impulsa y renueva a las empresas.

2.- La propensión a aceptar las innovaciones, que depende de la receptividad del medio ambiente social.

Sin la innovación el progreso en economía se detendría a la larga y en este sentido está justificado considerarla como un factor primario, aún cuando actúe en estrecha relación con otros muchos.

## Bibliografía Capitular

- Economía Política, Tomo I  
Raymond Barre  
Editorial Ariel, S. A., 1981
- La transformación del mundo, Vol. 1 Ciencia y Tecnología.  
M. Pecujlic,; A. Abdel-Malek; G. Blue  
Editorial Siglo XXI, S. A., 1982
- La teoría económica de la innovación industrial.  
Christopher Freeman  
Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1975



## II. CRECIMIENTO ECONOMICO Y PROGRESO TECNICO

Uno de los más grandes problemas del mundo se resume en la gráfica 1.

Casi cuatro quintas partes de la población del mundo tienen un promedio de ingresos anuales de apenas \$ 445.00 dólares, mientras que los países desarrollados restantes tienen un ingreso per cápita de \$ 4,287.00 dólares<sup>3</sup>.

En el período de 1980-1983, los países menos desarrollados pudieron aumentar su producto interno bruto (PIB) a una tasa media anual de 2.3%. Pero en el mismo período su población aumentó de tal manera que su PIB per cápita aumentó al 1.1% anual únicamente.

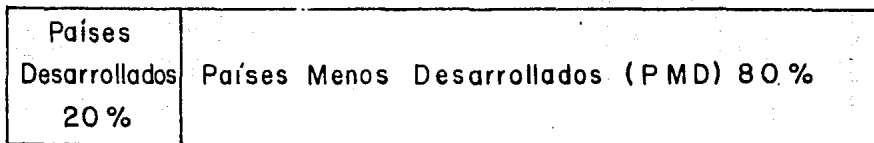
Aunque el crecimiento económico fue menos rápido en los países industrializados (1.4 para el mismo período), sus poblaciones se mostraron más estables, de manera que su PIB per cápita aumentó al 0.4% anual.

Estas tasas de crecimiento no significan mucho, si no tomamos en cuenta las bases respectivas a las que se aplican. Es decir, que el PIB de un país rico puede aumentar en dos años \$ 137.00 dólares per cápita, lo que supera al PIB total per cápita de algunos países en desarrollo.

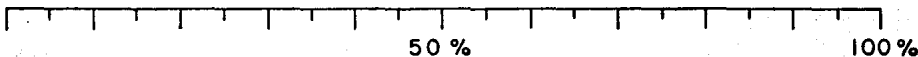
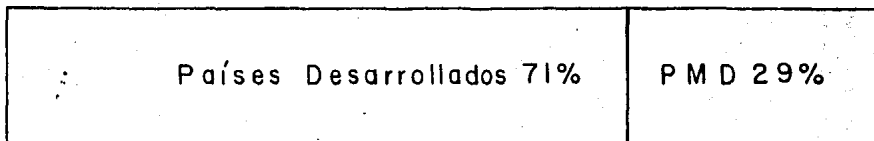
En esta forma los países industrializados ricos, que ya se encuentran muy adelantados, se están alejando aún más de los países menos desarrollados, empeorando la situación de la brecha entre los países.

<sup>3</sup>Informe Anual Banco Mundial; 1984.

## Población Mundial



## Producto Nacional Bruto (Mundial)



Grafica 1- Posición económica internacional de los países en desarrollo.

Fuente: Informe Anual Banco Mundial, 1984 (3)

En efecto, los habitantes de las naciones más pobres no solo están concientes de que estas diferencias existen y están aumentando, sino que las mismas las atribuyen, o por lo menos en parte, a la explotación efectuada en el pasado y el presente.

Una definición rigurosa de un país en desarrollo, es casi imposible ya que existe una enorme variación entre los países individuales y aún dentro de un mismo país puede ser enorme la diversidad, con bastas diferencias entre las clases o regiones.

De manera general; un país con un ingreso per cápita menor a los \$ 650.00 dólares, lo consideraremos como un país en desarrollo.

En lo que respecta al desarrollo, cada país, y a menudo cada una de las regiones del país, deben ser consideradas como un caso especial.

Los habitantes de los países en desarrollo enfrentan la elección de caminos hacia el desarrollo, y entre las opciones encontramos la aplicación de la ciencia y la tecnología; es conveniente recordar que el desarrollo implica mucho más que tan sólo el crecimiento material.

El cambio económico y social de los países menos desarrollados (PMD) debe depender principalmente de las acciones de estos países, sus pueblos y sus gobiernos. La debida atención de las condiciones necesarias para un rápido desarrollo económico, sólo es posible cuando esto se acepta como objetivo prioritario, y cuando los gobiernos siguen políticas estables dirigidas a este fin.

Es decir, que la ciencia y la tecnología poco pueden contribuir por sí solas si no existen las condiciones y la organización para aprovecharlas, así como la voluntad de avanzar económicamente.

La educación, los procesos administrativos, el capital, la ciencia y la tecnología no elevarán el nivel de la vida de la masa de la población, si la estructura social y política del país no asignan una prioridad al crecimiento económico.

Así, si bien puede ser verdad que la ciencia y la tecnología pueden, e incluso deben, integrarse para servir a las aspiraciones con frecuencia contradictorias de fuerzas sociales diferentes, es incorrecto sin embargo interpretar que esto signifique que son socialmente neutrales en cualquier sentido absoluto; más bien son inmensas fuentes de poder para quienes las controlan.

De las fuerzas sociales que controlan su uso y desarrollo, depende sobre todo cuáles son los fines a que han de servir la ciencia y la tecnología.

Es una ilusión peligrosa creer que la ciencia y la tecnología por sí mismas puedan resolver todos nuestros problemas. Pues, pese a sus grandes potenciales, puede abusarse de ellas; pueden destruir la naturaleza y pueden ser transformadas en un poderoso instrumento de dominación sobre las personas y comunidades enteras (como en efecto lo son) a favor de grupos y países privilegiados.

La economía industrial está dominada por los países altamente industrializados, y tiende a favorecer a los ricos a costa de los pobres.

La aplicación de la ciencia y la tecnología en los países desarrollados, particularmente mediante el desarrollo de productos sintéticos y las industrias de punta basadas en la ciencia, vuelve cada vez más difícil el progreso económico de los PMD, y lo hace casi imposible sin la cooperación de los países desarrollados.

Los esfuerzos de los PMD deben ser complementados y apoyados

por los países desarrollados mediante la ayuda financiera, técnica y los convenios de cooperación multilateral. Tal cooperación está de acuerdo con los intereses vitales de todas las naciones tecnológicamente desarrolladas.

La reducción de la brecha económica que separa a los países en desarrollo de los desarrollados, mediante una tasa de crecimiento más rápida y efectiva para las naciones en desarrollo debiera ser una preocupación del mundo entero.

La riqueza material de un país depende de la producción de bienes y servicios mediante el empleo coordinado de las dotaciones disponibles de capacidades humanas, capital, tierra y recursos naturales.

El crecimiento económico puede derivar de la mayor producción mediante el empleo de una mayor cantidad de recursos, y de la mayor productividad mediante el uso más efectivo de los recursos.

La tecnología contribuye en ambos aspectos, aumentando la utilidad de los recursos disponibles (por ejemplo permitiendo el empleo productivo de tierras consideradas estériles o descubriendo un uso económico para una materia prima que se consideraba sin valor) y mejorando la productividad mediante el uso de mayores y mejores métodos y maquinaria.

La ciencia proporciona el conjunto de conocimientos básicos y entendimiento del que, en forma creciente depende la tecnología.

Es importante distinguir entre la ciencia y la tecnología: la tecnología es el "saber cómo", mientras que la ciencia es el "saber por qué".

La ciencia produce conocimientos, la tecnología ayuda a producir riqueza.

Históricamente, la ciencia ha dependido más de la tecnología que a la inversa, y sólo recientemente han pasado a primera fila las industrias basadas en la ciencia.

Todavía ahora, la ciencia y la tecnología deben considerarse como diferentes entidades, con una interacción limitada aunque creciente.

En cada una de ellas, el crecimiento tiende a depender del estado del arte propio; la tecnología antigua alimenta a la nueva, así como la ciencia antigua alimenta la ciencia nueva.

Muchos adelantos tecnológicos no suponen nuevos principios científicos, aunque la naturaleza del desarrollo científico puede tener una influencia en el largo plazo sobre los cambios tecnológicos que pueden resultar factibles.

Un descubrimiento científico específico puede necesitar el transcurso de muchos años antes de encontrar una aplicación práctica. Sin embargo, el período transcurrido entre el descubrimiento y su aplicación ha disminuido gradualmente con el paso del tiempo. (Tabla 1)

Un estudio de la Fundación Nacional de la Ciencia de los E.U.A. acerca de los descubrimientos científicos e inventos que originaron cinco innovaciones tecnológicas importantes, demostró que la investigación básica sin orientación específica fue la fuente de dichas innovaciones, y que un período de 20 a 30 años debió de transcurrir entre la investigación básica y las innovaciones tecnológicas.

D. J. de Solla Price ha expresado; "la imagen simplista de la tecnología como ciencia aplicada no se ajusta a todos los hechos". Pero sí existe una relación simbiótica entre ellas; "la ciencia sin tecnología se vuelve estéril, mientras que la tecnología sin la ciencia se vuelve moribunda"<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Citado en: "Ciencia y Tecnología en los países en desarrollo"; Graham Jones F.C.E.

Tabla 1. Tiempo transcurrido entre los descubrimientos científicos tecnológicos y su comercialización.

	Año del descubrimiento	Año de la aplicación industrial	Tiempo transcurrido (años)
Motor eléctrico	1821	1865	65
Tubo de vacío	1882	1915	33
Radio	1887	1922	35
Rayos X	1895	1913	18
Reactor atómico	1932	1942	10
Radar	1935	1940	5
Transistor	1948	1951	3
Celda Solar	1953	1955	2
Resinas Sintéticas	1950	1958	8

Fuente: Agencia de la Ciencia y la Tecnología (Japón).

Citado en:<sup>4</sup> Bases for science and technology promotion in developing countries; Hyung Sup Choi; Asian Productivity Organization; pág. 4.

Actualmente la ciencia está disponible en un sistema mundial de publicaciones, accesibles a cualquiera que conozca el idioma. La tecnología no se encuentra tan fácilmente accesible debido (entre otras razones) al secreto industrial y los derechos de propiedad, pero también debido a que la tecnología debe aprenderse haciendo las cosas.

La tecnología está incorporada en la experiencia, y es inherentemente mucho más difícil de transferir. Aún cuando de una u otra forma, una gran cantidad de tecnología moderna se transfiere de hecho.

La inversión en recursos en ciencia y tecnología puede producir rendimientos económicos sustanciales, como sucede también con la inversión en educación y entrenamiento. Pero no deben ser consideradas como actividades aisladas, merecedoras de cierto apoyo, sino como componentes de un sistema dinámico de conversión de las habilidades y el espíritu de empresa, en nuevas riquezas materiales y bienestar social.

La ciencia y la tecnología sólo constituyen un factor del cambio, el que debe de integrarse en un plan global de desarrollo económico y social.

En los países industrializados, las tareas científico-tecnológicas han sido reorganizadas y reorientadas a partir de la segunda guerra mundial; su significación en el PNB pasó rápidamente de 0.5% en los años de la preguerra a 2.5 y 3% en la postguerra<sup>6</sup>, variando poco para los países más avanzados (Gráfica 2).

En la mayoría de los países en desarrollo, la carencia de conocimientos científicos y tecnológicos raras veces constituye un factor limitante clave; los principales obstáculos a su aplicación son económicos y sociales, incluyendo la educación, las comunicaciones, la receptividad a las nuevas ideas, la eficacia administrativa, el espíritu empresarial y el liderazgo político.

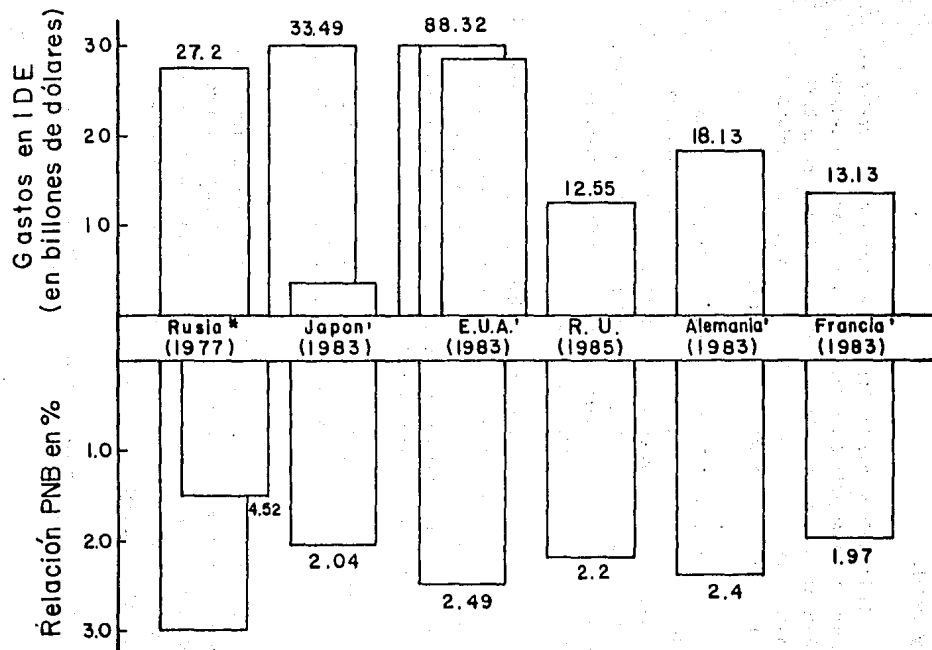
Las necesidades de los países en desarrollo sólo podrán ser satisfechas cuando dichos países posean una infraestructura capaz de generar la mejor ciencia y tecnología posibles en un momento dado. La confianza en la tecnología propia es una condición necesaria para asegurar la independencia nacional real.

Entonces el crecimiento económico requerirá de cambios extensivos e intensivos de los valores y las actitudes humanas, así como en las estructuras políticas y sociales.

La superación del subdesarrollo resultará de la acción simultánea de diferentes medidas, y cualquiera que sea el cambio elegido, el acceso a una sociedad moderna (que es el objetivo final del desarrollo) supone necesariamente la participación activa de la investigación científico-tecnológica.

<sup>6</sup>Citado en: "El desarrollo tecnológico, sus relaciones con la evolución de A. L."; Gerardo H. Bueno; Comercio Exterior, Vol. 31, núm. 5, México, mayo de 1981.





Gráfica 2— Gastos en investigación y desarrollo experimental (IDE), en algunos países.

Fuentes: \* Oficina de Ciencia y Tecnología Japonesa, "La ciencia y la tecnología en papel", 1979.  
Cita anterior (4)

' Datos Banco OECD/STHU. Noviembre 1985

Citados en (7) OECD Science and technology indicators No. 2 R. and D, invention and competitiveness  
OECD Paris 1986.

El crecimiento tecnológico contribuirá al progreso humano sólo si se le vincula con las verdaderas necesidades de la gente común y corriente, y si este requerimiento ha de satisfacerse en el mundo actual, es esencial que cada país desarrolle su propia creatividad y no adopte sólo los patrones de desarrollo industrial extranjeros.

Una estrategia satisfactoria para el progreso técnico debe incluir una combinación óptima de la asimilación de adelantos científicos y tecnológicos de otros países con la organización nacional de la investigación, el desarrollo, la innovación y la difusión.

La innovación y la difusión requieren de estímulos activos. El mayor obstáculo a la innovación deriva, a menudo, de factores sociales dentro de las organizaciones antes que de la ausencia de conocimientos tecnológicos o equipos.

En cada país deben de analizarse los factores socioeconómicos y políticos que inhiben la aplicación efectiva de la ciencia y la tecnología, y deben de encontrarse medios prácticos para superar tales factores.

No debe olvidarse que la ciencia no actúa sobre la sociedad, sino que la sociedad actúa en la ciencia y ésta en la sociedad. Una no es la parte externa de la otra.

La aplicación de la ciencia y la tecnología a los problemas económicos y sociales no debe considerarse como sinónimo de la investigación. Muchos problemas pueden resolverse utilizando el conocimiento existente, sin necesidad de realizar ninguna investigación.

En las primeras etapas del desarrollo, los países necesitarán depender casi por entero de las tecnologías importadas, concentrando los esfuerzos locales en la adaptación a las condiciones, recursos capacidades e instituciones sociales locales.

A medida que continúa el desarrollo, los recursos locales pueden destinarse en forma creciente a la IDE\*, y podrá disminuir la dependencia de la tecnología importada.

Pero en cualquier etapa constituirá un despilfarro la aplicación de recursos severamente limitados en la investigación de tecnologías ya existentes y disponibles mediante la copia o las licencias.

La tecnología importada y la IDE\* no son políticas alternativas, sino que deben de complementarse recíprocamente.

La capacidad de asimilación y adaptación de las tecnologías dependerá del nivel general de habilidades, la distribución del personal científico y técnico y la disponibilidad de talento administrativo y empresarial.

La administración es uno de los factores más importantes en la industria moderna y juega un papel vital en el empleo creativo y eficiente de los recursos disponibles, incluyendo el de los técnicos.

La experiencia indica la importancia de estimular a científicos y técnicos para que se dediquen a la industria, la agricultura y la administración en general, en lugar de interesarse exclusivamente en la investigación.

Son de particular importancia los servicios de apoyo (centros de documentación e información, encuestas de recursos naturales, institutos de normas, laboratorios de pruebas y de control de calidad, centros de desarrollo de la administración y de la productividad), todos ellos fundamentos necesarios para un crecimiento industrial adecuado, y todos ellos necesitados de personal científico y técnico.

En las circunstancias adecuadas, la tecnología industrial importada se puede asimilar rápidamente, adaptándola a la situación

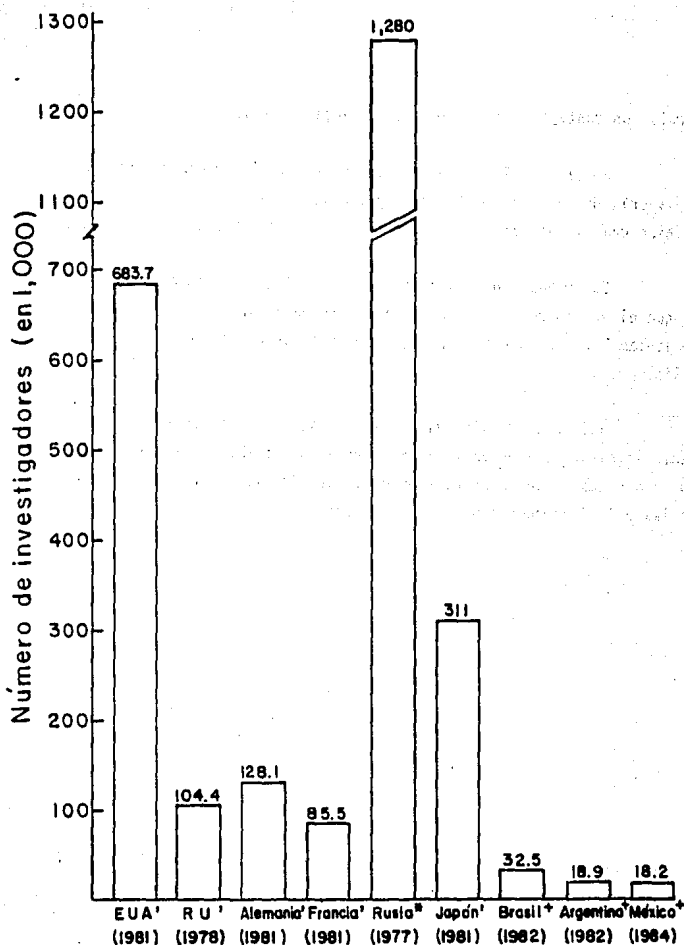
\* IDE, Investigación y Desarrollo Experimental.

local, con ventajosos resultados económicos y sociales.

En la mayoría de los países en desarrollo, y ciertamente en la mayoría de los desarrollados, hay una severa escasez de personal técnico calificado para satisfacer todas estas necesidades (Gráfica 3).

Es probable que esta situación continúe por algún tiempo, ya que el acervo de fuerza de trabajo entrenada sólo puede incrementarse lentamente y el proceso de entrenamiento absorbe a muchas personas calificadas.

Así pues, resulta vital asegurarse de que este recurso limitante se distribuya en la forma más ventajosa posible y de que se tomen en cuenta los requerimientos y prioridades globales en la formulación de las políticas educativas y científicas.



Gráfica 3-- Número de personas empleadas en IDE por país

Fuentes: \* Oficina de Ciencia y Tecnología Japonesa, "La ciencia y la tecnología en papel", 1979 Citado en (4)

' Datos Banco OECD/STHU, Noviembre 1985 Citados en (7)

+ Citado en: "Tiempos difíciles: CyT. en A.L. durante el decenio de 1980", Sagasti Fco. y Cook Cecilia: Grade Lima, Dic. 1985 (8)

## II.1. En los países industrializados

Las teorías económicas tradicionales tienen una utilidad limitada, en un análisis de los efectos económicos del cambio tecnológico, pero ahora se acepta generalmente que gran parte del crecimiento económico de los países industrializados, si no es que la mayor parte, puede atribuirse al progreso técnico, incluidas una mejor organización y administración, fuerza de trabajo más hábil y eficaz, así como mejores materias primas, procesos y equipos.

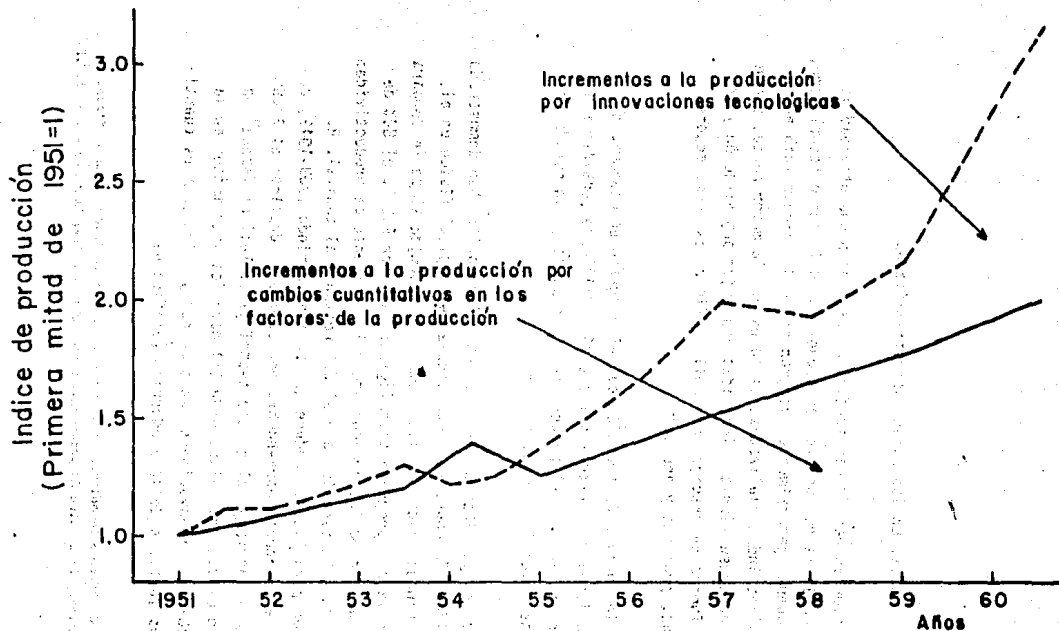
Sin la innovación tecnológica, el progreso en economía se detendría a la larga y en este sentido está justificado considerarla como un factor primario en el proceso del crecimiento, aún cuando actúe en estrecha relación con muchos otros.

Trabajos ya clásicos de Kendrick y Abramovitz<sup>9</sup> han demostrado que en los últimos 75 años, la importancia del capital físico en el aumento de la productividad ha sido sumamente reducida si se le compara con la influencia del progreso tecnológico: así para E.U.A. el 80% de la ganancia anual promedio, proveniente del incremento de productividad ha correspondido a la tecnología y el 20% restante al capital. R. Solow<sup>10</sup> (también para E.U.A.) deduce que para el período 1909-1949, durante el cual el producto hora-hombre per cápita se duplicó; el 87.5% de ese aumento lo atribuye al cambio tecnológico. Keiichi Yamada<sup>4</sup> ha encontrado que existe una relación de 2:1 para los incrementos en la producción debidos a innovaciones tecnológicas y a los cambios cuantitativos en los factores de la producción (Gráfica 4).

<sup>9</sup>"Investigación Científico-Tecnológica y Metalurgia"; Jorge A. Sabato; Mimeografiado.

<sup>10</sup>"El cambio técnico y la función de producción agregada"; R. Solow; Lecturas No. 31 F.C.E.

<sup>4</sup>Cita anterior.



Gráfica 4— Incrementos en la producción, provocados por factores importantes

Fuente: Keiichi Yamada, "Modern Technology," Asakura Shoten, Tokyo, 1964, p.95

Citado en (4)

Los beneficios del cambio técnico se logran a expensas de grandes inversiones en educación y entretenimiento, en investigación y desarrollo experimental (IDE) y en equipo de capital que incorpore los resultados de la IDE.

En sí mismo, el nuevo conocimiento no contribuye al crecimiento económico, como tampoco lo hace una invención generada por los adelantos científicos o técnicos.

Sólo cuando el conocimiento o la invención se incorporan efectivamente al sistema productivo puede surgir el crecimiento económico.

Uno de los factores claves del crecimiento es la innovación, la etapa culminante del esfuerzo total científico y tecnológico. En términos de la economía de mercado, esto se puede definir como la explotación comercial del conocimiento técnico para ganar nuevos mercados, o para conservar los existentes frente a la competencia reduciendo los costos de producción de los bienes convencionales, introduciendo bienes novedosos o más eficientes, o incrementando la calidad de los productos existentes.

De igual modo, según la terminología de la economía planificada, la innovación implica la introducción deliberada de las realizaciones de la ciencia y la tecnología a la producción para bajar los costos de producción, mejorar las condiciones de trabajo y acelerar la tasa general de crecimiento económico, para satisfacer las crecientes necesidades de la población.

Los acervos de conocimientos técnicos de que depende la innovación pueden aumentar mediante IDE. Pero debe reconocerse que la IDE es sólo una parte del proceso total y por sí mismo no genera el crecimiento económico.

En términos económicos, el gasto en IDE no es más que un



costo fijo mientras no se exploten comercialmente los resultados a través de la innovación. Por lo mismo se le debe considerar una inversión.

La IDE tan sólo constituye la primera etapa del proceso, y ahora se reconoce la importancia de una cadena continua de innovación que enlace la investigación científica, la investigación de mercados, la invención, el desarrollo de diseño, la instrumentación, el arranque con la primera producción y la comercialización del nuevo producto. Dicha cadena no deberá ser lineal necesariamente.

La IDE representa usualmente una proporción relativamente pequeña del costo total de una innovación exitosa (Gráfica 5 y tabla 2) y cuando se elabora el presupuesto de la innovación debe preverse el costo total y no tan sólo el de la IDE. Los costos y las partidas varían dependiendo del producto, del mercado, de la industria en particular, etc.

Dentro del propio componente de la IDE, las etapas de desarrollo representarán una parte mucho mayor de este gasto que la investigación científica, la que así se convierte en una parte relativamente pequeña de los costos totales de la innovación.

En las economías de mercado, la innovación y la inversión están estrechamente relacionadas, porque no es sólo que una innovación potencialmente provechosa estimule la inversión, sino que un alto nivel de inversión tiende a estimular la innovación, para aprovechar los últimos adelantos tecnológicos.

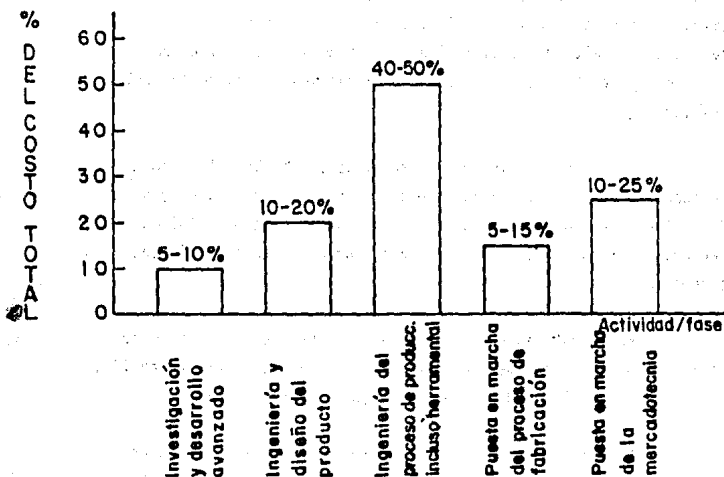
El principal impulso hacia la innovación exitosa proviene del mercado, ya sea de una demanda existente o potencial.

Cuando la orientación de la IDE difiere del proceso de producción, el riesgo de invertir en IDE que no resuelva problemas del proceso productivo y de las necesidades del mercado, será mayor.

Tabla 2.- Distribución de los costos en las diferentes fases del proceso de la Innovación tecnológica

Fase o Actividad \ Autor	Charpie	Mansfield et al	Estadísticas de Canadá	Kamin Horresh Bijaoni
I D	15-30	46.2	59	47
Ingeniería del proceso de producción, incluso herramental.	40-60	36.9	31	18
Puesta en marcha del proceso de fabricación	5-15	9.1	6	15
Puesta en marcha de la Mercadotecnia	10-25	7.7	2	20

Cita: R Horesh J.Y Kamin; "How the costs of technological innovation are distributed over time" Research Management, March-April 1983(11)



Gráfica 5- Distribución típica de los costos en Innovaciones exitosas de productos  
Fuente: R.A. Charpie, "Technological Innovation Its environment and management"

Dpto. de Comercio E.U.A., 1967, Citado en (5)

Estas dificultades pueden surgir en las economías industrializadas planificadas y en las de libre empresa.

Cualquiera que sea el sistema económico, el proceso de innovación puede verse obstruido en cualquier etapa, y puede resultar afectado por una gran variedad de factores.

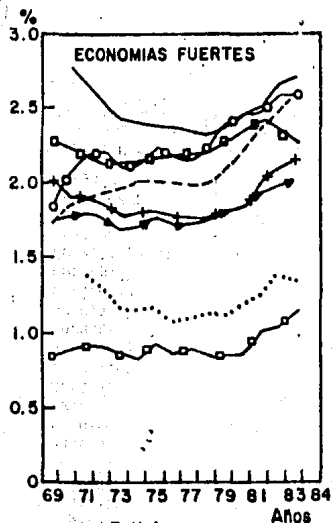
Entre las principales razones por las que fallan las buenas innovaciones se encuentran factores del mercado (27.5%), la administración (23.5%), el capital (15%), regulaciones (12%), la tecnología (11.5%), otros aspectos (10%).

Como principales barreras al proceso de innovación se tienen la burocracia, los problemas de comunicación, la mala formulación de los proyectos, los problemas en la transferencia de la tecnología, la aversión al riesgo (por tradición y costumbre), ausencia de ejecutivos y administradores tecnológicos, escasa relación y conocimiento del mercado, falta de financiamiento oportuno y adecuado, estructura del sector industrial, inexistencia o manejo inadecuado de los roles críticos.

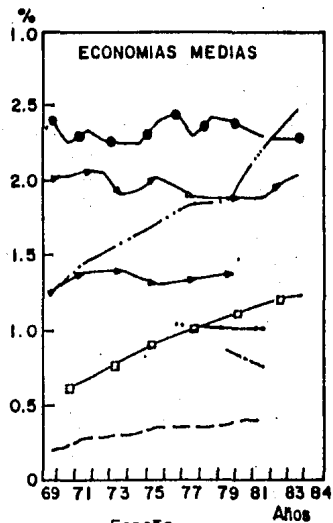
La relación existente entre el gasto en IDE y la economía nacional es compleja y dependiente de múltiples factores exógenos. Hay países que han gastado una gran cantidad de dinero en IDE en años recientes, sin que esto les haya ocasionado un notable crecimiento económico.

En un estudio reciente de la OECD, se tiene como principal indicador de la intensidad del esfuerzo nacional de inversión en IDE, el porcentaje del PIB dedicado a la IDE (Gráfica 6 y tabla 3).

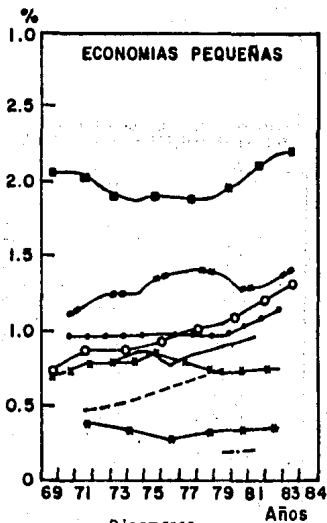
Esta aparente ausencia de correlación entre el gasto en IDE y el crecimiento económico, es debida al hecho de que la IDE es sólo una parte del proceso innovativo.



— E. U. A.  
 - - - Japon  
 —○— Alemania  
 —+— Francia  
 —□— Reino Unido  
 —■— Italia  
 ..... Canada  
 —△— CEE



— España  
 - - - Australia  
 —●— Holanda  
 —○— Suecia  
 - - - Belgica  
 —■— Suiza  
 —□— Austria  
 - - - Yugoslavia



— Dinamarca  
 —○— Noruega  
 - - - Grecia  
 —□— Finlandia  
 —■— Portugal  
 —△— Nueva Zelanda  
 —x— Irlanda  
 - - - Islandia  
 —●— OECD

Gráfica 6— Por ciento del PIB dedicado a la investigación y desarrollo.

Fuente : Banco de Datos de OECD/STHU Noviembre 1985. Citado en (7)

Tabla 3. Gasto Bruto Nacional en I.D. (Para todas las ciencias)

	1 9 8 1		Crecimiento Real (%)					1 9 8 3
	Millones Dlls.	% <sup>(b)</sup>	1969-81	1969-75	1975-81	1979-81	1981-83	Millones Dlls.
E.U.A.	73,678.0	46.4	1.8	-0.6	4.2	4.5	3.8	88,329.0
Japón	25,574.5	16.1	8.1	8.3	7.9	11.2	8.2	33,493.7
Alemania	15,644.8	9.9	5.4	6.2	4.7	2.6	1.9	18,130.2
Francia	10,700.8	6.7	3.1	2.3	4.2	5.0	4.7	13,134.4
Reino Unido <sup>a</sup>	11,369.8	7.2	2.2	1.3	3.1	2.9	-0.7	12,552.8
Italia	4,546.6	2.9	4.7	4.9	4.6	11.4	4.9	5,568.0
Canadá	3,877.3	2.4	1.9	-0.9	4.8	8.5	3.5	4,619.2
España	908.0	0.6	9.4	15.7	3.4	3.8	-	-
Australia	1,539.5	1.0	-	-	2.2	2.8	-	-
Holanda	2,508.4	1.6	2.3	3.6	0.9	0.1	3.5	2,992.4
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	-
Suecia	2,166.7	1.4	7.2	8.9	5.6	10.0	7.1	2,776.8
Bélgica <sup>d</sup>	1,065.7	0.9	4.3	4.4	4.1	-	-	-
Suiza	1,785.4	1.1	1.2	1.6	0.8	0.6	-0.5	1,979.8
Austria	765.2	0.5	9.9	12.9	6.9	6.9	4.5	932.9
Yugoslavia	521.5	-	0.3	-	-	-	-	-
Dinamarca	539.8	0.3	3.1	3.4	2.9	4.9	-	-
Noruega	593.0	0.4	6.3	9.3	3.3	-0.4	6.4	757.6
Grecia	102.1	0.1	-	-	-	-	-	-
Finlandia	499.3	0.3	8.2	8.7	7.7	10.5	8.5	655.2
Portugal	154.5	0.1	3.7	0.7	6.9	6.1	-	-
Nueva Zelandia <sup>a</sup>	240.1	0.2	7.0	11.7	2.6	8.9	-	-
Irlanda	155.3	0.1	5.1	7.6	2.7	5.9	-	-
Islandia	18.0	0.0	9.9	19.9	0.7	4.0	-	-
Total OECD <sup>a</sup>	158,720	100	3.5	2	4.5	5.5	4	-
(CEE) <sup>a</sup>	(46,940)	29.5	4.0	3.5	4.0	4.0	2.5	-

Fuente: Banco de Datos OECD/STIU-Diciembre 1985.

(a) Estimaciones OECD; (b) Cuando los datos de 1981 no están disponibles se colocan las estimaciones de la Secretaría; (c) Los datos ajustados por la OECD deberán ser 23,408 millones de dlls., en 1981 a 15% del total, y en 1983; 30,750 millones de dlls.; (d) 1979; (e) 1982.

Citado en (7).

Otro factor importante a considerarse es la mano de obra calificada y en general los recursos humanos capacitados.

De 1969 a 1981, el número de investigadores se ha incrementado en 3% anualmente, para el área de países miembros de la OECD. Existían aproximadamente 1.65 millones de investigadores en 1981. (Gráfica 7 y tabla 4).

La aplicación de nuevos conocimientos técnicos a la producción y la manufactura requiere de personal entrenado en todas las etapas del proceso de innovación, que sea capaz de identificar necesidades y de resolver problemas.

Por ser la mano de obra calificada un recurso escaso, la mejor distribución de la misma en las etapas del proceso de innovación es el factor limitante en la optimización de dichos procesos.

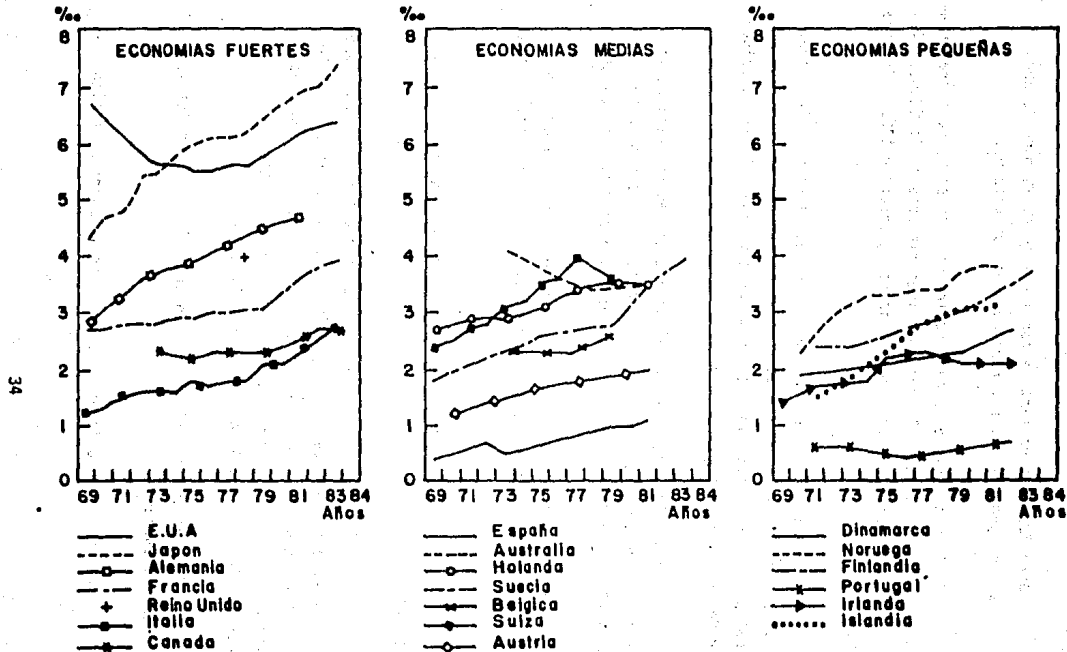
En la práctica, la innovación no proviene solamente de la IDE sino también de otros mecanismos: compra, adopción, información, etc.

No es necesario, ni factible, descansar por total en la IDE propios.

Los resultados de la investigación científica están disponibles internacionalmente en las publicaciones y los resultados de la mayor parte de la investigación tecnológica están disponibles a través del mercado, en forma de nuevas máquinas o materias primas, o mediante la adquisición de patentes y licencias.

El conocimiento técnico es un artículo común en los mercados internacionales.

El intercambio internacional de conocimientos técnicos



Gráfica 7.- Número de Investigadores en relación al total de la fuerza laboral (Por millar)

Fuente: Banco de Datos OECD/STHU, Noviembre 1985 Citados en (7)

Tabla 4. Número de investigadores (Para todas las ciencias)

	1981		Índices de Crecimiento Real (%)					
	Tiempo completo	%(b)	1969-81	1969-75	1975-81	1979-81	1981-82	1982-83
E.U.A.	683,700	41.8	1.8	-0.8	4.4	5.5	2.7	2.5
Japón (c)	392,625	24.0	5.0	6.4	3.6	3.9	3.4	7.2
Alemania	128,162	7.8	4.6	5.6	3.6	2.5	-	-
Francia	85,500	5.2	3.4	2.2	4.6	8.3	5.4	2.9
Reino Unido (d)	104,445	6.4	-	-	-	-	-	-
Italia	52,060	3.2	6.2	6.9	5.4	5.9	8.9	11.1
Canadá	29,976	1.8	3.3	1.8	4.9	6.9	6.6	2.6
España	14,376	0.9	8.9	10.2	7.5	3.4	-	-
Australia	24,210	1.5	-1.0	-2.7	0.7	2.8	-	-
Holanda	19,436	1.2	3.5	3.1	3.9	2.6	-	-
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	-
Suecia	15,035	0.9	6.8	7.7	5.9	13.1	-	-
Bélgica (e)	10,943	0.8	3.5	1.2	5.9	-	-	-
Suiza (e)	10,720	0.6	2.2	6.0	-1.4	-	-	-
Austria	6,712	0.4	5.2	6.7	3.7	3.7	-	-
Yugoslavia	24,881	1.5	-	-	-	-	-	-
Dinamarca (e)	5,988	0.4	3.6	2.6	4.6	-	-	-
Noruega	7,496	0.5	7.9	11.6	4.3	2.9	-	-
Grecia (e)	2,634	0.2	-	-	-	-	-	-
Finlandia (g)	9,421	0.5	4.1	2.7	5.6	-	-	-
Portugal (f)	3,019	0.2	2.4	-2.0	7.0	10.0	-	-
Nueva Zelanda	-	-	-	-	-	-	-	-
Irlanda	2,636	0.2	4.5	8.1	1.1	0.3	5.2	-
Islandia	345	0.0	10.4	12.7	8.2	7.0	-	-
Total OECD(a)	1'634,880	100.0	3	2	4	4.5	-	-
(CEE)(a)	414,640	25.5	3	3	3	3.5	-	-

Fuente: Banco de datos OECD/STIU-Diciembre 1985.

(a) Estimaciones OECD, (b) Cuando los datos de 1981 no están disponibles, se colocan las estimaciones de la Secretaría; (c) No equivale a tiempo completo; la estimación a t.c. es de 311,000; (d) 1978, (e) 1979; (f) 1982; (g) 1983.  
Citado en (7)



aparece en la balanza de pagos tecnológicos que compara los pagos de un país a otros países por sus conocimientos técnicos, licencias y patentes, con sus ingresos por tales conceptos. (Gráfica 8 y tabla 5).

En general, parecería que cualquier país debe hacer compras de tecnología en el exterior, pero para poder hacerlo así con el mayor provecho necesita desarrollar esfuerzos internos de IDE para adaptar y asimilar.

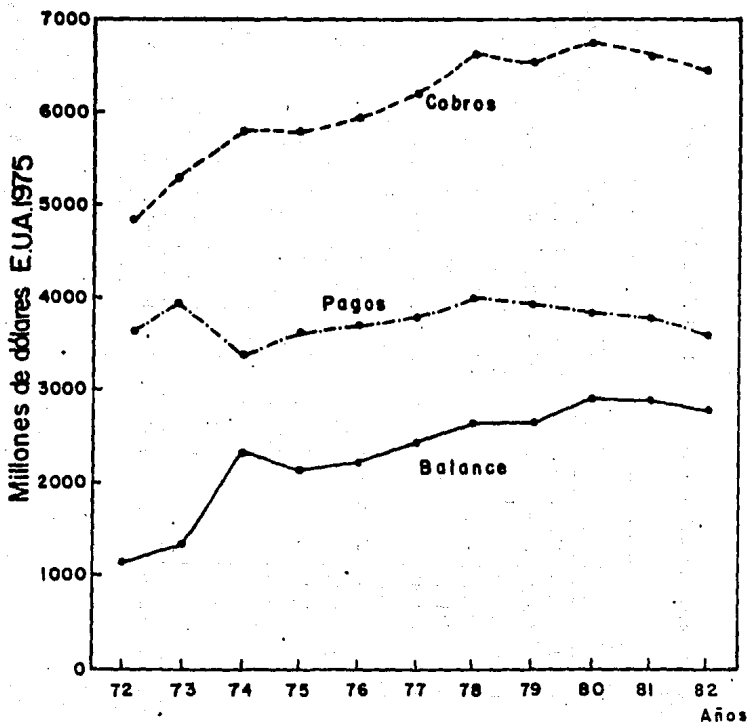
Se requieren tasas elevadas de inversión para utilizar plenamente las técnicas más avanzadas, aún cuando se adquieran en el exterior, ya que tales técnicas están a menudo incorporadas en equipo de capital.

Una visión general de las tendencias en IDE en los países industrializados, durante la última década indica que la brecha en IDE entre EUA y el resto de los países industrializados ha disminuido gradualmente; la prioridad en la defensa nacional ha cambiado lentamente hacia proyectos del sector civil y la recesión económica ha provocado que la inversión en IDE disminuya.

Las políticas para el desarrollo de la tecnología de los países industrializados pueden ser agrupadas, generalmente en tres tipos:

I.- Toma de medidas específicas, tales como el establecimiento de instituciones a nivel nacional, el subsidio directo o mantenimiento de grupos de investigación, formación de agencias o centros especializados en la transferencia de tecnología, etc.

II.- En este grupo tenemos a las medidas no específicas, tales como los apoyos a la innovación, ayudas fiscales, normalización, patentes, recursos humanos, políticas de industrialización y de exportación, etc.



Gráfica 8--Balance de los pagos tecnológicos: muestra total de nueve países pertenecientes a la OECD.

Fuente: Banco de datos OECD/STHU, Noviembre de 1985  
Citado en (7)

Tabla 5. Balance de los pagos tecnológicos en países miembros de la OECD (en millones de dls. a precios de 1975 y como porcentajes)

	1973				1983							
	Cobros	%	Pagos	%	Balance	Razón	Cobros	%	Pagos	%	Balance	Relación de cobertura
E.U.A.	3,582.5	(65.7)	456.0	(9.8)	+3,126.0	7.85	4,328.6	(59.4)	132.2	(2.8)	+4,196.4	32.74
Japón	231.2	(4.2)	1,035.7	(22.2)	- 804.5	0.22	645.9	(8.9)	748.9	(16.0)	102.9	0.86
Alemania	222.8	(4.1)	618.4	(13.3)	- 395.5	0.36	365.1	(5.0)	728.7	(15.6)	363.6	0.50
Francia	328.3	(6.0)	476.5	(10.2)	- 148.2	0.69	557.7	(7.6)	617.8	(13.2)	60.2	0.90
Reino Unido	647.2	(11.9)	552.7	(11.9)	+ 94.5	1.17	650.7	(8.9)	5140.4	(10.9)	+ 140.3	1.27
Canadá	45.3	(0.8)	188.7	(4.0)	- 143.4	0.24	122.1	(1.7)	260.2	(5.6)	138.1	0.47
Italia	92.7	(1.7)	469.2	(10.1)	- 376.5	0.20	119.8	(1.6)	485.8	(10.4)	366.0	0.25
Holanda(a)	165.7	(3.0)	222.1	(4.8)	- 56.4	0.75	209.1	(2.9)	351.3	(7.5)	142.2	0.60
Suecia	23.9	(0.4)	21.8	(0.5)	+ 2.0	1.09	58.1	(0.8)	26.6	(0.6)	31.5	2.19
Austria	10.8	(0.2)	58.4	(1.3)	- 47.7	0.18	16.9	(0.2)	88.4	(1.9)	71.6	0.19
Dinamarca(b)	48.7	(0.9)	39.2	(0.8)	+ 9.5	1.24	59.9	(0.8)	40.0	(0.9)	+ 19.9	1.50
Finlandia	3.7	(0.1)	33.6	(0.7)	- 29.9	0.11	28.6	(0.4)	44.6	(1.0)	16.0	0.64
Portugal	2.7	(0.0)	25.6	(0.5)	- 22.7	0.11	4.8	(0.1)	47.7	(1.0)	42.9	0.10
España	51.0	(0.9)	462.2	(9.9)	- 411.2	0.11	123.4	(1.7)	596.9	(12.8)	473.5	0.21
T o t a l	5,456.6	(100.0)	4,660.6	(100.0)	N. A.	1.17	7,290.7	(100.0)	4679.5	(100.0)	N. A.	N.A.

(a) 1982 en lugar de 1983; (b) 1981 en lugar de 1983; N. A., No acumulativo.

Citado en (7)

III.- Este último grupo tiene que ver principalmente con el desarrollo de estrategias, reunidas en programas globales.

De los países miembros de la OECD, tenemos que Francia, España, Canadá, Noruega y Finlandia son los países que actualmente usan el primer grupo de políticas, donde el desarrollo industrial y económico interno es su meta más importante.

Inglaterra y Japón están implementando en forma simultánea las políticas del primer y tercer tipo, dando como máxima prioridad su competitividad internacional.

E.U.A., Holanda y Alemania promueven los tres tipos en diferentes combinaciones y están dando gran importancia al desarrollo social, protección del ambiente, transporte, productividad, efectiva utilización de los recursos y otros aspectos del bienestar social.

## II.2. En los países en desarrollo (Para América Latina)

En el desarrollo tecnológico latinoamericano pueden distinguirse cuatro etapas, si bien cabe reconocer que no están presentes en todos los países con igual intensidad o características, de hecho, es bien conocida la ausencia de homogeneidad en América Latina, en especial si ésta se entiende, como debe de entenderse, en su sentido más amplio (incluyendo los países del Caribe). Éstas cuatro etapas son las siguientes:

- 1) La que incluiría a las civilizaciones anteriores a la conquista ibérica y que, en forma importante, estaría presente en sólo unos cuantos países.
- 2) El período que en la mayor parte de los países va de mediados del siglo XVI a comienzos del XIX, en que la mayor parte de América Latina alcanzó su independencia. Corresponde, por tanto, al período colonial y su evolución está fuertemente influida por España y Portugal y el papel que estos dos países desempeñaron en el desarrollo científico y tecnológico mundial.
- 3) El período que cubre desde los años de la independencia, con su secuela de guerras intestinas, hasta bien entrado el siglo XX en que, a la par que hubo una mayor apertura de América Latina hacia las ideas provenientes del exterior, se registró una creciente brecha entre el desenvolvimiento de su infraestructura científico-tecnológica y la de los países más avanzados.
- 4) El período que se inicia a mediados del siglo XX y más específicamente en los años sesenta, en que América Latina cobró conciencia de la importancia de la ciencia y la tecnología endógenas como elemento vital para su proceso de desarrollo y, por tanto, de

la reducción de su independencia frente a los progresos científico-tecnológicos de carácter exógeno. Este período se caracterizó por un esfuerzo más sostenido, y aún podría decirse planificado, en favor de la construcción de una infraestructura científico-tecnológica.

Sabato (1980)<sup>12</sup> señala los avances en el campo científico y tecnológico latinoamericano durante los últimos años, muchos de ellos se registraron durante los últimos veinte años. En forma resumida tales avances son los siguientes:

a) Se trabajó con intensidad en forjar una infraestructura científico-tecnológica y en crear conciencia pública sobre la importancia de la ciencia y la impostergable necesidad de su desarrollo. Esta campaña culminó éxitosamente con el establecimiento de facultades de ciencias en numerosas universidades, de institutos y centros de investigación y de consejos nacionales de investigación científica y técnica.

b) Aunque subsisten varios problemas, en lo que respecta a la tecnología, y en especial a las interrelaciones de la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica, se realizaron significativos avances tanto en lo académico, es decir, en el campo de los estudios e investigaciones de la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia, como en lo político, en el ámbito de las acciones destinadas a utilizar la ciencia y la tecnología para conseguir determinados objetivos del desarrollo económico y social.

c) Se logró reconocer la existencia de obstáculos estructurales al progreso científico-técnico. Como resultado práctico se llegó a la creación de nuevos instrumentos, centros de investigación y fondos financieros. También se desarrollaron los servicios de apoyo y se crearon órganos encargados de fomentar la ciencia y la tecnología. En especial se avanzó en la formulación de planes y políticas de ciencia y tecnología.

<sup>12</sup>"Desarrollo Tecnológico en América Latina y el Caribe"; Sabato, J; Revista de la CEPAL; núm. 10, abril 1980.

d) Se admitió que la tecnología importada es portadora de valores, de modo que junto con ella también se importan las relaciones de producción que le dieron origen y las características socioculturales del mercado al cual se destinó originalmente ese conjunto ordenado de conocimientos.

e) Se estudió con profundidad el comercio de tecnología, a partir del reconocimiento de que ésta constituye una valiosa mercancía del sistema productivo y que la parte más importante de su tráfico se realiza por la vía comercial y no mediante transferencia sin pago. Como consecuencia, se adoptaron medidas para analizar y controlar los flujos de tecnología importada (los registros de tecnología), para regular sus relaciones con la inversión extranjera (legislaciones nacionales) y para reformar la legislación sobre propiedad industrial (como Brasil y México).

f) Se comprobó que la mayor parte de la tecnología importada ha llegado por medio de la inversión extranjera directa, y se reconoció el papel creciente de las empresas transnacionales en la producción y comercialización de tecnología.

g) Se pudo comprobar que, como consecuencia del proceso de industrialización, se realiza una creciente "tecnologización" de América Latina, medida por la mayor cantidad de personas que en los distintos estratos de la sociedad han adquirido capacidades científicas o habilidades técnicas, lo que produjo un importante cambio cualitativo en la estructura del empleo. Se registran también algunos éxitos alentadores (Pemex en México; maquinaria agrícola en Argentina; máquinas herramientas en Brasil, etc.), así como avances en la desgregación del "paquete tecnológico" y una actividad creciente en cuanto a la adaptación de la tecnología importada a las condiciones locales, lo que hace que la corriente de la actividad innovadora inicie su existencia.

h) Se analizó críticamente la cooperación y la ayuda científico-técnica multilateral y bilateral y de sus organismos de ejecución. De manera correspondiente, se impulsó una nueva estrategia regional de cooperación y negociación (OEA y SELA) y subregional (Pacto Andino) o supranacional (códigos de conducta sobre transferencia de tecnología y sobre transnacionales, Nueva Ley Tipo de Propiedad Industrial, etc.). El intercambio científico-técnico entre los países de la región y con el resto del mundo aumentó de modo significativo.

i) Aumentó la capacidad propia en materia de consultoría e ingeniería, hasta alcanzar en algunos casos escala internacional en calidad y cantidad, lo que permite extender dichos servicios en abierta competencia fuera de las fronteras nacionales y aún fuera de América Latina.

j) Otros elementos importantes son los programas de formación de recursos humanos para preparar maestros y doctores capaces de realizar investigación científica y tecnológica en las instituciones especializadas y en las plantas industriales, así como de llevar a cabo labores de investigación, evaluación de tecnologías e introducción de innovaciones técnicas en el seno de las propias actividades productivas.

Varios países de América Latina han elaborado y ejecutan programas específicos de formación de recursos humanos (como Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y México), en tanto que en otros comienza a concederse una importancia creciente al tema. Otro elemento importante es el impulso que se sigue dando, en un buen número de países, a la creación de nuevos centros de investigación, en particular procurando una mayor especialización en los de investigación tecnológica, sea dándole un carácter más sectorial o más específico en términos del tipo de industrias a que se espera vayan a servir, o en términos del tipo de recursos que se prevé explotar. Un último elemento sería



el reconocimiento por los organismos financieros internacionales, de la importancia de los factores científicos-tecnológicos como una parte vital de la infraestructura económica y social de los países.

Podemos decir que en las dos últimas décadas se han dado pasos significativos hacia la endogenización de las actividades científico-tecnológicas en América Latina. Sin embargo, es importante reiterar que se tratan de pasos iniciales y que aún queda un trecho importante por recorrer.

Los problemas a los que se enfrenta el desarrollo científico y tecnológico se han examinado en diferentes escalas. Aunque en este caso como en el de los avances, las generalizaciones entrañan riesgos, es posible coincidir con los más significativos.

a) La escasa repercusión en el campo de la tecnología de los planes de desarrollo científico-técnico puestos en ejecución en distintos países y el fracaso en lograr el acoplamiento necesario entre las estructuras productivas y la infraestructura científico-tecnológica.

b) La importación de la tecnología, sea por parte de las filiales de las compañías transnacionales, por las empresas privadas o por las empresas públicas, se continúa realizando con base en sus intereses privados y sin tener en cuenta las consecuencias socio-económicas, culturales o ecológicas.

c) Muchas empresas públicas son grandes consumidores de tecnología y frecuentemente se comportan con respecto a la ciencia y la tecnología en general, y más todavía en relación con la local, en forma tanto o más regresiva que el sector privado, desmintiendo así el supuesto de que la nacionalización-estatización de una unidad productiva basta para terminar con su dependencia tecnológica.

d) La dependencia y el dualismo tecnológicos se denunciaron con vigor pero no se estudiaron con profundidad y todavía se carece de una estrategia adecuada para resolverlos.

e) La "fuga de cerebros" ha continuado y en varios países ha aumentado, fundamentalmente a causa de la persecución política y de la discriminación ideológica.

f) Los recursos económicos, materiales y humanos continúan utilizándose con muy baja eficacia. El personal calificado tampoco recibe un adecuado reconocimiento social y político.

Junto con estos problemas, por si no bastaran, existen otros de los cuales también se debe dar cuenta: el primero es que en muchos países, y en especial en los de dimensión más reducida, todavía no se ha logrado alcanzar una masa crítica mínima en términos de un número adecuado de investigadores o del esfuerzo de gasto realizado en actividades científico-tecnológicas. El segundo es el papel que desempeña el Estado. Aquí se hace referencia a dos aspectos importantes; por una parte a pesar de que explícitamente se trata de seguir una política de desarrollo tecnológico autónoma, el logro de esos objetivos se dificulta enormemente porque en otros campos de la política económica, como el gasto público, las empresas públicas, la protección frente al exterior y la imposición fiscal, el manejo de los instrumentos de política y, por tanto, la acción implícita, va directamente en contra de los objetivos explícitos. Este tipo de contradicción no es fácil de resolver, y en realidad está todavía presente en la mayor parte, por no decir que en la totalidad de los países latinoamericanos. Por otra parte, está también la cambiante prioridad que se otorga a las actividades científicas y tecnológicas, que se modifican sustancialmente tanto como resultado de los cambios en las administraciones públicas, cuando no en las condiciones económicas imperantes. Los primeros son bien conocidos y los segundos son igualmente graves y muestran, en general, que ante problemas de financiamiento

del gasto público, la baja prioridad que se sigue otorgando a las actividades científicas y tecnológicas, hace que sean de las que más rápidamente se ven afectadas por políticas de "austeridad y de "racionalización" del gasto público. Con ello no sólo las metas previstas en los planes de desarrollo científico y tecnológico dejan de alcanzarse sino, lo que es más grave, se revela una incomprensión de la importancia de mantener objetivos y actividades que por definición maduran a largo plazo, sacrificándolos a propósitos que son esencialmente de corto o, a lo más, de mediano plazo. En tercer lugar, conviene recordar que bajo el concepto de "relativa ineficiencia" de las actividades científico-tecnológicas se encuentran también problemas de carácter estructural relacionados con la organización que el sistema científico-tecnológico ha adquirido en el curso de su evolución. Uno de ellos es la gran centralización geográfica de tales actividades, junto con una enorme dispersión de los esfuerzos, por paradójico que ello parezca. Es verdaderamente descomunal el número de instituciones que sólo tienen el nombre o el "marbete" o que, más técnicamente, carecen de una masa crítica. Ciertamente, esto significa un desperdicio de recursos. Pero más grave es que con ello se presentan importantes flancos de ataque a aquellos que ven con escepticismo, cuando no con cierto desprecio los esfuerzos a favor de un desarrollo tecnológico endógeno y autónomo.

El otro problema es el de la falta de integración dentro del sistema y, en especial, la falta de armonización entre ID a nivel académico y los centros de investigación tecnológica más especializados. Entre estos dos tipos de instituciones prácticamente no existe una relación sistemática y coherente hasta el momento.

Para efectuar un análisis comparativo de la situación de América Latina frente al resto del mundo, haré uso de los datos que A. Castaños<sup>13</sup> presenta en su trabajo.

<sup>13</sup>"La Ciencia y la Tecnología en América Latina y algunos países industrializados. Una visión comparativa"; Arturo Castaños Ichazo; II Reunión Internacional de Administración en Ciencia y Tecnología; 20-22 octubre 86, Universidad de Sao Paulo Brasil.

Recursos humanos; en América Latina se determinó que hacia mediados de la década de los sesenta existían en la región alrededor de 30,000 científicos e ingenieros dedicados a ID. Esta cifra fue aumentando constantemente para llegar a poco más de 90,000 en 1980 y a cerca de los 100,000 en nuestros días. El total mundial a comienzos de la década era de 3'756,000 por lo que América Latina representaba el 2.4% (Tabla 6).

Tabla 6.- Recursos humanos en ID para América Latina, y sus relaciones.

País	Investigadores Número	Año	Número de Investigadores por cada 100, habitantes	Gasto total en ID (en millones de dólares)		% de ID en el PIB	Gasto en ID Per. cápita
				\$	Año		
Brasil	32,508	(1982)	25.62	1231	(1980)	0.47	9.28
Argentina	18,929	(1982)	64.92	683.7	(1980)	0.58	24.21
México	18,247	(1984)	23.68	841	(1985)	0.53	11.2
Cuba	11,400	(1980)	117.4	196.4	(1983)	0.72	19.82
Perú	4,858	(1980)	28.09	64.2	(1980)	0.30	3.71
Colombia	4,769	(1982)	17.71	42.9	(1982)	0.15	1.60
Venezuela	4,568	(1983)	27.86	252.6	(1980)	0.43	16.81
Chile	4,530	(1982)	39.46	98.4	(1982)	0.41	8.57
Uruguay	1,500	(1980)	51.58	12.6	(1980)	0.20	4.35
Paraguay	1,019	(1981)	31.67	4.8	(1980)	0.12	1.52

Fuente: Sagasti y Cook: "Tiempos difíciles en AL durante el decenio de 1980";  
Grade Lima, 1985 Dic. 8. Citado en: 13

La diferencia en recursos humanos dedicados a la ID entre América Latina y los países industrializados es enorme, y ello teniendo en cuenta exclusivamente el número, sin considerar el nivel ni la disponibilidad de medios para realizar investigación.

En América Latina, el 76% de los investigadores se encuentra concentrado en tres países: Argentina, Brasil y México<sup>13</sup> y tomados en conjunto, los investigadores de los tres países no alcanzan a los del  
<sup>13</sup>cita anterior.

menor de los cinco industrializados.

A pesar del esfuerzo y crecimiento en lo referente a los recursos humanos dedicados a la ID en América Latina, estamos sumamente alejados de los países industrializados, y lo que es peor, sin mayor esperanza de disminuir la brecha existente, puesto que la tasa de crecimiento anual es mayor en los industrializados.

Por otra parte la dispersión de los investigadores en las diferentes áreas del conocimiento, para América Latina es mucho mayor que la existente en los países de la OECD. En términos generales en América Latina hay investigadores en prácticamente todos los sectores existentes. No se evidencia una concentración marcada en ciertos campos. En los países industrializados, por el contrario se observa una dedicación hacia ciertas ramas, en especial las altas tecnologías, donde se ha volcado un fuerte interés en los últimos años.

Si consideramos la población total en América Latina, tenemos en promedio un investigador por cada cuatro mil habitantes, mientras que en los industrializados el promedio es de uno por cada cuatrocientos sesenta habitantes; es decir que la proporción es de uno a diez. En nuestros países los que más investigadores tienen por cada 100,000 habitantes se encuentran Cuba, Argentina, Uruguay, Chile, Costa Rica, Paraguay, Panamá, Perú, Venezuela, Brasil y México que oscilan entre 117 y 24<sup>13</sup> (la mayoría alrededor de 30).

En lo relativo a los investigadores en el sector de educación superior, es evidente que en nuestros países existe en ese sector la mayor concentración. En los países de la OECD sólo un 18% está ubicado en las universidades.

En términos absolutos los recursos financieros dedicados a la ID tuvieron en América Latina una evolución favorable desde 1965

<sup>13</sup>Cita anterior.

hasta nuestros días, hubo un incremento continuo de los fondos destinados a la ID. En aquella época se destinaban cerca de 300 millones de dólares, que llegaron a los 2,833 millones de dólares en 1980. En ese año esta última cantidad representaba apenas el 1.4% del total mundial<sup>13</sup>.

En lo relativo, un país pequeño como Suiza que tiene 8.3 millones de habitantes y un territorio de 41 mil kilómetros cuadrados gasta en ID una cantidad que equivale aproximadamente a la de todos los países latinoamericanos juntos.

Ya varias veces se ha remarcado que una sola empresa transnacional, llámese General Motors, IBM, o Ford, gasta casi lo mismo en ID que todos los países latinoamericanos juntos. (Tabla 7).

Tabla 7. Las empresas con mayores gastos en ID. (Gastos para ID en 1985).

Empresa	Millones de dólares	Empresa	Millones de dólares
General Motors	3,625	ITT	1,085
IBM	3,457	General Electric	1,069
AT & T	2,210	Eastman Kodak	976
Ford Motor	2,018	United Technologies	916
Dupont	1,144	Digital Equipment	717

Fuente: Standard & Poors's Compustat Services Inc.

Cita: "Now, R & D is corporate America's answer to Japan Inc." John P. Morano Jr.; Business Week; June 1986. (14)

Si continuamos con el análisis de los gastos en ID, éstos representan para nuestros países un porcentaje de 0.6% y aún menos del PIB. Sólo Cuba llega a un 0.72%; Brasil, México y Argentina están entre 0.4 y 0.6% y varios países llegan apenas al 0.2% y aún menos (Uruguay y Bolivia), Tabla 8.

Tabla 8. Índices del gasto en ID para América Latina.

País	Gasto por investigador (en dólares)	Investigadores por patente nacional solicitada.	Gasto en ID per cápita	Gasto por patente nal. solicitada
Brasil	37,873	8.54	10.3	323,435
Argentina	36,119	12.54	24.4	452,932
México	46,089	25.91	11.68	1'194,165
Cuba	17,228	126.60	19.64	2'181,064
Perú	13,221	47.60	3.56	629,319
Colombia	8,869	105.90	1.56	939,227
Venezuela	55,297	23.50	16.8	1'299,479
Chile	21,721	32.35	8.2	702,674
Uruguay	8,400	4.43	4.2	37,212
Paraguay	4,710	--	1.3	--

Fuente: Cita anterior (13).

El gasto per cápita, es decir, aquél que toma en cuenta la totalidad de la población, llega a valores de 24 dólares por habitante en Argentina, Cuba con 20, Venezuela 17, México 11, Brasil 9, Chile 8, Uruguay 4, Perú 4, Panamá 3 y Costa Rica 2. En los países de la OECD, el % de PIB dedicado a ID es indudablemente mucho mayor al de nuestros países<sup>13</sup>. Si tomamos en cuenta que el PIB de estos países es mucho más alto que el de los de América Latina, veremos que las diferencias se hacen mucho más marcadas. Es obvio que nuestra inversión en ID está muy alejada de la de los países industrializados y que aún no se llega a lo que podríamos considerar umbrales mínimos.

En los países subdesarrollados el gobierno es el que tiene la mayor participación en el gasto de ID, la iniciativa privada en el mejor de los casos es minoritaria y en la mayoría de los países tiene una participación marginal. Esta situación no parece mostrar evidencias de cambio alguno.

<sup>13</sup>Cita anterior.

Esta diferente participación y distribución de los gastos es preocupante, es clásico solicitar del Estado un mayor interés por la Ciencia y la Tecnología, interés que debería manifestarse en la asignación de un mayor presupuesto, pero es el sector productivo el que debería estar más interesado, sin embargo es el que menos contribuye. Normalmente en todos los países latinoamericanos las empresas pequeñas y medianas son las más numerosas, las que generan mayor cantidad de empleos y las que cotidianamente solicitan y exigen mayor atención de los gobiernos, a pesar de contribuir en términos de productividad menos que las empresas grandes (para México, "el 99% de los establecimientos registrados son micro, pequeñas y medianas, las cuales aportan el 41% del valor total de producción, generan el 55% del empleo..")<sup>15</sup>. Estas pequeñas y medianas empresas, que deberían ser las más interesadas en los asuntos tecnológicos, son evidentemente las menos. No aportan ni realizan actividades tendientes a solucionar los problemas tecnológicos. Su solución es vía adquisición. Por otro lado las empresas grandes, en muchos casos transnacionales, no tienen mayor interés en solucionar los problemas tecnológicos en forma endógena, y por lo tanto tampoco invierten ni realizan actividades sustantivas para ID.

Para las áreas de actividad no existen los mismos criterios de clasificación en los países de la OECD que en los latinoamericanos. La información recabada acerca de estos últimos indican que en la mayoría de los países entre un 30 y 35% del esfuerzo en ID está ubicado en Ciencias Exactas y Naturales<sup>8</sup>. Los otros grupos considerados, Ciencias Agropecuarias, de la Ingeniería y Salud juntos alcanzan una media de 45%. El 30% restante corresponde a Ciencias Sociales.

A medida que los países tienen un menor grado de industrialización, la investigación básica aumenta.

<sup>15</sup>Programa para el Desarrollo Integral de la Industria Mediana y Pequeña. SECOFI.

<sup>8</sup>Cita anterior.



En América Latina no se tiene mayor información respecto a la distribución en lo relacionado con investigación básica, aplicada y desarrollo experimental. Sin embargo, parece ser evidente que en todos los países la investigación básica recibe un fuerte apoyo aunque en los últimos años la investigación aplicada se ha incrementado, también es evidente que la IDE es la que recibe menor apoyo, y el cuadro es inverso a lo que sucede en los países industrializados.

Otro problema en nuestros países, es la falta de equipos modernos para realizar investigación. Es de suponer que cuanto más subdesarrollado es el país, la renovación y mantenimiento de los equipos es más esporádica. Naturalmente una buena parte de la investigación necesita, además, de personal calificado y de equipos de laboratorio como herramientas fundamentales. Si esto no se dá, los resultados no pueden ser óptimos. Este problema sólo puede ser solucionado con una fuerte inversión, misma que dadas las condiciones de crisis por las que se atraviesa, es muy difícil de lograr.

América Latina es una región donde predomina ampliamente la importación de tecnología. Sólo Argentina, Brasil y México exportan tecnología, pero su balance tecnológico es netamente negativo.

En América Latina hay muy poca inversión en ID militar. Existen fuertes inversiones en la compra de armamento destinado a defensa, pero sólo Brasil tiene como rubro importante la exportación de armas que ellos producen. En muchos países centro y sudamericanos uno de los rubros más elevados del presupuesto nacional está destinado a lo que se designa genéricamente como defensa.

Lo que sucede en ciencia y tecnología, desde ahora hasta fin de siglo, condicionará fuertemente las posibilidades de desarrollo económico y social de América Latina en la primera mitad del siglo XXI. Pese a los grandes esfuerzos realizados durante el decenio de transición de los setenta, aún queda mucho por hacer, las inversiones en

ciencia y tecnología todavía representan sólo el 1% del total mundial, la participación regional en el número de científicos y técnicos dedicados a investigación y desarrollo permanece alrededor del 2%. En comparación, la región cuenta con aproximadamente 8% de la población mundial y es responsable de aproximadamente el 5% del producto bruto mundial. Esto indica que (como dijo la reina en Alicia en el mundo de las maravillas, de Lewis Carroll), es necesario correr lo más rápido posible para permanecer en el mismo lugar, y al doble de lo posible para adelantar algo.

Todos los países de la región están llegando a una encrucijada en el decenio de los ochentas, si bien ésta se manifestará de distintas formas para cada uno de ellos. En términos generales, las opciones son distintas para los países grandes, medianos y pequeños de la región. Para Brasil y México las opciones son mantener e incrementar las tasas de crecimiento de las inversiones en ciencia y tecnología y en formación de científicos e ingenieros, una disminución de la tasa de crecimiento de la capacidad científica y tecnológica redundará en una pérdida de dinamismo que, ante los avances mundiales, los haría perder terreno en forma significativa y alejaría las posibilidades de acercarse a las fronteras del conocimiento en los campos elegidos. Argentina es un caso aparte debido a la inestabilidad política y económica que ha venido experimentando, no permite adelantar juicios sobre sus perspectivas.

Para los países medianos de la zona andina, la situación es distinta. Venezuela constituye una excepción parcial, ya que sus opciones, particularmente en lo financiero, tienen algo en común con las de Brasil y México. Los países andinos confrontan la alternativa de dar un gran salto en cuanto a la formación de personal y la asignación de recursos financieros para llegar al siglo XXI con una posición desde la cual pueden beneficiarse de los avances científicos, tecnológicos y productivos en la primera mitad del siglo XXI, o mantenerse como hasta ahora, lo que limitaría drásticamente las oportunidades y los ubicaría en una posición subsidiaria por muy largo tiempo.

Más aún, la cooperación científica y tecnológica es un imperativo para los países andinos, ya que ninguno puede establecer una comunidad científica y tecnológica viable en forma independiente.

Para la mayoría de los países pequeños de Centroamérica, Sudamérica y el Caribe, las opciones son más duras y simples a la vez: continuar invirtiendo escasos recursos en ciencia y tecnología, lo que hace imposible de ejercer un mínimo de autonomía en este campo o elegir algunas áreas específicas para concentrar esfuerzos, aumentar significativamente la asignación de recursos, e intensificar la cooperación científica y tecnológica.

Entre los factores que influirían en las perspectivas de la ciencia y la tecnología latinoamericanas, se refiere al contexto socioeconómico, tanto en el ámbito internacional como en los países que conforman la región. En el plano internacional, particularmente en las economías de los países industrializados, se anticipa un largo período de bajo crecimiento, de "ajuste estructural" asociado con el cambio de la composición del producto, de alta inflación y de desempleo persistente. Un informe de la OECD<sup>16</sup> plantea que:

"Es aparente que las condiciones de crecimiento en los países de la OECD han sido modificadas de manera tan profunda como para hacer poco probable, al menos en el corto y mediano plazo, que las tasas de crecimiento sean más moderadas... Después de treinta años de un desarrollo rápido y sin precedentes, en el que el crecimiento sostenido tuvo lugar a la par con el pleno empleo, se tiene ahora incertidumbre no sólo con referencia a la tasa de crecimiento que puede lograrse, sino también sobre la capacidad de los instrumentos de política convencionales para reducir inflación y desempleo al mismo tiempo".

Se anticipa que esta situación persistirá durante el decenio de los ochenta y principios de los noventa y algunas explicaciones

<sup>16</sup>OECD, Technical Change and Economic Policy; Paris 1980.

la vinculan a un período de baja (downswing) en el marco de los ciclos de largo plazo de Kondratiev<sup>17</sup>. En todo caso, no se espera una rápida recuperación de las tasas de crecimiento en los países industrializados y el cambio de sistemas tecnológicos que tiene lugar en forma simultánea permitiría a los países en desarrollo más avanzados, particularmente en América Latina y Asia, alcanzar a los tecnológicamente más maduros. Esto requeriría un esfuerzo importante y continuo para aumentar la capacidad de generar tecnología y promover la innovación. Asimismo, las oportunidades que podría presentar el despliegue industrial (que anticipa el desplazamiento de algunas industrias intensivas en mano de obra, transformadoras de materias primas, intensivas en energía y contaminantes del ambiente) podrían ser aprovechadas por los países de América Latina de manera efectiva, siempre y cuando se tomen medidas de política y los controles necesarios. Por otra parte, algunos avances en microelectrónica y automatización, que transforman actividades intensivas en mano de obra en intensivas en capital (p. e. automatización) podrían erosionar las oportunidades de los países latinoamericanos más rápido de lo que estos podrían aprovecharse de ellas.

Considerando su posición intermedia entre los países de Europa, Estados Unidos y Japón por un lado, y los países de África y la mayoría de Asia, por otro, América Latina podría desempeñar un papel significativo en el escenario científico y tecnológico mundial durante la primera mitad del próximo siglo. Más aún, tomada como conjunto, la región dispone de recursos humanos y naturales, energía, alimentos, mercados y aún de capital para satisfacer sus necesidades y afianzar un proceso de desarrollo endógeno. Esto se ve reforzado por una homogeneidad cultural relativamente alta, sobre todo en comparación con otras regiones del mundo en desarrollo.

Como resultado de los esfuerzos de los últimos 25 años, y particularmente en el decenio de los sesentas, la región cuenta con

<sup>17</sup>"Stalemate in Technology"; G. Mensch, Ballinger, Cambridge, Mass. 1979.

"Unemployment and Technical Innovation"; C. Freeman, J. Clark y L. Soete; Frances Pinter, Londres, 1982.

una capacidad científica y tecnológica susceptible de expandirse con rapidez y de orientarse hacia la plena realización de las posibilidades de desarrollo que se ofrecen a la región. Una de las condiciones necesarias para que estas posibilidades se conviertan en realidad, es la formulación de una estrategia regional científica y tecnológica real que vaya más allá de las meras declaraciones.

Esta estrategia debería identificar opciones, señalar limitaciones, sugerir líneas de acción, estimar los recursos requeridos y aproximarse al cálculo de costos y beneficios, planteando un marco de referencia para la acción nacional y considerando a la cooperación científica y tecnológica como componente esencial y explícito de la estrategia.

Por último es necesario tomar conciencia que, al finalizar el siglo XX, ningún proceso de desarrollo autónomo será viable si no se cuenta con una capacidad científica y tecnológica endógena en áreas críticas para el país y que, al mismo tiempo, no se podrá establecer esta capacidad a menos que se produzcan profundas transformaciones socioeconómicas y políticas en la región. Entre muchos otros aspectos, esto implica abandonar tanto el liberalismo dogmático como el centralismo burocrático, asociados ambos con regímenes autoritarios. Requiere, además, del ejercicio de la imaginación y el ingenio, sostenido por el rigor científico y el sentido práctico.

Al pensar en el futuro de la ciencia y la tecnología en la región, viene a la mente lo que Simón Rodríguez escribiera hace siglo y medio:

"¿Dónde iremos a buscar modelos? La América Española es original. Originales han de ser sus instituciones y su gobierno. Y originales sus medios de fundar unas y otros. O inventamos o erramos."<sup>18</sup>

<sup>18</sup>"Ciencia y Tecnología en América Latina, Balance y Perspectivas"; F. R. Sagasti, F. Chaparro, C. E. Paredes, H. Jarabillo; Comercio Exterior, vol. 34, núm. 12, Méx. Dic. 1984

## Resumen

Uno de los grandes problemas mundiales es la distribución del ingreso mundial; aproximadamente el 71% de éste se encuentra distribuido en un 20% de la población mundial, el resto del ingreso mundial (29%) se reparte en el 80% restante de la población mundial.

Los países en desarrollo en el período 80-83 incrementaron su PIB (en promedio) 2.3% anual, pero en el mismo período su población se incrementó de tal manera que su PIB per cápita aumentó en 1.1% anual; mientras que en los países industrializados la tasa promedio de crecimiento económico fue de 1.4% y su PIB per cápita se incrementó en 0.4% anual. Estas tasas referidas a sus bases respectivas, nos dicen que en los países ricos se puede incrementar el PIB per cápita en \$ 137.00 dólares cada dos años, cantidad que supera al PIB per cápita de algunos países en desarrollo. De esta forma la brecha entre ricos y pobres se agiganta.

Los habitantes de los países en desarrollo enfrentan la elección de diferentes caminos hacia el desarrollo y entre las opciones encontramos la aplicación de la ciencia y la tecnología, es conveniente recordar que el desarrollo implica mucho más que tan sólo el crecimiento material. Mas la ciencia y la tecnología no pueden contribuir por sí solas, si no existen las condiciones y la organización para aprovecharlas, así como la voluntad para avanzar económicamente.

Es una ilusión creer que la ciencia y la tecnología por sí mismas puedan resolver todos nuestros problemas. Pues, pese a sus grandes potenciales, puede abusarse de ellas; pueden destruir la naturaleza y pueden ser transformadas en un poderoso instrumento de dominación sobre las personas y comunidades enteras a favor de grupos y países

privilegiados.

La ciencia y la tecnología sólo constituyen un factor de cambio, el que debe de integrarse en un plan global de desarrollo económico y social.

La superación del desarrollo resultará de la acción simultánea de diferentes medidas y cualquiera que sea el camino elegido, el acceso a una sociedad moderna supone necesariamente la participación activa de la investigación científico-tecnológica.

El crecimiento tecnológico contribuirá al progreso humano sólo si se le vincula con las verdaderas necesidades de la gente común y corriente, y si éste requerimiento ha de satisfacerse en el mundo actual, es esencial que cada país desarrolle su propia creatividad y no solamente adopte los patrones de desarrollo industrial extranjeros. La tecnología importada y el desarrollo de tecnología endógena no son políticas alternativas, sino más bien son elementos que se deben de complementar.

El desarrollo de tecnologías implica, entre otros insumos, la existencia de un apoyo financiero fuerte y sostenido, así como la disponibilidad de recursos humanos calificados. Los beneficios del cambio técnico se logran a expensas de grandes inversiones en educación y entrenamiento, en investigación y desarrollo experimental (IDE), así como en equipo de capital que incorpore los resultados de la IDE.

En términos económicos, el gasto en IDE no es más que un gasto fijo mientras no se exploten comercialmente los resultados a través de la innovación, y por lo mismo se le debe considerar como una inversión. Además la IDE representa usualmente una pequeña proporción del costo total de una innovación exitosa.

En los países desarrollados, las políticas establecidas para el desarrollo de la tecnología se agrupan en tres tipos:

I.- Medidas específicas, establecimiento de instituciones de investigación y gestión tecnológica, medidas de financiamiento, etc.

II.- Medidas no específicas, apoyos fiscales, de información, etc.

III.- Desarrollo de estrategias, reunidas en programas globales.

En los países industrializados, en las últimas décadas, el incremento en la productividad, ha sido en su mayor parte, debido al uso de la ciencia y la tecnología, antes que a incrementos en el capital físico.

La situación en América Latina (A.L.) es, en términos generales, diferente a la que priva en los países industrializados. En A.L., el 76% de los investigadores se encuentra concentrado en tres países: Argentina, Brasil y México y el total de los investigadores en estos tres países no alcanzan a los del menor de los cinco industrializados (Reino Unido). Y estos investigadores no tienen ningún campo específico en ID, hacia donde se concentren en mayor número, lo cual no sucede en los países industrializados donde el esfuerzo en ID se inclina hacia las ciencias Agropecuarias, de la Ingeniería y la Salud.

En A.L. el gasto en ID es del orden del 0.20-0.72% del PIB, lo cual en promedio nos da un gasto per cápita de 2-24 dólares, lo cual pone de manifiesto que la inversión en ID está muy alejada de lo que podríamos considerar umbrales mínimos.

En A.L. la pequeña y mediana empresa son las más numerosas y las que generan una mayor cantidad de empleos a pesar de contribuir, en términos generales de productividad, menos que las empresas grandes



y éstas empresas, que deberían ser las más interesadas en los asuntos tecnológicos, son evidentemente las menos pues no aportan ni realizan actividades tendientes a solucionar los problemas tecnológicos.

Sin embargo, la situación para A.L. no es del todo desfavorable ya que los pasos iniciales, dados en las dos últimas décadas, para la engendreción de las actividades científico-tecnológicas, la han colocado en una posición de relativa ventaja y en el redespigue industrial mundial se podría desempeñar un papel significativo en el escenario científico y tecnológico durante la primera mitad del próximo siglo. Siempre y cuando se tomen las medidas políticas pertinentes y se hagan los cambios necesarios.

## Bibliografía Capitular

- Informe Anual Banco Mundial; 1984.  
Banco Mundial Washington, D. C.
- Bases for Science and Technology Promotion in Developing Countries.  
Hyung Sup Choi  
Asian Productivity Organization, 1983.
- Ciencia y Tecnología en los Países en Desarrollo.  
Graham Jones.  
F.C.E. 1973.
- OECD, Science and Technology Indicators.  
No. 2 Research and Development, Invention and Competitiveness.  
OECD Paris, 1986.
- Lecturas No. 31  
"El cambio técnico y la función de producción agregada"  
R. Solow  
F.C.E.
- Programa para el desarrollo integral de la industria mediana y pequeña.  
SECOFI, noviembre 1984.
- OECD, Technical Change and Economic Policy.  
OECD Paris, 1980.
- Unemployment and technical innovation.  
C. Freeman, J. Clark y L. Soete.  
Frances Pinter, Londres, 1982.

- La teoría económica de la innovación industrial.  
Christopher Freeman.  
Alianza, Editorial, S. A., 1975.
- "El desarrollo tecnológico, sus relaciones con la evolución de América Latina".  
Gerardo M. Bueno.  
Comercio Exterior, vol. 31, núm. 5, México, mayo de 1981, p.p. 514-525
- Tiempos difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina durante el decenio de 1980.  
Sagasti Francisco y Cook Cecilia.  
Grade Lima, Dic. 1985.
- Investigación Científico Tecnológica y Metalurgia.  
Jorge A. Sabato.  
Mimeografiado.
- How the costs of technological innovation are distributed over time.  
R. Horeh, J. Y. Kamin.  
Research Management, March-April, 1983.
- Desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe.  
Sabato J.  
Revista de la Cepal, núm. 10, abril 1980.
- La ciencia y la tecnología en América Latina y algunos países industrializados. Una visión comparativa.  
Arturo Castaños Ichazo.  
II Reunión Internacional de Administración en Ciencia y Tecnología.
- Now, R & D is corporate America's answer to japan inc.  
John P. Morano Jr.  
Business Week, june 1986.

**- Ciencia y Tecnología en América Latina, Balance y perspectivas.**

**F. R. Sagasti, F. Chaparro, C. E. Paredes, H. Jaramillo.**

**Comercio Exterior, vol. 34, núm. 12, México, diciembre 1984.**

### III. EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES Y LAS INSTITUCIONES DE INVESTIGACION

Dada la escasez de científicos, tecnólogos, ingenieros y técnicos calificados, que constituye uno de los más importantes factores limitantes de la aplicación efectiva de la ciencia y la tecnología en los PMD, las universidades y otras instituciones de educación superior pueden desempeñar un papel decisivo en el desarrollo.

Además del personal calificado para la industria, la agricultura y la administración, se requiere personal técnico adicional para ampliar las universidades de manera que éstas puedan satisfacer las demandas futuras, y se requieren profesores de ciencias en las escuelas primarias y secundarias que promuevan una conciencia más general de la ciencia en la comunidad.

Aparte de una contribución directa a la educación, incluyendo el empleo de tecnologías modernas de educación, las universidades pueden desempeñar un papel importante ayudando a crear un clima social favorable para el desarrollo.

La mayoría de las universidades en los PMD, han tendido a promover una élite exclusiva, sin contacto con el pueblo y las necesidades nacionales.

En algunos países las universidades se han preocupado justamente por el mantenimiento de su autonomía frente a las amenazas de interferencia política, pero la libertad académica y la autonomía universitaria no necesitan impedir una participación activa en el desarrollo nacional.

No es probable que la educación superior produzca todos sus beneficios para un país si el contenido, el énfasis y el equilibrio entre diferentes campos de estudio no se adaptan a la cultura local y al ambiente económico del país.

Entre el personal académico, generalmente se reconoce la importancia de la ciencia como disciplina intelectual y como actividad cultural, pero a menudo se ignora su valor como una fuente de riqueza material para el país.

A un científico se le juzga con base a su trabajo publicado. En tales circunstancias, el personal dedicado a la investigación, a menudo en un relativo aislamiento local, tiende a seguir los dictados y las modas de la comunidad científica mundial, que son en forma preponderante los del mundo desarrollado.

Por esta razón, el trabajo de investigación está frecuentemente más vinculado a los problemas del mundo desarrollado que a las necesidades locales.

El adiestramiento en el extranjero puede no hacer otra cosa que exacerbar estas tendencias.

En los PMD las grandes cargas de la enseñanza y la administración y la necesidad de aumentar los ingresos con trabajos externos, hacen que para muchos profesores sea casi imposible la investigación o aún el contacto con ella.

Los maestros pierden lentamente su contacto con los progresos de su campo, las facultades tienden a volverse tradicionales, fragmentadas en estrechas disciplinas y pierden rápidamente todo espíritu creador que les quede.

Se necesitan fuertes lazos con las organizaciones de investigación, con la industria y la agricultura, y los científicos deben de ser estimulados para que participen en programas de investigación conjunta.

Las universidades pueden fortalecer la confianza de la comunidad industrial y comercial proporcionando servicios útiles, tales como las pruebas de normas, y mediante la investigación por contrato, aunque esto puede significar algunas restricciones. Tales contratos con los futuros empleadores, complementados con una relación constante con los egresados, pueden ayudar a las universidades a adaptar mejor sus programas de estudio para tomar en cuenta el hecho de que la mayoría de los científicos y tecnólogos preparados se emplearían con mayor utilidad en la agricultura, los servicios de extensión, la producción y la administración, que en la investigación.

Cualquiera que sea el sistema económico, los administradores y empresarios desempeñan un papel vital en la utilización óptima de los recursos nacionales. El adiestramiento en este campo puede llegar a considerables mejoras en la eficiencia de la actuación, pero ésta es un área a menudo ignorada.

Es posible que las técnicas de administración moderna utilizadas en los países industrializados deben ser modificadas para adaptarse a las circunstancias sociales y culturales específicas de un PMD y las universidades puedan hacer una contribución significativa en este sentido.

Las principales funciones de investigación en un país en desarrollo, en cuanto lo permitan los recursos locales, deberán ser:

- 1.- Ayudar a seleccionar y adaptar los conocimientos científicos y tecnológicos existentes para la satisfacción de necesidades nacionales específicas.

2.- Mantener contacto con las innovaciones que se desarrollen en otras partes y que puedan tener importancia local.

3.- Aumentar los conocimientos existentes en campos de importancia potencial, con énfasis particular en las áreas que por varias razones, no se estudian o no se pueden estudiar en otras partes, como sucede con los recursos naturales no renovables o los problemas sociales locales.

4.- En la medida de lo posible, dentro de los límites de lo anterior, servir como actividad (necesaria) en el adiestramiento del personal científico, técnico y de sus maestros.

Se ha indicado también que en la estructura de producción y el ambiente económico actual, no es probable que la industria de los PMD aporte una gran contribución directa a la IDE, a pesar de que la experiencia pone en manifiesto la importancia de la existencia de lazos estrechos entre la investigación y la industria para una aplicación efectiva.

La mayoría de los PMD han establecido instituciones de investigación total o parcialmente financiados por el gobierno, en los cuales frecuentemente se contribuye poco al desarrollo nacional, y a menudo se ocupan en trabajos más bien referidos a los problemas e intereses de los países desarrollados.

A través de sus organizaciones de política científica, los gobiernos pueden asegurar que se confiera la debida prioridad en la asignación de los limitados recursos humanos y financieros a los programas de investigación relacionados con las necesidades económicas y sociales.

Los PMD no pueden hacer más que un pequeño esfuerzo de investigación alejada de las necesidades prácticas de la comunidad.



Aún en países como en el Reino Unido, la ciencia básica sólo representa cerca del 10% del presupuesto total de IDE, o sea que no equivale a más del 0.3% del PNB. (Gráfica 9).

Esto plantea el difícil problema de las actividades de los científicos, algunos de los cuales tienden a exagerar la importancia a corto plazo de la investigación fundamental y prefieren no ocuparse de los problemas prácticos de la industria y la agricultura.

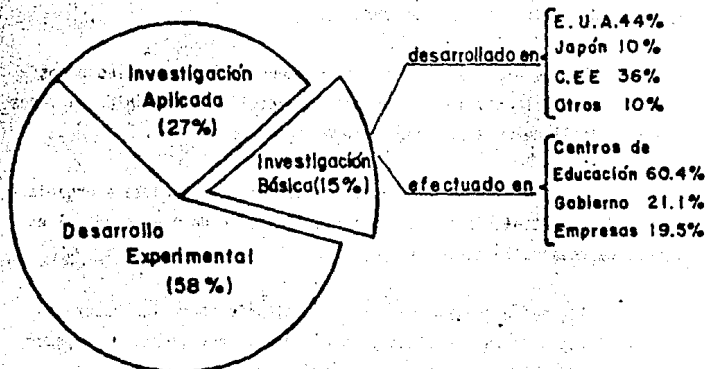
El cambio de estas actitudes requerirá de tiempo y esfuerzo, pero el proceso puede ser estimulado alentando los lazos de interconexión entre las universidades, los institutos de investigación, la industria, la agricultura y la administración pública.

Los factores más importantes en la utilización efectiva de la investigación son los usuarios potenciales y las instituciones que aportan la investigación y lo decisivo es la capacidad de los usuarios potenciales para apreciar y utilizar efectivamente la tecnología aplicable que la investigación vuelve disponible.

Igualmente decisivas son la planeación, organización y administración de la investigación en las instituciones de investigación, su desarrollo y venta.

En abierta oposición a las anteriores opiniones, se ha sostenido que, en la etapa actual de su desarrollo, los PMD debieran estimular la mejor calidad de investigación posible, independientemente de su relativa aplicabilidad.

Ya que es prematura la selección de tópicos de investigación de acuerdo con su rendimiento económico, y que los científicos de primera clase debieran ser libres de seguir sus propios intereses, para darle status internacional, y por lo tanto nacional, al esfuerzo científico y tecnológico, para establecer patrones de excelencia, y para



Centros de educación superior		Gobierno		Empresas	
EUA	44 %	EUA	34 %	EUA	46 %
Japón	8 %	Japón	7 %	Japón	19 %
CEE	37 %	CEE	45 %	CEE	31 %
Otros	11 %	Otros	14 %	Otros	4 %

Gráfica 9-- La investigación básica y sus relaciones con la investigación y desarrollo; para los países del área de la OECD, 1981

Fuente: Banco de datos OECD/STHU, Noviembre 1985  
Citado en (7)

ayudar a disminuir la "fuga de cerebros".

Es posible que éste sea un argumento válido para los pocos científicos brillantes que tienen una inclinación muy definida, a menos que ello implique un equipo muy caro de "ciencia grande".

La mayoría de los científicos debieran integrarse a organizaciones de investigación con una orientación definida que se una al esfuerzo de desarrollo nacional.

Algunas organizaciones de investigación han sido descritas como instituciones burocráticas y autoritarias, que tienden a repetir trabajos mediocres más o menos estereotipados.

Los factores que estimulan o desalientan la productividad creativa entre los científicos y los ingenieros merecen estudio cuidadoso.

Una consideración importante en la organización de la investigación es la del tamaño mínimo para el trabajo efectivo.

Muchos laboratorios de investigación son pequeños, mal equipados y carentes de fondos, de modo que no puede esperarse de ellos una contribución útil.

El trabajo efectivo en problemas importantes requiere de una gran variedad de habilidades y cada vez más de un enfoque interdisciplinario.

Pocos científicos pueden trabajar solos; en general se benefician del estímulo de los contactos estrechos con sus colegas.

Un apoyo técnico adecuado constituye también un elemento importante de la productividad de la investigación y las piezas de equipo

caras pueden ser esenciales.

Es probable que el factor más significativo de la calidad y el valor del trabajo sea la experiencia del director de investigación o jefe del equipo. Los directores experimentados son muy raros en las primeras etapas de un país subdesarrollado.

Todos estos aspectos indican la importancia de un tamaño mínimo crítico del esfuerzo de investigación. Todavía no existe una base general para determinar este tamaño mínimo, que por supuesto se relaciona con el ambiente general y el tipo de problemas que deban atacarse.

En los primeros diez años no se pueden esperar muchos resultados útiles de gran importancia: las organizaciones de investigación requieren tareas de largo plazo.

En un campo más estrecho, más especializado, sería viable un esfuerzo de IDE menor, pero debe evitarse la fragmentación excesiva.

Un pequeño grupo de cinco investigadores, con su equipo técnico de apoyo apropiado y gastos de investigación, costaría alrededor de 1'200,000 dólares por año, en los países desarrollados.

Con sus recursos limitados de administración de la investigación, de equipo técnico calificado y de financiamiento, la mayoría de los PMD sólo pueden tener un número muy limitado de centros de investigación multidisciplinaria.

En consecuencia, es vital considerar cuidadosamente las áreas donde pueden hacer la mayor contribución.

Pero el producto de la investigación regional tendrá escaso valor si en cada país no existe alguna base que pueda recibir y utilizar

los resultados.

Así pues, lo que más importa es que cada país desarrolle su potencial científico propio, si es necesario con la ayuda de programas de asistencia técnica.

Fuertes lazos bilaterales entre las instituciones de investigación, las universidades de los PMD y los países desarrollados, pueden resultar igualmente útiles cuando existe un genuino interés mutuo.

Es importante hacer notar que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de México, ha crecido en el número y calidad de las instituciones que lo forman a ritmo incluso superior al propio progreso del país. A dicho progreso contribuye continuamente tanto con investigaciones básicas y tecnológicas como en el análisis y solución de los problemas de ingeniería o desarrollo de equipos para la planta productiva industrial y sobre todo en la formación del personal técnico especializado que, ahora más que nunca, exige el México moderno. Es verdad que no todas las especialidades de la ciencia se han podido cultivar con igual intensidad, pero existen paralelamente un gran número de pequeñas innovaciones o aún importantes inventos mexicanos que acaso no se difunden porque todavía prevalece el llamado "secreto industrial" o porque el mercado aún no alcanza el volumen crítico para absorberlos sistemáticamente. Es verdad, asimismo, que todavía subsiste la costumbre de publicar los descubrimientos más importantes en un lenguaje científico o de colocarlos en los mercados del exterior, que ofrece mayores ventajas económicas a los técnicos creativos o de gran imaginación. O, lo que es todavía más sensible, la costumbre (o necesidad) de los empresarios de comprar "por paquete" en el exterior las tecnologías (know-how), el apoyo financiero, los sistemas de gestión y aún los mercados para los productos que pretenden introducir.

Esta necesidad tenderá a disminuir, baste tan sólo la enumeración de los centros e instituciones que generan continuamente aporta-

ciones a la ciencia o innovaciones a la tecnología para comprender el grado de avance científico a que ha llegado el país.

Existen centros bien identificados, algunos (los de las grandes universidades o institutos técnicos) con numerosas áreas de investigación, otros (como las instituciones especializadas o las firmas de ingeniería) que se concentran en problemas concretos o en equipamiento de alta tecnología. La Dirección del Inventario del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología del Consejo ha elaborado un "Directorio Nacional de Instituciones que realizan Investigación y Desarrollo Experimental", que comprende en la actualidad más de 750 instituciones.

## Resumen

Las universidades y las instituciones de investigación deberán desempeñar un importante papel en el desarrollo y no solamente con la mera contribución de la educación y el entrenamiento técnico, sino también como promotores de una conciencia hacia el cambio técnico y de un clima social favorable al desarrollo.

En los países en desarrollo es necesario promover una fuerte vinculación entre los organismos de investigación y la industria, la agricultura y en general con los entes productores. Para lo cual los científicos deben de ser estimulados para que participen en programas de investigación conjunta.

En el campo de la administración, las universidades pueden hacer una contribución significativa al modificar y adaptar técnicas modernas de administración de las que normalmente se usan en los países industrializados.

En la mayoría de los países en desarrollo se han establecido instituciones de investigación que son financiadas en forma total o parcial por el gobierno, y en las cuales poco se hace por el desarrollo nacional. En otras instituciones no se llega a una masa crítica ya sea de investigadores o de equipo, de modo que no puede esperarse de éstos una contribución significativa.

Los factores más importantes en la utilización efectiva de la investigación, son los usuarios potenciales y las instituciones que aportan la investigación. Lo decisivo es la capacidad de los usuarios potenciales para apreciar y utilizar efectivamente la tecnología que la investigación vuelve disponible.

En nuestro país aunque todavía queda mucho por hacer, ya existen institutos bien identificados por su excelencia en la investigación, algunos de los cuales son: Instituto de Ingeniería, UNAM; Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, IPN; Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Instituto Nacional de Cardiología; Instituto de Investigaciones Eléctricas; Instituto Mexicano del Petróleo, etc. Sin embargo es necesario promover una vinculación real y permanente entre los institutos de investigación y la parte productiva. Para ello es necesario que los investigadores acepten aplicar sus esfuerzos a problemas de la producción y los empresarios otorguen su confianza al sistema nacional de investigación.



### Bibliografía Capitular

- Ciencia y Tecnología en los países en desarrollo.  
Graham Jones.  
Fondo de Cultura Económica, 1982.
- La transformación del mundo.  
Vol. 1 Ciencia y Tecnología.  
M. Pecujlic, A. Abdel-Maleck, G. Blue.  
Editorial Siglo XXI, S. A., 1982.
- Catálogo de Centros e Institutos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico en México, 1984.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984.
- Estudio de la Estructura del Sistema Científico Mexicano.  
Serie Estudios 1.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984.

#### IV. ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA

Por las circunstancias históricas y económicas en que se ha desarrollado la industria en los países en desarrollo, la tecnología ha sido considerada como una variable exógena a la competitividad de las empresas. Hasta hace poco no se había puesto en evidencia la importancia del papel que desempeña la tecnología dentro de las estructuras productivas, y como respuesta han surgido varios términos que intentan enfatizar metodologías que ejerzan control sobre las diversas facetas que componen la tecnología en una empresa.

Los términos más frecuentemente son: administración de tecnología (technology management), tecnología compartida (shared technology), gestión tecnológica. El común denominador que se observa en el análisis de los conceptos que abarcan estos términos es la importancia que se atribuye al enfoque global de los problemas bajo vinculación de los aspectos relativos al producto, investigación científica, mercado, proceso, investigación tecnológica, comercialización, etc.

Aun cuando vivimos en una época en que la dinámica de cambios tecnológicos es más acelerada que nunca antes en la historia, la evolución de los cambios tecnológicos está condicionada a los medios y recursos.

La administración de tecnología para cada empresa es diferente pero la función principal es tener los medios para definir parámetros y dimensiones tecnológicas de sus productos y procesos, medidos con respecto a lo que representarían las posiciones ideales en el tiempo frente a la competencia. Como ejemplo de dimensiones tecnológicas de un producto están las propiedades físicas y químicas, confiabilidad, multiplicidad de usos, cantidad de insumos al utilizario y las

dimensiones de un proceso podrían ser velocidad de producción, eficiencia, estabilidad, insumos energéticos y productividad.

En las empresas la administración de tecnología es frecuentemente relegada a segundo nivel de importancia porque sus efectos son a largo plazo, y en las estructuras productivas, por falta de planeación, generalmente se le da primacía a lo urgente que está representado por el mercado y la producción.

Para adentrarse en el dimensionamiento de problemas tecnológicos es necesario contar con un lenguaje tecnológico que tenga un nivel de abstracción mayor que el de ingeniería. Para llegar a este nivel es necesario haber pasado por una escala de abstracciones en relaciones que más o menos pudiera ser la siguiente: industrialización-economía nacional, unidades productivas-economía de la corporación, la fábrica-costos, productos-mercado, producto-tecnología-mercado, proceso-equipo-producto, producto-dimensión tecnológica. La concepción del mundo tecnológico tiene su frontera cuando se tiene en mente la relación producto-tecnología-mercado.

El desarrollo tecnológico está orientado por las necesidades de la empresa y sus relaciones con el entorno lo que se determina por un análisis de fuerzas y debilidades y otro de amenazas y oportunidades. Los pronósticos tecnológicos, consisten en predecir las características futuras de productos o hábitos de consumo. Tres de los métodos para emitir pronósticos tecnológicos son: el método Delfos, el método de las tendencias y el método de los escenarios. Esto se comentará más ampliamente en el capítulo IV.5.

El problema de dimensionar un producto, equipo o proceso existente o uno que se desea desarrollar consiste en tener un orden de valores, independientes y propio a la empresa, que le sirva de referencia para cuantificar a dónde se quiere llegar.

El primer paso para iniciar actividades de administración tecnológica en una empresa consiste en definir su posición tecnológica, a través de:

- Dimensionar el(los) producto(s).
- Dimensionar el(los) proceso(s).
- Cuantificar el potencial:
  - a) Humano.
  - b) Organizacional.
  - c) Científico.
  - d) Financiero.
- Ubicar la referencia externa de la industria.

Y con base en el dimensionamiento y la cuantificación, establecer un plan tecnológico.

Las funciones de cómo debe desempeñar un administrador de tecnología su trabajo son difusas, pero lo que no es difuso son las preguntas a las que debe tener respuesta en términos cuantificables, aunque algunas de éstas son: ¿qué cambia de los productos que fabrica la empresa?, ¿dónde estamos ahora?, ¿dónde debemos estar?, ¿qué hay que hacer para llegar a tiempo?, ¿qué alternativas hay?, etc.

En suma se puede decir que la administración de tecnología es una incipiente actividad dentro de muchas corporaciones existentes en los países en desarrollo y que sus resultados los empezaremos a ver en el futuro.

#### IV.1. Proceso de Desarrollo Tecnológico

El desarrollo tecnológico se sucede por etapas, guardando unas con otras una cierta relación que, normalmente, se ejemplifica recurriendo al símil del tren del desarrollo tecnológico, tren cuyas unidades estarían enlazadas de forma que en la cabeza se situaría la investigación básica o pura y en la cola la comercialización. El origen, por tanto, del desarrollo tecnológico hay que buscarlo en la investigación pura, que busca la verdad científica como fin único. En segundo término aparece la investigación aplicada, cuyo objeto es la utilidad de los descubrimientos realizados por la investigación básica. Le sigue a continuación la investigación de desarrollo, que es aquella que pretende materializar de manera estable las aplicaciones descubiertas por la investigación aplicada. Después de haber elegido una de estas vías que dará lugar al producto de la empresa, entra en juego la ingeniería de proceso y de producto, donde se definen las características o estándares que han de cumplir el producto y sus componentes. Las secuencias siguientes son la definición del producto y del servicio, la fabricación o proceso básico operativo, para terminar con la comercialización extensiva y las estrategias de marketing pertinentes.

El desarrollo secuencial no es, sin embargo, inherente al proceso del desarrollo tecnológico. Se trata simplemente de un recurso conceptual y gráfico para comprender su dinámica interna. Ciertos procesos de desarrollo tecnológico no siguen esta secuencia predeterminada, saltando alguna etapa o cambiando el orden de prioridades. El estudio en profundidad de algún fenómeno puede poner al descubierto alguna característica importante del producto no conocida.

Gracias al proceso del desarrollo tecnológico, la dirección

de la empresa ha de decidir en qué punto buscar el producto singular, que le proporcionará la oportunidad de dar trabajo y de crear riqueza mediante la oferta de un servicio específico a su mercado. Naturalmente, si el producto está ya en fase de fabricación en otras áreas geográficas, como resultado de la acción de otras organizaciones empresariales, la dirección no iniciará la secuencia del desarrollo tecnológico por la primera etapa de la investigación pura o básica que ha dado origen a este producto, sino que acudirá a negociar con las personas capaces de fabricarlos, para que cedan su tecnología y su experiencia. Si lo que se necesita es superar dicho producto y mejorarlo profundamente, entonces se inicia en la investigación de desarrollo o la ingeniería de procesos y de productos, para establecer distintos métodos y estándares, con objeto de acomodarse rápidamente al mercado y conseguir una mayor aceptación.

No todas las empresas obtienen sus productos partiendo de la investigación básica de sus propios laboratorios. Se puede afirmar que, de los 18 últimos lanzamientos realizados por la Du Pont de Nemours, sólo 5 proceden de una investigación realizada en sus propios laboratorios, mientras que los 13 restantes los ha adquirido en diferentes fases de la investigación hechas por centros científicos o grupos de investigadores ajenos a su empresa, con los que ha negociado posteriormente<sup>19</sup>.

Algunos de los motivos por los que una empresa se inclina a iniciar el proceso, en sus orígenes, dependerá:

- del grado de avance que ha alcanzado el desarrollo tecnológico en otras organizaciones, es decir, de la distancia que separa a la empresa de la probabilidad de alcanzar el éxito en relación con la competencia;

- de la probabilidad de éxito que los estudios realizados pongan de manifiesto si se trabaja con medios propios o con organizaciones contratadas para llevar a cabo todas las fases del proceso

<sup>19</sup>Enciclopedia de Dirección y Administración de la Empresa. Vol. 4, Ed. Orbis, 1986.

hasta el producto final;

- de la capacidad financiera que permitirá a la empresa alcanzar el éxito con el desarrollo tecnológico;

- de las condiciones particulares de la empresa y su entorno.

Al hablar del desarrollo tecnológico no se trata sólo de los productos nuevos, sino de instrumentar una política de producto de tal naturaleza que proporcione esa singularidad que la empresa necesita para lograr la capacidad de negocio en unos puntos concretos, superando a la competencia al ofrecer un mejor servicio. En muchos casos, más que lanzar productos nuevos, convendrá poner a punto organizaciones comerciales o procesos diferentes de fabricación, que mejoren la rentabilidad total de la empresa. Los japoneses ofrecen un buen ejemplo de ello, puesto que, aunque compran en una elevada proporción las investigaciones hechas por otras empresas o centros de investigación pura, su política general consiste en gastar cuatro yens por cada yen que pagan en concepto de royalty<sup>19</sup>. Dicha cantidad, que es destinada a la investigación del desarrollo tecnológico propio, la distribuyen aproximadamente de la forma siguiente:

- Un 52% en investigación de nuevos equipos que faciliten los procesos de fabricación y los hagan más económicos. No es casual que la aplicación más importante, de los robots e incluso del desarrollo posterior de estos elementos automáticos, hayan surgido precisamente del Japón.

- Un 25% para procesos y métodos nuevos que eleven la productividad.

- Un 12% con destino a los nuevos productos.

- Un 11% para las técnicas de comercialización o de marketing<sup>19</sup>.

<sup>19</sup>Cita anterior.

Por consiguiente, en un país donde la tecnología de punta está muy desarrollada, se le da una gran importancia al desarrollo tecnológico a partir de la ingeniería de proceso y de producto. De ahí que Japón haya llenado el mercado mundial de televisores, videos, transistores, calculadoras, componentes electrónicos básicos y, más recientemente, robots, mientras que sea Estados Unidos el país que ha colocado un satélite en Marte. No han sido los japoneses los que han inaugurado el negocio de los ordenadores personales, a pesar de haberlo intentado; no obstante, todo hace suponer que, en un futuro próximo, serán los ordenadoras personales del Japón los que se usarán en todo el mundo, al adaptar las técnicas de dirección de Estados Unidos.

La primera pregunta que cabe plantearse es en que se basa la política del desarrollo tecnológico de la empresa y cómo puede aumentarse la oferta de productos singulares, portadores de esta característica diferencial que se necesita para servir al mercado propio con ventaja respecto a la competencia, asegurando de este modo las operaciones presentes y futuras.



## IV. 2. El Desarrollo Tecnológico y la Planeación Estratégica

En términos generales, el objetivo principal de toda política de desarrollo tecnológico, es el de mantener o incrementar la capacidad competitiva de la empresa.

La planeación tecnológica en la empresa es una función que tiene una fuerte interrelación con las funciones técnicas de mercadotecnia de producto y costos técnicos.

Para lograr el objetivo principal, será necesario adaptarse a los cambios del entorno, cambios que pueden provenir de tres entornos:

- I. Entorno Tecnológico.
- II. Entorno Económico.
- III. Entorno Sociopolítico.

Al desarrollo tecnológico generalmente se le asocia en forma exclusiva con el entorno tecnológico.

Sin embargo, es necesario evaluar y proyectar de una manera integral, es decir, tomando en cuenta todos los entornos. Y con esto propiciamos la ampliación de los campos de la innovación en la empresa (Tabla 9).

El proceso de innovación se inicia generalmente, cuando la organización siente que alguna actividad o forma de actuación ha dejado de ser satisfactoria.

Tabla 9. Objetivos y Campos de Innovación.

Tipo de entorno	Campo de Innovación
I.- Tecnológico	I.1. Productos. I.2. Procesos de fabricación.
II.- Económico	II.1. Productos (diferenciación, adaptación, calidad). II.2. Sistemas y condiciones de comercialización.
III.- Sociopolítico	III.1. Estructura organizativa. III.2. Sistemas y procedimientos de dirección.

Fuente: "Planificación estratégica de la innovación"; J. M. Veciana Verges; Management Today, Julio 1986 (20).

Integrando las funciones de innovación (como elemento competitivo básico) y la dirección estratégica de la empresa, se deben plantear las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los factores de éxito en el sector en el que actúa la empresa?

¿Cuál es el papel de la tecnología en el sector específico?

¿A qué nivel se encuentra la empresa?

¿Cuáles son los puntos débiles de la empresa en relación con la competencia?

¿Se tienen objetivos de innovación empresarial y en qué campos?

¿Los objetivos de innovación son coherentes con los puntos débiles, con la estrategia total de la empresa y con los cambios del entorno?

¿Cuáles son las fuerzas y las debilidades de la empresa en el proceso de innovación general, según las experiencias anteriores?

Si existe un desfase entre el conjunto de expectativas, objetivos o exigencias en relación con determinadas actividades o rendimientos, procederemos a establecer los campos y objetivos de la innovación.

En la identificación de problemas de innovación como en la fijación de objetivos de innovación, en términos generales, el mejor criterio, norma o punto de orientación es el entorno (sectorial, nacional, mundial). Ya que en base a los cambios y evolución del mismo es posible realizar algunas predicciones generales.

En cuanto a la innovación tecnológica propiamente dicha, el ciclo de vida del producto (Gráfica 10), es un criterio válido para determinar los objetivos y prioridades.

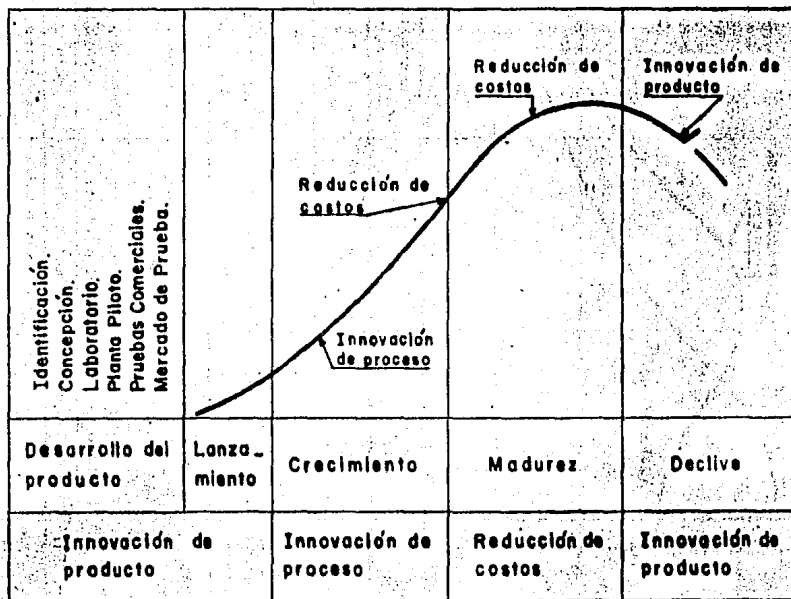
De la gráfica 10, observamos que en la etapa inicial (Desarrollo de producto y lanzamiento) los esfuerzos son encaminados hacia las innovaciones al producto.

En la etapa de crecimiento, los esfuerzos de investigación y desarrollo deben estar centrados en las innovaciones a los procesos de fabricación. Si se trata de un producto con un alto grado de innovación sabremos poco de cómo fabricarlo, de ahí la necesidad de innovar en procesos.

Paralelamente a la innovación en proceso, suele estar la necesidad de innovar para mejorar su calidad, mejorar su diseño, reducir costos, sustituir materias primas, etc. En la fase de madurez del producto estos aspectos se acentúan y convierten en los principales (Gráfica 11).

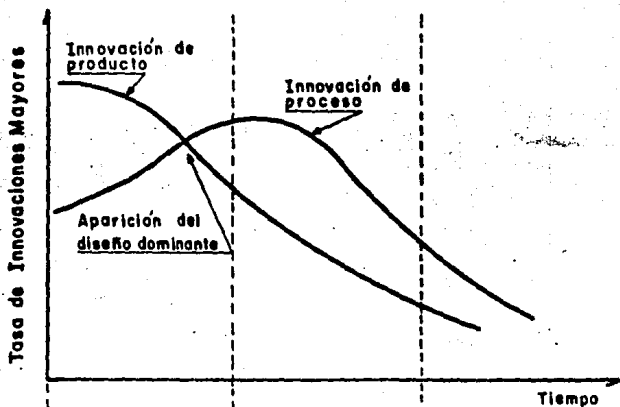
Por tanto, una vez alcanzada la meta de innovación en el desarrollo y el lanzamiento de un producto nuevo, empieza de nuevo otra carrera de innovación en torno a la curva de experiencia, para reducir costos.

**ETAPAS**  
**ACTIVIDAD**  
**INNOVADORA**



Gráfica 10— Innovaciones según la fase de vida del producto.

Cita: "Planificación estratégica de la Innovación", J. M. Veclana Verges, Management Today, Julio 1986 (20).



Enfasis Estado	Innovaciones Radicales	Transición	Innovaciones Graduales
Motivación de la Innovación	Necesidades del usuario	Expansiones de capacidad	Presiones sobre costos
Enfasis competitivo	Desempeño del producto	Diferenciación del producto	Costos de proceso y producto
Tipo de innovación predominante	Frecuentes innovaciones radicales al producto	Innovaciones radicales al proceso	Innovaciones graduales al proceso y producto
Tipo de línea de producto	Varias con diseños especiales	Al menos un producto maduro de alto volumen	Productos estándar
Proceso productivo	Flexible e ineficiente	En transición a mayor especialización	Capital intensivo y alta especialización
Equipo	De propósito general	Islas de automatización	Especializado
Materiales	Comerciales	Algunos materiales especializados	Uso intensivo de materiales especializados
Control organizacional	Empresarial e informal	Por proyectos y tareas	Por estructuras formales y metas

Gráfica II- Tasa de Innovación de producto y de proceso en el tiempo  
 Citado en (20) y el "Manual del Promotor de Proyectos de Desarrollo Tecnológico",  
 Ing. Abelardo Salazar, Fonel, Abril 1985 (21).

De la Gráfica 12 (nuevos productos), el desarrollo de la tecnología y los cambios en los hábitos de los consumidores implican el que todos los productos alcancen la madurez en el mercado con más rapidez que lo hacían anteriormente. La pronta madurez en el mercado provoca la caída del beneficio unitario, pues el nivel máximo de las ventas no coincide con el máximo beneficio por unidad vendida. La forma de compensar este margen de utilidad unitaria inferior, para que la empresa no vea mermados sus beneficios absolutos, consiste en aumentar sus ventas, lo que significa trasladar el descenso de los beneficios a un punto más elevado o seguir ampliando la espiral de las ventas y las nuevas inversiones, mientras que el mercado se estanca cada vez más. La introducción de los nuevos productos B y C de la gráfica que acompañan al producto A, amplían la variedad de productos de la empresa, aportando nuevos márgenes a los beneficios que la empresa obtenía inicialmente con la comercialización del producto A en el mercado.

Para el análisis de las posibilidades y el establecimiento de las opciones estratégicas de la empresa en el campo de innovación tecnológica nos valemos de dos variables que son:

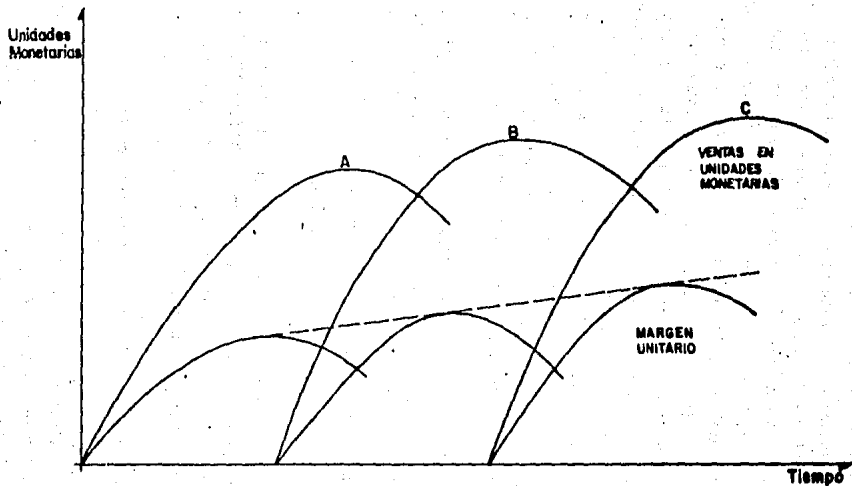
- a) La posición competitiva de la empresa.
- b) La posición tecnológica de la empresa.

Partiendo de estas dos variables, se deducen básicamente seis estrategias tecnológicas, como puede verse en la Gráfica 13, de entre las cuales la empresa tiene que seleccionar la opción que mejor encaje en su estrategia global y en su perfil de empresa.

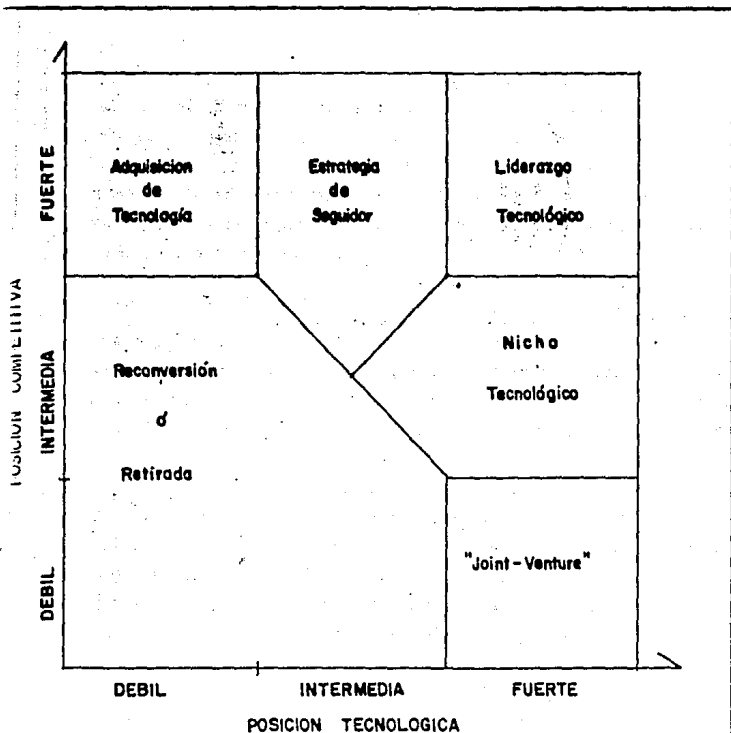
Las seis opciones a las que se hace referencia son:

#### 1.- Liderazgo tecnológico.

Esta estrategia requiere de lograr y mantener una posición vanguardista en las tecnologías de punta e incipientes de la industria o en la aplicación de estas tecnologías al sector de la empresa. Sólo se puede perseguir si se tiene una posición competitiva muy fuerte.



GRÁFICA 12.- NUEVOS PRODUCTOS  
CITA: ENCICLOPEDIA DE DIRECCION Y ADMINISTRACION DE LA EMPRESA,  
VOL. 4, EDITORIAL ORBIS, 1986. (19).



GRAFICA 13.- POSICION COMPETITIVA Y POSICION TECNOLÓGICA FUENTE.- "MANAGING TECHNOLOGY IN A STRATEGIC CONTEXT" Magee, J.P.; IX Congress International de Planificación d'Enterprise, París, Marzo de 1983.

Cita anterior (20)



## 2.- Estrategia de seguidor.

Evidentemente esta opción requiere también de una fuerte inversión en las tecnologías de punta, con el objeto de poder seguir de cerca al líder. Igualmente presupone una fuerte posición competitiva y puede ser la base y punto de partida para conseguir el liderazgo tecnológico si la empresa puede asignar más recursos económicos y humanos a la innovación o si el líder comete un error (Tesis del retardo<sup>9</sup>)

## 3.- Adquisición de tecnología.

Esta estrategia tiene por objeto adquirir tecnología mediante licencias o contratos con otras empresas cuya tecnología es de punta o sus recursos técnicos son avanzados. Es adecuada para empresa con fuerte posición competitiva pero con una débil base tecnológica.

## 4.- Estrategia de nicho o laguna tecnológica.

Esta alternativa está orientada a explotar selectivamente puntos tecnológicos de una determinada área a partir de una posición competitiva favorable, aunque no muy fuerte. Ampliando gradualmente el nicho, se puede mejorar la posición competitiva y la empresa puede pasar a una estrategia de seguidor o incluso de líder.

## 5.- Estrategia de "Joint-Venture".

Esta estrategia es apropiada para empresas en una posición competitiva débil que han logrado un avance o invento importante pero carecen de los recursos financieros necesarios para convertirlo en innovación para su comercialización; una estrategia de "joint-venture" puede permitir moverse hacia un nicho tecnológico.

## 6.- Estrategia de reconversión.

Para empresas que se encuentran en posiciones débiles o medianas tanto en tecnología como en capacidad competitiva, sólo les queda la alternativa de reconversión o de liquidación.

<sup>9</sup>"El cambio del liderazgo y el crecimiento industrial"; E. Anes y N. Rosenberg; Lecturas 31, Economía del cambio tecnológico, Fondo de Cultura Económica, Méx., 1979.

Para su reconversión deberán recurrir a la transferencia de tecnología. Cuando se habla de transferencia de tecnología, se entiende no sólo el conjunto de iniciativas, sistemas y procedimientos tendientes a mejorar un producto mediante innovaciones o una fabricación determinada, sino también tendiente a mejorar la totalidad de los factores internos de gestión de la empresa, tales como:

- compra de materias primas,
- sistemas de planificación y control,
- sistemas de dirección,
- sistemas de comercialización,
- "know-how" para exportar.

Una estrategia de reconversión exige concentrar todos los esfuerzos y recursos en revitalizar la empresa, generalmente con ayuda externa (licencias, acuerdos de colaboración, consultoría externa, ayudas gubernamentales, etc.)

### IV.3. Innovación Tecnológica

El proceso de innovación tecnológica (Gráfica 14) es un proceso que abarca el espectro de actividades que se inicia con la búsqueda de necesidades tecnológicas de organizaciones del sector productivo y se extiende hasta la comercialización, en el mercado de estas organizaciones, de los productos, procesos, equipos, etc., que derivan de esfuerzos de investigación y desarrollo (IDE) o de otros mecanismos.

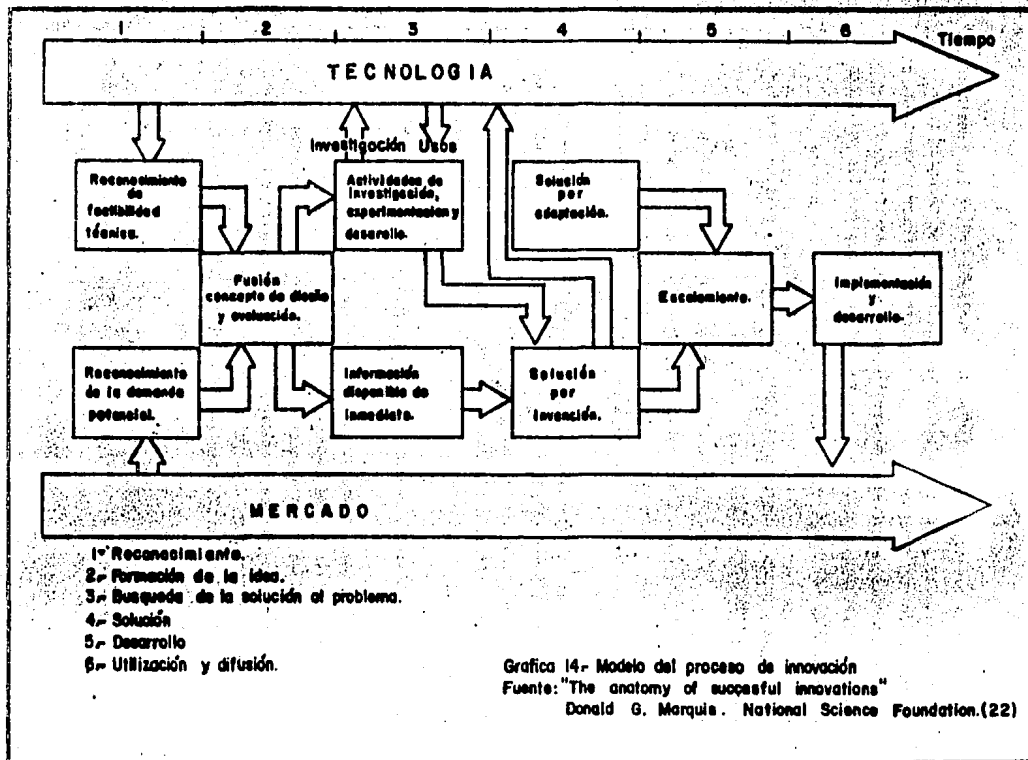
De esta manera, la realización de innovaciones tecnológicas, entre otras condiciones:

a) Implica satisfacer demandas del sector productivo, a través del uso de cambios técnicos que colocados en el mercado, producen consecuencias económicas y sociales.

b) No implica necesariamente ejecutar proyectos de IDE. La generación de cambios técnicos pueden estar esencialmente basadas en informaciones técnicas disponibles en la literatura, normas técnicas, patentes, etc., o en la compra de tecnología producida por terceros (Innovación por Adopción).

c) Necesariamente requiere del contexto de organizaciones del sector productivo, que incorporen los cambios técnicos a sus sistemas de producción y les atribuye significación económica y/o social.

Así, para que los proyectos de investigación y desarrollo tengan consecuencia económico/sociales, necesitan estar vinculadas a necesidades tecnológicas específicas de organizaciones existentes del sector productivo.



En la gráfica 15, se plantea la correlación entre las funciones tecnológicas, las distintas alternativas de innovación tecnológica y la planeación del desarrollo de organizaciones del sector productivo, bajo el concepto de que este desarrollo depende de estrategias de innovación específicas que, a su vez, son influenciadas por las políticas y estrategias nacionales.

De acuerdo al estudio de Donald G. Marquis<sup>22</sup>, existen tres tipos de innovaciones:

1.- Las innovaciones que se refieren a la administración de sistemas complejos donde el cambio tecnológico se encuentra presente en primer plano. Ejemplo: proyectos espaciales, proyectos de defensa, etc. Se caracteriza por la existencia de la planeación a largo plazo.

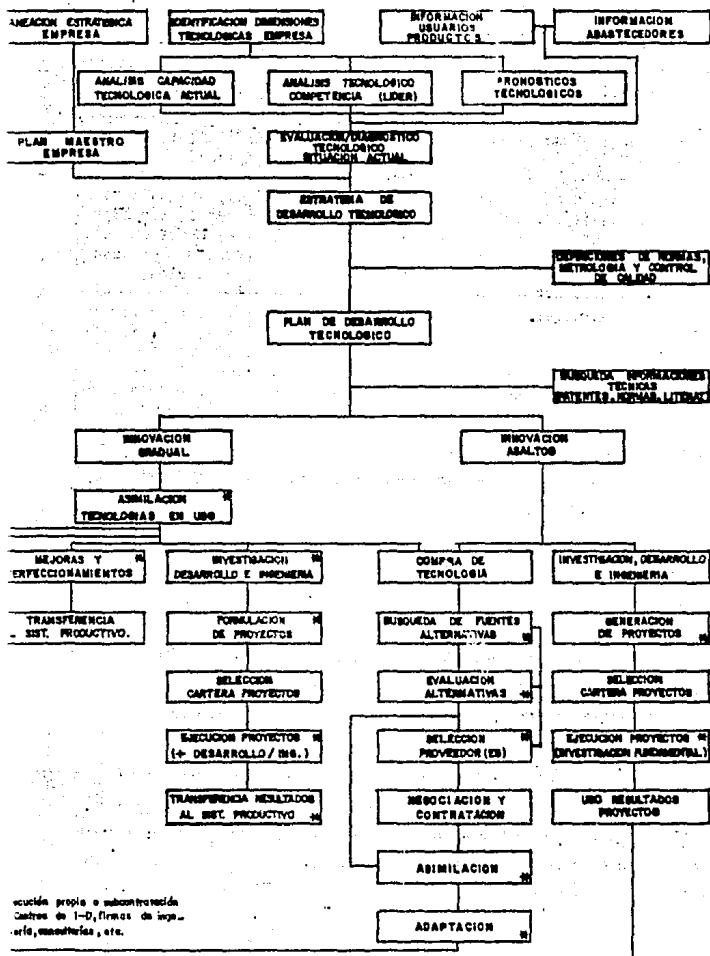
2.- Las innovaciones radicales (a saltos), son aquellas que representan el desarrollo tecnológico más radical y que ocasionan cambios en la industria. Ejemplos: el convertidor B.O.F. (Basic Oxygen Furnace), xerografía, etc. Se originan de la aplicación de innovaciones graduales de otros sectores o áreas de actividad o de la aplicación de nuevos conocimientos científicos, generados a partir de proyectos de investigación básica y requieren de inversiones significativas.

3.- Las innovaciones graduales son aquellas que son esenciales para la supervivencia de la empresa y derivan de mejoras que no cambian sustancialmente los productos, procesos o equipos existentes o de desarrollos que pueden implicar esfuerzos de desarrollo e ingeniería o de investigación, desarrollo e ingeniería. Esta clase de innovación está más involucrada como factor económico que las otras dos innovaciones.

La innovación no es producto de una sola acción, más bien es la integración de diversos procesos interrelacionados, como son la concepción de la idea, del invento de un artículo nuevo, el desarrollo de un nuevo mercado, etc.

<sup>22</sup>Cita anterior.

AFICAF 15.- SISTEMA DE FUNCIONES TECNOLOGICAS BASICAS, EN LAS ORGANIZACIONES DEL SECTOR PRODUCTIVO.



Acuación propia o subcontratación  
Centros de I-D, firmas de ingeniería, consultoría, etc.

te: "Como aumentar la efectividad del D.T. en A.L.: los sistemas nacionales y la cooperación regional de gestión tecnológica"; Fernando Magaloes Machado; Min.:acogrefido; 1987. (23)

Tabla 10. Tipos de innovaciones y sus relaciones.

Innovación de Sistemas	Innovación Radical	Innovación Gradual
Planeación a largo plazo.	Planeación a mediano plazo.	Planeación a corto plazo.
Implica administración de sistemas complejos.	Implica ventaja en la productividad.	Implica cambios pequeños, sin alterar demasiado el equipo o proceso existentes.
Grandes inversiones.	Inversiones significativas.	Suele requerir inversiones significativas.
Impacto nacional o mundial.	Impacto en el sector.	Impacto inmediato en la empresa.

Fuente: "The anatomy of successful innovations"; Donald G. Marquis; National Science Foundation, Technical Report, Vol. 69, núm. 17, 1969. (22)

Estos procesos integrados actúan hacia el logro de un objetivo común, el cambio tecnológico.

La innovación puede ser desarrollada desde la concepción hasta la implementación por una sola organización. Pero frecuentemente es deducida de las contribuciones de fuentes ajenas, efectuadas en otros lugares y diferentes tiempos.

El modelo del proceso (Gráfica 14) considera como fuentes de inicio y abasto del mismo a la tecnología y el mercado, dividiéndolo en diferentes etapas y eventos. Estos eventos pueden o no ser lineales.

1.- El proceso de innovación inicia con una nueva idea, la cual incluye la etapa de reconocimiento de la posibilidad técnica y

potencial. El innovador deberá tener un conocimiento actualizado del estado del arte y del conocimiento técnico para sustentar sus estimaciones de posibilidad técnica. Asimismo deberá de estar al día en cuanto a demandas sociales y económicas para poder reconocer una demanda y diferenciarla determinando si es potencial o real.

La determinación de la demanda es importante.

2.- La siguiente etapa es la formulación de la idea, la cual consiste en la asociación y fusión de los conceptos de la demanda insatisfecha y la posibilidad técnica, esta fusión de conocimientos da origen al concepto de diseño. Este es un verdadero acto creativo en el cual la asociación de ambos elementos es esencial.

Si tan sólo se considera el concepto técnico, éste puede o no solucionar la demanda insatisfecha, en forma similar una investigación para responder a una demanda dada, puede o no desarrollarse dependiendo de las posibilidades técnicas que en ese momento existan.

Lo anterior no implica que una sola persona tenga que recabar toda la información necesaria, tampoco implica que deba de entender a fondo y a detalle todos los aspectos técnicos y económicos involucrados. Para lograr lo anterior, se pueden organizar grupos de trabajo con un coordinador capaz de presentar la información de la manera más adecuada para su comprensión y manejo por quienes lo van a integrar creativamente.

Una vez planteada la idea o concepto de diseño llega el momento de decidir si conviene o no, asignarle recursos económicos y humanos, y pasarla a la etapa de búsqueda de soluciones.

Parte de esta etapa realmente es un proceso de evaluación para llegar a una decisión que toma en cuenta las siguientes consideraciones:



- a) Probabilidad estimada de éxito técnico.
- b) Costo estimado de desarrollo y fabricación.
- c) Tiempo estimado de desarrollo.
- d) Probabilidad de comercialización exitosa.
- e) Rentabilidad del proyecto.

3.- La idea o concepto de diseño, es meramente la identificación y formulación de un problema, con el fin de tomar una decisión. Si esta es favorable y se le asignan fondos, se entra a la etapa de la búsqueda de información para la solución del problema planteado.

En muchos casos, una parte o la totalidad de la información necesaria está disponible. Es por esta razón que es crítico tener accesos modernos a la información técnica almacenada en bancos de datos computarizados con expertos técnicos bien informados y/o bien relacionados con otros expertos; normalmente colocados en empresas en otros ramos industriales. El punto crítico es contar con la información del máximo avance de la tecnología, o sea, el llamado estado del arte tecnológico.

En otros casos la información requerida no está disponible o bien no existe. Es en este punto en donde aparece la necesidad de la actividad inventiva y especialmente del proceso de IDE, el cual pone al descubierto problemas no previstos que a su vez requieren soluciones y nuevas decisiones que implican abandono de algunos proyectos y la redefinición de otros.

4.- Si la actividad de resolución del problema se lleva a cabo, una solución deberá ser encontrada.

Hay casos en los cuales, parte de la solución se logra adaptando una solución tecnológica a un problema similar, pero en una industria totalmente diferente. Esto es una innovación por adaptación (o imitación).

La combinación de información técnica disponible, la información técnica autogenerada via IDE y la adaptación de otras tecnologías, nos puede dar una solución que puede ser un invento y por lo tanto, se debe decidir si patentar o no, para protección de la invención.

5.- La solución al problema puede ser la verificación de lo inicialmente planteado o bien la solución a un problema un tanto diferente con objetivos modificados. El proceso del desarrollo implica la construcción de una planta piloto o de prototipos para pruebas de escaleamiento y confiabilidad en el funcionamiento.

La innovación nunca se consigue totalmente, hasta que el producto es introducido realmente al proceso de producción o al mercado, consiguiendo ventas y reducciones en costos.

6.- Llegamos a la última etapa donde la solución es utilizada y difundida en el mercado. El llegar a esta etapa no significa ninguna garantía, en promedio sólo uno o dos de cada cinco productos nuevos llegan a conseguir beneficios suficientes como para considerarlos con recuperación de la inversión.

Los costos de promoción, publicidad y distribución, si los hay, son normalmente más altos que los de las etapas anteriores, por lo que la ejecución de esta etapa requiere de cuidadoso análisis económico. La incertidumbre técnica se ha transformado en riesgo económico.

En el mismo estudio Marquis (22) concluye que:

1.- Las pequeñas innovaciones, en cantidad, contribuyen significativamente al desarrollo comercial.

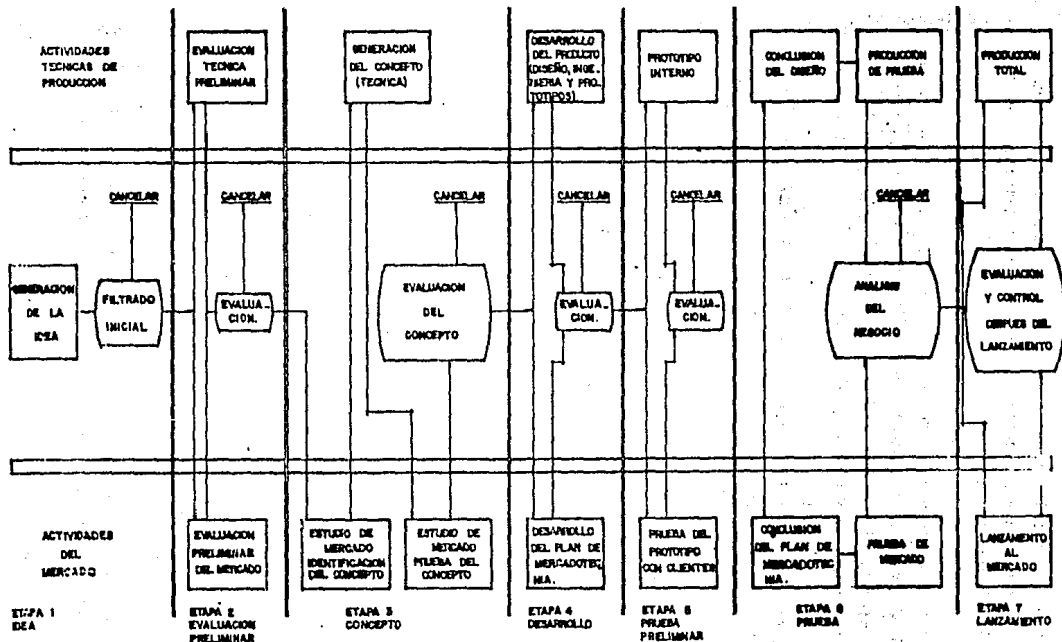
2.- En el proceso de innovaciones exitosas, el reconocimiento de la demanda en el mercado es un factor más frecuente que el reconocimiento de la posibilidad técnica.

<sup>22</sup>Cita anterior.

3.- Como principales fuentes de información para innovaciones exitosas, hallamos a la experiencia y capacidad de la gente que se encuentra en la propia empresa.

El proceso de innovación descrito anteriormente, ha sido ampliado por R. G. Cooper<sup>24</sup> para productos nuevos cuyo objetivo es su introducción al mercado, dicho proceso fue dividido en 7 etapas (Gráfica 16). La conclusión básica es que el proceso de innovación para nuevos productos, implica la retroalimentación permanente de la actividad técnica con el análisis del mercado. Y por otro lado, cuanto más rápido se llevan a cabo las pruebas reales de mercado, con el producto terminado, las probabilidades de tener una innovación exitosa serán mayores.

<sup>24</sup>"A process model for industrial new product development"; R. G. Cooper; IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. EM 30, núm. 1, Febrero 1983.



FUENTE: "A process model for industrial new product development"; R. G. Cooper; IEEE Transactions on Engineering Management, vol. EM 30, núm. 4, Febrero 1983. (24)

#### IV.4.- Tecnología

La tecnología es el conjunto organizado de conocimientos aplicados para alcanzar un objetivo específico, generalmente el de producir y comercializar un bien o servicio.

En el campo de la tecnología no se pueden resolver los problemas de forma efectiva con soluciones de tipo general. Los componentes o dimensiones que definen cada necesidad tecnológica son muchos y todos ellos interrelacionados; cada problema tecnológico tiene sus propias características y requiere de soluciones específicas.

Las dimensiones en que se analizan las características tecnológicas de cada actividad industrial son al menos tres y de su enfoque interrelacionado surge la mejor alternativa para desarrollar o negociar y transferir tecnología.

Estas dimensiones se refieren a los aspectos de misión comercial, dificultad de asimilación tecnológica y tipo de tecnología.

Misión comercial.- Dado que la mayoría de los proyectos se originan por una demanda de mercado, la tecnología a emplear queda determinada por el mercado a satisfacer que puede ser:

- De exportación. Cuando la justificación del proyecto está en las ventas al exterior y la mayor parte de la producción estará orientada a satisfacer ese mercado, la tecnología deberá proporcionar inflexiblemente productos competitivos en costo y especificaciones.

- Orientado al mercado local. Cuando el proyecto se justifica en la sustitución de importaciones, generación de fuentes de trabajo o como primer paso en un programa de integración o crecimiento, la

tecnología puede ser manejada con mucha más flexibilidad, porque se permiten cambios en especificaciones según sea el uso concreto del producto, o bien se aplican mecanismos de protección para favorecer la inversión en plantas cuya capacidad nunca será competitiva.

- Orientados al mercado latente. La mayoría de los países desarrollados tienen grandes grupos de población de limitados recursos que no tienen acceso a productos diseñados para mejorar sus condiciones de vida. El descuido que se ha tenido hacia este mercado lo detectamos en ciertas aberraciones de compra como cuando vemos televisores a color en chozas de cartón.

Dificultad de asimilación.- Esta dimensión está relacionada con la capacidad tecnológica y que da una medida del nivel de auto-determinación tecnológica. Aún cuando la gama de las dificultades para asimilar tecnología es continua, se pueden detectar tres niveles generales con requerimientos muy diferentes:

- Tecnología sofisticada. Es aquella para cuya asimilación se requieren grupos de técnicos especialistas y sólo puede ser manejada y desarrollada por grandes organizaciones.

- Tecnología intermedia. Es la que está al alcance de cualquier persona con conocimientos técnicos, su asimilación puede ser a nivel individual o colectivo.

- Tecnología elemental, Es la que tiene un elevado contenido administrativo y más que conocimientos se requiere organización para implantarla.

Tipo de tecnología.- En esta dimensión se clasifica a la tecnología en cuatro tipos según donde se encuentre localizada la tecnología predominante, lo que da o puede dar una posición competitiva más fuerte.

La Tabla 11 muestra algunos ejemplos de estos cuatro tipos de tecnología y sus características principales en cuanto a desarrollo, protección, transferencia y adaptabilidad de la tecnología. Estos cuatro tipos de tecnología son:

- Tecnología de equipo. La tecnología para operar la planta está implícita en la compra del equipo. Los productores y proveedores de materias primas proporcionan información tecnológica adicional.

- Tecnología de producto. La clave de la tecnología está en la composición química o la configuración o diseño mecánico del producto y no en el proceso de manufactura.

- Tecnología de proceso. Cuando se conocen bien el equipo y el producto pero el valor de la tecnología está en los detalles del proceso de manufactura como: temperaturas, aleaciones, tiempos de residencia, secuencia de maquinado, etc.

- Tecnología de operación. Estas tecnologías son las más tradicionales y presentan una mezcla de las otras tres con una fuerte incidencia del elemento experiencia.

La adecuada comprensión de estos cuatro tipos de tecnología es una de las claves para entender tanto el fenómeno de la innovación como sus limitantes.

La primera etapa en la generación de tecnología, debiera ser la estructuración de un paquete tecnológico, adecuado a una realidad particular, anterior a su implantación en el sector productivo.

Entendiéndose por paquete tecnológico, al conjunto de conocimientos empíricos o científicos, nuevos o copiados, de acceso libre o restringido, jurídicos, comerciales o técnicos, necesarios para producir un bien o servicio<sup>26</sup>.

<sup>26</sup>M. Weissbulth, I. Gutiérrez; "Elementos para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico"; Ciencia y Desarrollo, Núm. 45, México, 1982, pp 88-105. Citado en Admon. de Proyectos de Innovación Tecnológica; Fdo. Machado et al.

Tipo de Tecnología	Ejemplos de grupos Industriales	Transferencia de la tecnología original	Flexibilidad y/o disponibilidad de la tecnología	Requisitos de transferencia de la tecnología	Adaptabilidad
Tecnología de equipo	Conversión de plásticos Textil Hulera Fabricación de formas farmacéuticas Enpaque y alimentos Películas Troquelado	Por el fabricante del equipo y el proveedor de materia prima	Disponible con la compra del equipo y/o la materia prima, usualmente con pago implícito en la compra global	Instructivo de uso del equipo	Uso directo del equipo Simplificación de controles. Sustitución de operaciones automáticas por manuales Especificaciones mínimas adecuadas Diseño de nuevos productos idóneos para México
Tecnología de producto	Agroquímicos Colorantes y pigmentos Ingredientes farmacéuticos Auxiliares hule y textil Sales inorgánicas Metal-mecánica	Por el fabricante del producto	Patentes Marcas registradas Poco licenciamiento (algo de franchising)	Condiciones de uso de las materias primas Parámetros físicoquímicos Cinética de la reacción Manual del proceso	Procesos batch, con varias fases y cambios de fase Presiones y temperaturas moderadas Adaptación de la reacción para simplificar separación Racionalización de procesos alternos patentados para llegar a productos análogos
Tecnología de proceso	Petroquímica Polímeros (hule, plásticos, películas, fibras) Fertilizantes	Por firmas de ingeniería (y por los fabricantes)	Mucho licenciamiento Flexibilidad en el nivel Importancia del saber que negociar	Manual del proceso Manual de la planta Diseño del equipo Cálculos Manual de operación	Procesos continuos Presiones y temperaturas elevadas Nivel alto de optimización Separación de los productos de inversión y operación (excl. mat. primas)
Tecnología de operación	Minería y metalurgia Ácidos inorgánicos Electroquímica Jabones y detergentes	Evolución en período largo. Mezcla de varios	Fundamentalmente know-how	Manual de la planta Diseño del equipo Manual de operación Trucos de operación (expertos)	Procesos y equipos muy estudiados Relativamente más fáciles que el grupo III Disponibilidad de materias primas

TABLA 11. Características de los cuatro tipos de tecnología.

Fuente: "Tecnología apropiada"; José Giral, Sergio González; Editorial Alhambra Mexicana; 1980 (25)



La tecnología es "un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico, etc.), provenientes de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.) a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, expertos, etc.)".<sup>27</sup> Este modelo de explicación del cambio técnico permite identificar e incorporar todos los elementos o insumos que intervienen en dicho cambio, haciéndolo además sin perder de vista las características inherentes a cada elemento y su interacción con las otras partes del paquete.

En consecuencia, es muy importante remarcar que cualquier paquete tecnológico tiene elementos de los cuatro tipos de tecnología antes referidos. Sin embargo, existen paquetes que dependen preponderantemente de alguno o algunos de ellos, limitándose la incidencia de los otros tipos de tecnología, a un nivel menor (Tabla 12).

Los diversos elementos o componentes que deben integrar un paquete tecnológico (en diferentes proporciones), según sea el caso, son:

- Conocimientos científicos.
- Conocimientos empíricos.
- Información técnica externa a la organización.
- Perfiles de factibilidad técnico-económica.
- Ingeniería básica.
- Ingeniería de detalle.
- Diseño y manufactura de equipos.
- Cumplimiento de normas y especificaciones.
- Protección de la propiedad industrial.
- Negociaciones contractuales.
- Capacitación técnica del personal.
- Cumplimiento de normas y controles gubernamentales.
- Procuración de equipos.
- Construcción y arranque de planta.

27J. A. Sábato, M. Mackenzie; "La producción de tecnología", Editorial Nueva Imagen; México, 1982. Citado en Admon. de Proyectos de Innovación Tecnológica; Pdo. Machado et al.

- Ajuste del paquete a condiciones reales de operación.
- Adecuación del producto a los requerimientos del mercado.

Tabla 12. Elementos del Paquete Tecnológico por tipo de Tecnología.	
Tecnología de Proceso	Tecnología de Producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licencia</li> <li>- Ingeniería Básica</li> <li>- Ingeniería de Detalle</li> <li>- Procura de Equipo y Materiales</li> <li>- Construcción</li> <li>- Entrenamiento de Personal</li> <li>- Arranque de la Planta</li> <li>- Asistencia Técnica</li> <li>- Intercambio de Mejoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licencia</li> <li>- Formulación</li> <li>- Procedimientos de Producción</li> <li>- Tecnología de Aplicaciones</li> <li>- Entrenamiento de Personal</li> <li>- Asistencia Técnica</li> <li>- Licencia de Marcas</li> </ul>
Tecnología de Equipo	Tecnología de Operación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuales de Operación y Mantenimiento</li> <li>- Entrenamiento de Personal</li> <li>- Asistencia técnica para la instalación y prueba de arranque del equipo</li> <li>- Garantía en el suministro de refacciones</li> <li>- Asistencia técnica en la solución de problemas operativos y de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación de Personal</li> <li>- Asistencia técnica en la selección de equipo y materiales</li> <li>- Asistencia técnica en el diseño y construcción de la planta</li> <li>- Asistencia técnica en la solución de problemas operativos</li> </ul>

Fuente: "Lineamientos del proceso de negociación de compra y venta de tecnología"; F. Barnes; Mimeografiado; Curso sobre comercialización y transferencia de tecnología; Dirección General de Desarrollo Tecnológico, UNAM, 1984. (28)

La tecnología, necesaria para la producción de bienes o servicios, se incorpora al sector productivo mediante operaciones económicas: ya sea por producción directa (como ocurre en toda unidad económica que utilice la tecnología que ella misma produce), ya sea por comercio (cuando la unidad económica adquiere la tecnología ofrecida por otros).

Esta tecnología tiene un precio y es una mercancía que tiene un valor de uso y un valor de cambio.

El valor de uso de una tecnología producida para realizar un determinado propósito está determinado por el grado en que la tecnología cubra dicho propósito.

El valor de cambio de esa misma tecnología se mide por la proporción en que su valor de uso se cambia por el valor de uso de otra mercancía, ya sea directamente, o por medio de dinero<sup>27</sup>.

Mientras que el valor de uso depende de la utilización práctica del conocimiento contenido en el paquete tecnológico, el valor de cambio es el resultado de la apropiación privada del paquete tecnológico por alguien (el propietario) y de esta manera conllevar un cierto grado de poder de mercado y de capacidad para generar utilidades al potencial del paquete. El comprador demanda la tecnología porque necesita su valor de uso; el vendedor la suministra para obtener beneficios económicos mediante esa transacción.

Por todo lo anterior, el paquete tecnológico debe incorporar tanto valor de uso como de cambio, ya que muchas veces se invierte un gran esfuerzo en desarrollar nuevos paquetes, buscando obtener mejores valores de uso, olvidándose la dimensión del valor de cambio de los mismos, sin la cual la incorporación del paquete al sector productivo sería muy difícil.

<sup>27</sup>Cita anterior.

#### IV. 6. Prospectiva y Pronósticos Tecnológicos

¿Por qué hacer pronósticos o prospectiva tecnológica? Valor de ambos por su utilidad en el proceso de toma de decisiones más que por su "precisión". Prospectiva y pronóstico son insumos del proceso de planeación y toma de decisiones.

Tecnología es conocimiento aplicado; la totalidad de medios empleados para lograr un propósito productivo. Prospectiva es el arte de imaginar el futuro, de ver hacia adelante en el tiempo; la construcción de futuros posibles, probables o deseables. Pronosticar es conocer, adivinar el futuro por ciertos indicios pasados o presentes.

La prospectiva tecnológica pretende entonces imaginar las futuras características posibles, probables o deseables de máquinas, procesos o técnicas, la inserción de las mismas en lo económico y lo social y viceversa, su potencial impacto global, parcial o específico. El pronóstico tecnológico intenta adivinar la futura evolución de las características y funciones de máquinas, procesos o técnicas. El pronóstico tecnológico y la prospectiva tecnológica no son términos intercambiables aunque ambos pretendan ser de utilidad a decisiones y actores del quehacer tecnológico. El primero es, a pesar de lo amplio y ambicioso de su cometido, más limitado en alcance que la segunda y está incluido en ella como herramienta. Son, en cualquier caso, cosas distintas. Generalmente se asocia con la prospectiva un horizonte de tiempo futuro de más largo plazo que el empleado en los pronósticos; aquél en que son posibles cambios estructurales en el sistema bajo estudio. La prospectiva tecnológica se preocupa más por la posible evolución social derivada de cambios tecnológicos o por la definición de requerimientos tecnológicos para las sociedades futuras. El pronóstico tecnológico se preocupa por determinar cuáles serán las característi-

cas que tendrán en el futuro las tecnologías bajo estudio; hay quienes incluyen en el ámbito de los pronósticos tecnológicos la definición de los recursos y medios que serán necesarios para obtener las características tecnológicas pronosticadas; algunos limitan los pronósticos tecnológicos a aquellos que pueden hacerse con un alto nivel de confianza (incertidumbre relativamente pequeña) o exigen que al menos se indiquen límites de confiabilidad del pronóstico de manera cuantitativa. El nivel de detalle y definición de un pronóstico tecnológico y las características del mismo deben estar determinadas, más que por una definición general aplicable en todos los casos, por los requerimientos de su aplicación, por las necesidades del decisor o planificador que hará uso del pronóstico tecnológico.

Al menos cuatro características de un pronóstico tecnológico son generalmente de importancia y de interés: a) El momento temporal (cuándo); b) la naturaleza (o amplitud) de la tecnología; c) las características de la tecnología a las que se refiere el pronóstico; y d) la probabilidad asociada con el momento temporal o los valores de las características pronosticadas.

Las características tecnológicas de interés pueden responder a la definición de la capacidad funcional de la tecnología (medida cuantitativa de la capacidad de una tecnología dada para satisfacer la función para que está destinada), o al enfoque tecnológico empleado (tipo o clase de solución de que hace uso para cumplir con los requerimientos que le dan razón de ser).

Identificar a qué parte del proceso de innovación-ciclo de vida, de la tecnología bajo estudio se refiere el pronóstico tecnológico es de importancia. No hacerlo conduce a confusión; un pronóstico sobre la factibilidad científica o técnica de un cierto dispositivo no tiene por qué implicar que dicho dispositivo tendrá éxito comercial y una adopción masiva, o incluso que llegará al mercado en algún momento.

Tanto los pronósticos como la prospectiva tecnológica, a pesar de referirse al tiempo futuro, no pueden basarse sino en información disponible y, por tanto, en el pasado y el presente. Con base en inferencias y operaciones lógicas aplicadas a dicha información intentan determinar implicaciones del pasado sobre el futuro. La validez de los datos históricos y del marco lógico que se emplean conforman así la base para poder juzgar el valor de los pronósticos y la prospectiva. En ambos casos, no es necesariamente la medida en que el futuro se ajusta a lo imaginado lo que determinará la validez y solidez del ejercicio (pronósticos auto-derrotados o auto-cumplidos). Es su utilidad en el proceso de toma de decisiones lo que determina su valor y la validez de los datos y enfoque lógico lo que permite juzgar su solidez y rigor.

Los pronósticos tecnológicos pretenden definir los límites de lo posible, establecer tasas factibles de progreso para alcanzar dichos límites, descubrir las alternativas disponibles para seleccionar entre ellas, definir las posibilidades de lograr lo deseado y proporcionar señales de alerta.

Con una tecnología adecuada es posible que la organización planee sus actividades con un alto grado de certeza. Con una tecnología dinámica, se introducen muchas más dudas en el sistema organizacional. Este no puede tomar por más tiempo la tecnología como estable y entonces deberá concentrarse en otros aspectos de la situación. Muchas empresas han reconocido la importancia de las fuerzas ambientales y competitivas y han desarrollado medios elaborados para pronosticarlas. Sin embargo, con cambios más dinámicos está siendo importante involucrarse en el pronóstico tecnológico. Quinn sugiere esta necesidad:

"Por años la tecnología ha sido la fuerza dominante que ha cambiado la vida de los humanos. Hasta hace poco tiempo los administradores en las organizaciones públicas y privadas han reconocido la necesidad de pronosticar el cambio tecnológico y su impacto en sus actividades. Los pronósticos económicos, de mercados, financiero y aún

el de tiempo, se han convertido en una herramienta acostumbrada de la dirección. Algún día, el pronóstico tecnológico -ahora en su infancia- se debe convertir en tan aceptado y útil como otros dispositivos analíticos".<sup>29</sup>

El pronóstico tecnológico "preciso" será imposible en el futuro como ha sido en el pasado. Existen demasiadas fuerzas inciertas. Sin embargo, esto no significa que la organización debe renunciar a tal pronóstico, no tiene por qué ser tan exacto en la predicción de la forma de los nuevos desarrollos. Más bien, como los pronósticos económicos en el mercado, éste es desarrollado en términos de probabilidades y tendencias generales.<sup>31</sup>

En el futuro, las organizaciones de todos los tipos, negocios, hospitales, universidades y dependencias gubernamentales se involucrarán activamente en el pronóstico tecnológico. Serán ayudadas por mejoras en los sistemas de comunicación que suministran información de otras organizaciones y del medio. Empero, debe ser reconocido que el cambio tecnológico no es una fuerza independiente, pues está estrechamente relacionada con otros factores socioculturales. "El cambio tecnológico no puede ser bien entendido y ciertamente no puede ser anticipado, si uno supone que se comporta como si tuviera una vida propia. Cualquier ejemplo de cambio tecnológico debe ser mejor entendido como un evento en un sistema socioeconómico-técnico global. Sabemos lo suficiente acerca de tales sistemas para entender que están caracterizados por un gran número de variables interdependientes".<sup>32</sup>

La existencia de conflictos en relación con la toma de decisiones de investigación y desarrollo, y la incertidumbre inherente al proceso significan que los procedimientos de selección y predicción no siempre son como aparecen en las descripciones formales de los métodos

<sup>29</sup>James Brian Quinn; "Technological Forecasting"; Harvard Business Review; Marzo-Abril, 1967; citado en Admon. en las Organizaciones un enfoque de Sistemas. P.E. Kast-McGraw Hill(30).

<sup>31</sup>Daniel O. Roman; "Technological Forecasting in the Decision Process"; Academy of Management Journal, Jun, 1970, págs. 127-138; Citado en (30)

<sup>32</sup>Donald S. Schon; "Forecasting and technological forecasting"; Daedalus, Journal of the American Academy of Arts and Sciences, 1967; Citado en (30)

(Tabla 13). Se ha escrito mucho acerca de los diversos modos de previsión tecnológica y de su aplicación a la industria. Tales técnicas indudablemente son muy útiles, y en particular han demostrado su valía en la estrategia de las compañías para identificar nuevas oportunidades y amenazas tecnológicas. Sin embargo, como ocurre con otras técnicas de dirección, la realidad dista mucho de la impresión teórica. Vista la importancia de reconocer lo que realmente ocurre en la industria, y de distinguir esto, de los idealizados conceptos abstractos, vamos a citar in extenso las conclusiones de un informe sobre el tema<sup>34</sup>.

Dado que algunas compañías podrán probablemente beneficiarse de una predicción tecnológica formal y sin embargo no la practican, se ha buscado dentro de la organización los factores que frenan su utilización. Encontrándose los siguientes obstáculos comunes, orientados a la dirección, que frenan el uso de dicha técnica:

1. No integración de la predicción tecnológica dentro de los planes regulares de la organización. Mientras que la mayoría de los dirigentes comparten la idea de que el factor más crítico para instrumentar cualquier técnica de predicción es su integración en un programa de planificación a largo plazo, que incluya la selección de proyectos de investigación y la asignación de recursos compatible con el objetivo global de la compañía, casi nunca se lleva esta idea a la práctica.

Más típica es la experiencia del ejecutivo que es trasladado a un grupo de planificación avanzada de la compañía con la tarea de instituir un programa formal de predicción para simplificar el proceso planificador... No hubo ningún intento de aplicar la predicción al futuro tecnológico de la principal línea de producto, de la compañía; y por consiguiente sus esfuerzos no tuvieron ningún impacto sobre la planificación.

<sup>34</sup>Does technology forecasting really work?; Dory J. P. y Lord R. J.; Harv. Bus. Rev., vol. 48, No. 6, nov.-dic., 1970.

Citado en: "La teoría económica de la innovación industrial"; Christopher Freeman; Alianza Editorial, 1975 (35)



Tabla 13. Los cuatro elementos de un pronóstico tecnológico integral y los métodos que contribuyen a ellos.

I.- MÉTODOS CUALITATIVOS. Descripciones narrativas que conducen a pronosticar eventos que son escenarios sin dimensiones.

1. Pensamientos intuitivos de cualquier clase, tormenta de ideas, sinéctica y el estudio de situaciones hipotéticas.
2. Analogías históricas, biológicas y geográficas.
3. Mapeo y modelado contextuales con independencia del tiempo.
4. Árboles de decisiones.
5. Análisis morfológicos y reconstrucciones.
6. Análisis de brecha (tipo Mendelejev).
7. Signos o señales del cambio tecnológico y ciencia ficción, etc.

II.- MÉTODOS CUANTITATIVOS Y/O III.- DE SERIES. Aplicado a un determinado pronóstico cualitativo para dar el nivel de desempeño y/o medir el lapso de llegada en años.

1. Análisis de series de tiempo y proyecciones de dimensiones físicas, simples, capacidades funcionales, dimensiones sociológicas, económicas y demográficas vs tiempo.
2. Desarrollo de curvas para las series.
3. Curvas de aprendizaje.
4. Relaciones entre dos dimensiones no relacionadas al tiempo.
5. Matrices insumo-producto, o modelos de sustitución basados en el tiempo.
6. Modelos cuantitativos.
7. Analogías (cuantificadas).
8. Métodos Delphi, cuando los métodos sistemáticos no son posibles, por falta de datos numéricos.

IV.- CONTRIBUCIONES PROBABILISTICAS.

1. Delphi.
2. Impacto cruzado.
3. Teoría de los juegos

Fuente: "Forecasting technology for planning decisions", Mimeografiado; Memoria "Curso sobre política científica y tecnológica"; Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM, 1985 (33).

En otra compañía, un individuo con una formación técnica demostró interés por la predicción tecnológica avanzada y, con el apoyo del vicepresidente de la sociedad para temas de investigación, estuvo redactando informes descriptivos durante más de un año. Además de preparar informes sobre técnicas, dirigió el proceso de planificación de IDE, con especial atención a los problemas de integrar la predicción tecnológica con la planificación. Sin embargo, no se halló ninguna prueba de que alguien hubiera utilizado estas técnicas para adoptar decisiones que fueran contrarias a los informes elaborados por la misma organización. Los esfuerzos de la compañía representan la obra de un hombre que tenía esperanza en el futuro, pero que había tenido poco éxito hasta entonces en vender sus conceptos a la dirección de la compañía.

2. Fracaso en la selección objetiva de proyectos sobre investigación y desarrollo: En la mayoría de las compañías estudiadas, la planificación y control de los gastos en IDE parecen en el mejor de los casos hechos al azar. La excepción parece haber sido la fijación de un objetivo, la determinación táctica de los beneficios económicos, directos o indirectos, de las inversiones en IDE. Aunque esto sea en parte el resultado natural de la incertidumbre inevitable de la tarea y de la necesaria flexibilidad e informalidad que caracterizan a la mayoría de las actividades investigadoras, también representa el fracaso de los directivos para tratar adecuadamente el proceso de planificación y control. El proceso de selección de proyectos de IDE observado fue fundamentalmente un proceso de "recomendación", basado en los intereses personales de los investigadores, los proyectos preferidos de los administradores clave, y una diversidad de otros criterios que podrían estar en contradicción con los intereses estratégicos de la empresa.

En una compañía, las grandes decisiones en IDE vienen determinadas por la dinámica interna del poder, la cual ha llevado a una considerable cantidad de "trabajo o hobby", o investigación no autorizada de proyectos favoritos.

En otra compañía, los fondos se asignan por funciones o disciplinas a base de recomendación o de poder, aún cuando se reconozca que las asignaciones individuales de productos constituyen una base más sólida para la planificación. A pesar de la necesidad de justificar objetivamente los costos de los proyectos de investigación, se ha encontrado escaso incentivo entre quienes deciden en materia de IDE en favor de la planificación o de la predicción tecnológica.

3. No se ha comprendido el papel de las técnicas sofisticadas de dirección. Otro aspecto de la resistencia de los directivos a la predicción tecnológica (y a otras técnicas de predicción) deriva del temor ante lo desconocido, una preocupación que descuentan las prerrogativas de quienes toman decisiones, y/o el temor de que las técnicas sistemáticas para la adopción de decisiones puedan revelar decisiones incorrectas hechas en el pasado. Además, la adopción de una predicción complicada es probable que complique aún más la tarea planificadora en vez de simplificarla.

4. La alta dirección no respalda los esfuerzos de predicción. El apoyo de la alta dirección es un requisito indispensable para muchos cambios de consideración, pero se han encontrado muy pocos dirigentes que apoyen la predicción tecnológica, y ninguno que la haya iniciado. La iniciación vino por lo general de una persona con la debida formación, interés y motivación, pero sin la necesaria influencia para implantar sus ideas sobre predicción tecnológica. La barrera de la línea de directivos (staff) es otro aspecto de este problema, representada por un alto personaje de la compañía que trata de vender la técnica a un grupo planificador subordinado, el cual, a su vez, ha de venderla a los jefes de ese grupo.

5. Incapacidad de los jefes de grupo para ver el futuro con la suficiente antelación. Un último impedimento de los directivos ante la predicción tecnológica es la escasa perspectiva temporal de la línea de decisión en los departamentos de beneficio controlado. La

compensación de la predicción tecnológica se manifiesta muchas veces a largo plazo, y, como decía un director de planificación de la tecnología, "la gran sociedad anónima no tiene memoria para la inversión a largo plazo"<sup>35</sup>.

Podrían citarse otras investigaciones, para confirmar estas conclusiones, pero todas refuerzan los argumentos generales.

Otras pruebas confirman que la toma de decisiones en relación a los proyectos de IDE o a la estrategia general suele ser una materia discutida dentro de la empresa. La incertidumbre general significa que pueden mantenerse muchas opiniones distintas y la situación, es típico, que sea de recomendación y discusión política en la que las estimaciones de los proyectos se utilizan por los grupos de intereses para reforzar un punto de vista particular. Las técnicas de valoración y la predicción tecnológica desempeñan un papel muy importante en movilizar, potencial y organizar.

La mayoría de las empresas son incapaces de hacer cálculos muy racionales acerca de un proyecto por la incertidumbre inherente al proceso, por la falta de información necesaria para una conducta racional y por la falta de tiempo e inclinación a utilizar métodos muy complicados de determinación. Esto significa que el crecimiento es caótico y que nadie prevé con mucha claridad el resultado de su propia conducta y la de sus competidores.

De lo anterior podríamos plantearnos la siguiente pregunta: ¿Cuál es la función de la planificación tecnológica en un contexto de subdesarrollo? Algunas posibilidades son<sup>36</sup>:

1.- El pronóstico tecnológico permite la disminución de la incertidumbre específica relacionada con el aumento repentino de nuevas

<sup>35</sup>Cita anterior.

<sup>36</sup>"Planificación a largo plazo, pronósticos tecnológicos y subdesarrollo: ¿Pensamos en lo inverosímil?; Joseph Hodara; Simposio de la Ciencia y la Tecnología en la Planeación del Desarrollo; Conacyt; México 1981.

técnicas y la demanda de éstas. A través del pronóstico tecnológico podría mejorar la comprensión de lo que ocurre -y de las tendencias principales- y quizá de esta manera podrían implementarse algunas medidas de política preventiva o de anticipación.

2. El pronóstico tecnológico ayuda a estimar el tiempo de vida de las tecnologías, sus fases, curvas de difusión y ciclos, y por lo tanto facilita la implantación de políticas tecnológicas más efectivas y discriminatorias.

Por desgracia los países en vía de desarrollo no entienden bien las secuencias tecnológicas ni los "eslabones faltantes", y tienden a refugiarse en observaciones como "brecha institucional y de comunicación", "infraestructura pobre", "falta de masa crítica", "necesidad de crecimiento endógeno", etc. Todas estas categorías explicativas y exhortativas son correctas, reflejan realidades y aspiraciones, pero no bastan. No permiten articular una teoría del avance tecnológico en los países en vía de desarrollo, ni llevar a cabo una formulación de política bien equilibrada. Los pronósticos tecnológicos pueden moderar -y quizá invertir- el proceso de declinación de la utilidad social y analítica de esas nociones mal articuladas.

3.- Los pronósticos tecnológicos facilitan la distinción entre las innovaciones graduales, radicales y las de sistemas. Por innovaciones de sistemas se entienden dos cosas: i) un avance tecnológico importantísimo que produce gran número de efectos y consecuencias (por ejemplo, los circuitos integrados, los artefactos para telecomunicación, etc.); ii) un grupo de innovaciones que al mismo tiempo agitan e invaden el mercado (o cualquier esfera social), modificándolo radicalmente.

4.- Los pronósticos tecnológicos permiten la determinación de niveles específicos de apoyo para la investigación y el desarrollo experimental, incluyendo personal, equipo y ambiente de organización. Además, permiten que los ejecutores de la política se den cuenta tanto

de los riesgos del mercado como de la necesidad de encontrar "nichos de mercado" que estén de acuerdo con las ventajas dinámicas de los países en vías de desarrollo.

5.- Los pronósticos tecnológicos facilitan el entendimiento político de los procesos y las decisiones relacionados con la tecnología que tienen lugar en el campo global y el nacional.

Es evidente que un entendimiento político más refinado, alcanzado a través de pronósticos tecnológicos podría producir (si los países en vías de desarrollo tienen realmente el deseo político de hacerlo), nuevos conceptos, objetivos, tácticas e instrumentos.

6.- Los pronósticos tecnológicos podrían evitar que la autosuficiencia se convirtiera, con el tiempo y a pesar de los deseos de sus defensores, en una práctica política segregatoria y autosofocante. En otras palabras, al facilitar la temprana detección de nuevos usos de los procesos, productos y materiales, los pronósticos tecnológicos pueden llevar a la división constructiva de la labor tecnológica entre los países, y dentro de ellos también, uniendo el crecimiento y la equidad.

En resumen, los pronósticos tecnológicos no tienen "poderes mágicos", y tampoco han llegado al campo estéril de la santidad institucional y emocional, como ha sucedido con otros conceptos en los países en vías de desarrollo. Es evidentemente un instrumento útil para un nuevo estilo de formulación de política. Además, si se vinculan adecuadamente con la planificación a largo plazo, los pronósticos tecnológicos pueden evitar peligrosas tendencias a través de planes aparentemente racionales como la planificación del desarrollo.

#### **IV. 6. Auditoría Tecnológica (Diagnóstico General Funcional)**

La auditoría tradicionalmente se ha orientado hacia aspectos financieros, concentrándose en la corrección de los riesgos contables y en lo adecuado de las actividades especificadas en dichos registros.

Sin embargo, el énfasis se ha venido cambiando a lo largo de los años.

Ahora responde a una demanda de mayor información útil que no se puede encontrar tan sólo en los estados financieros.

##### **Tipos de Auditoría.**

**Auditoría Financiera.**- Diseñada para verificar la corrección de las declaraciones contables y que estén preparadas de conformidad con los principios de contabilidad generalmente aceptados y congruentemente aplicados. Realizada por auditores internos y externos.

**Auditoría de Operaciones.**- Utilizada para revisar y evaluar la eficiencia y economía de los métodos y procedimientos de la organización. Realizada por auditores internos, externos, de operaciones y asesores.

**Auditoría Administrativa.**- Tiene que ver con la evaluación de la forma en que la administración está cumpliendo sus objetivos, desempeñando las funciones gerenciales de planeación, organización, dirección y control y logrando decisiones efectivas en el cumplimiento de los objetivos trazados por la organización.

**Auditoría de Funcionamiento.**- Usada para determinar la calidad

del más alto equipo administrativo y que toma decisiones clave en la organización, así como la calidad de su cooperación para el logro de los objetivos de la organización. Es realizada por miembros del Consejo de Directores.

**Auditoría Social.**- Dedicada no sólo a informar de la participación de la organización en actividades socialmente orientadas, sino también a determinar si alcanzó sus objetivos por actividad. Realizada por ejecutivos de alto nivel y asesores internos y externos de la gerencia.

La Auditoría Tecnológica se ubica como una especialidad de la Auditoría Administrativa enfocada a evaluar la función de la Tecnología (Investigación y Desarrollo e Ingeniería), la función de producción, la función de personal y la función del sistema de información.

Para efectos de enriquecer la revisión se hace énfasis en reconocer tanto a la organización, como sus recursos técnicos y materiales.

Con ello se revisan objetivos (capaces de ser medidos), los cuales están ponderados de tal forma que permiten conocer tendencias de los datos inicialmente auditados a través del tiempo (el objetivo de la verificación y seguimiento a largo plazo es precisamente esa evaluación).

Podemos decir que la Auditoría Tecnológica es una revisión a:

- 1.- La complejidad de la administración.
- 2.- La complejidad del proceso.
- 3.- Las funciones de los individuos.

Y que se efectúa por:

- a) Mediante la observación sistemática.
  - i. Del proceso



- Grado de Mecanización.
  - Eficiencia Energética.
  - Calidad y Rechazo.
  - Seguridad e Higiene.
  - Innovación Tecnológica.
- ii. De la información técnica.
- Ubicación y registro.
  - Frecuencia de utilización.
  - Frecuencia de actualización y suministro.
  - Adaptación a necesidades nacionales.
- iii. De los individuos.
- Conducta.
  - Creatividad.
  - Seguridad.
  - Decisión

b) Mediante entrevistas (37).

i. De diagnóstico general funcional (Tabla 14).

- De administración de tecnología.
- De administración de producción.
- De administración de recursos humanos.
- De administración de finanzas.
- De administración de mercadotecnia.

El diagnóstico general funcional, lo iniciamos con una hoja de trabajo (Tabla 14) que nos sirve para conocer la complejidad de desempeño de la empresa auditada, a causa de su administración.

La hoja de trabajo tiene 5 renglones ubicados horizontalmente y cada uno de ellos contiene diez columnas, siendo la primera pregunta la correspondiente al nivel de desempeño más simple, creciendo las siguientes preguntas en complejidad de la administración, hasta llegar a la décima que marca el nivel de empresa con mayor dinamismo tecno-

37 "Metodología para la aplicación de la Auditoría Tecnológica"; Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; Dirección General de Transferencia de Tecnología; Subdirección de Verificación y Apoyo; Departamento de Verificación y Seguimiento.

FIBRA DEL ENTRE VISTADO	TABLA 14	DIAGNOSTICO GENERAL FUNCIONAL	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			TECNOLOGIA	PRODUCCION	RECURSOS HUMANOS	FINANZAS	MERCADOTECNIA
INICIO DE FABRICACION			Artesanal	Artesanal	Familiar	Libros de ingresos y egresos	Se vende sólo
MARCAS			.25	.5	.25	.5	.25
PATENTES			Compra maquinaria	Taller	Contratante y pagador	Contrata contador	Contrata vendedor
			.25	.5	.25	.5	.25
			Compra	Estandarización	Reglamento interno	Formaliza	Inicia función de ventas
			.5	.5	.5	.5	.5
			Opera	Lay-out	Jefe de personal	Presupuesto y contabilidad admva.	Planea ventas
			.5	.5	.5	.5	.5
			Aprueba	Ingeniería Industrial	Selección y Adiestramiento	Costo por proceso	Regionaliza y diversifica
			.75	1.0	.5	.5	.5
			Compra "N" vez	Reducción de costos	Descripción de puestos	Costo Directo	Inicia mercadotecnia
			.75	1.0	.5	.75	1.0
			Asimila	Planeación Programación y control	Relaciones Industriales	Valuación de Proyectos	Planeación mercadotecnia
			1.0	1.0	1.5	1.0	1.5
			Innovación gradual y compra innovación de asalto	Factor humano	Manual de organización	Planeación financiera	Exporta
			1.0	1.0	1.5	1.0	1.5
			Innovación de asalto	Automatización	Planeación de recursos humanos	Planeación a largo plazo	Contra ataca
			2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
			Vende tecnología propia	Internacional	Desarrollo organizacional	Planeación estratégica	Internacional
			3.0	2.0	2.5	2.5	2.0
			OBSERVACIONES				

TABLA 14. Diagnóstico General Funcional. Hoja de trabajo.  
Fuente: Cita 37

**Lógico.**

La hoja tiene un total de 16 columnas divididas por renglones donde ubicaremos a los productos y efectuaremos un vaciado de información, para cada uno de ellos. Dichas columnas son:

- Firma de entrevistado.
- Producto (su descripción breve).
- Inicio de fabricación.
- Marca.
- Patente (del producto o proceso)
- Diez columnas (que se relacionan con los diez niveles de complejidad) con numeración del uno al cinco cada una (que se relaciona con los cinco renglones de administración).
- Observaciones (espacio necesario para anotar muy brevemente algún dato a requerir en el acta de inspección).

Su modo de empleo es en dos etapas.

La primera o la de conocer los productos:

- Consulte el organigrama funcional de la empresa.
- Seleccione un responsable que proporcione los datos de las columnas: producto, inicio de fabricación, marca y patente.
- Trabaje renglón por renglón cubriendo las primeras cuatro columnas, empezando por la columna producto, describiéndolo (límitese al espacio rectangular que le asigna cada columna al vaciar información).
- En la columna inicio de fabricación, anote la fecha en que el producto comenzó a fabricarse en México. Si fuera importado (no sirve para efectuar el diagnóstico) no anote fecha, únicamente escriba "importado", y elimine ese producto de cualquier análisis posterior durante la inspección.
- En la columna marca, anote la correspondiente al producto fabricado en México o importado.
- En la columna patente, anote la correspondiente al producto o su proceso.

Terminado lo anterior, pida al responsable entrevistado, firme cada renglón de la columna "firma del entrevistado".

En la segunda etapa o la del diagnóstico, se trabaja únicamente con los productos fabricados en México, renglón por renglón.

- Observe la parte superior de su hoja de trabajo, tiene 5 renglones (1.- Tecnología; 2.- Producción; 3.- Recursos Humanos; 4.- Finanzas; 5.- Mercadotecnia) y cada renglón tiene 10 columnas llamadas "Niveles de complejidad".

- Consulte la estructura organizacional y seleccione preferentemente al gerente de proceso para entrevistarlo con el renglón (1) Tecnología.

- Para cada producto, mencione lo escrito en cada cuadro al entrevistado, explicando brevemente el significado de cada uno de ellos. Pregunte el nivel de complejidad con el cual considera que administra la tecnología.

- Anote la respuesta exclusivamente en una de las 10 columnas correspondientes al renglón número 1.

- Terminada la entrevista del renglón (1) para todos los productos, entreviste al Gerente de Producción con el renglón (2) Producción, de la misma manera que lo hizo con el Gerente de Proceso, pero anotando la respuesta por producto en una de las 10 columnas del renglón número 2.

- Terminada la entrevista con todos los productos, haga la entrevista para la columna (3) Recursos Humanos con el gerente respectivo y así sucesivamente con las columnas (4) y (5).

ii) De parámetros de asimilación (Tabla 15).

- De la información, su organización, su diseminación, su análisis, de los recursos materiales.

- Para la producción, el proceso, el producto, el mercado.

La entrevista para la medición de los parámetros cuantitativos de asimilación (Tabla 15) es considerada como la parte central de la inspección, provee información específica de la tecnología de producción, tecnología de proceso, tecnología de producto y tecnología de mercado con elementos susceptibles de medirse, y además detectar sus tendencias de crecimiento a través del tiempo.

Estos elementos son:

- Información (Tabla 15a).

- Organización (Tabla 15b).

- Recursos humanos (Tabla 15c).

- Recursos técnicos (Tabla 15d).

- Recursos materiales (Tabla 15e).

Cada una de estas tablas tiene cuatro entrevistas, ubicadas en las columnas para los cuatro componentes tecnológicos.

Su modo de empleo es:

- Trabaje renglón por renglón.

- Anote en la columna producto, exclusivamente aquéllos fabricados en México.

- Pregunte lo anotado en la sección tecnología de producción al gerente respectivo y raye con una diagonal el cuadro correspondiente para cada producto.

- Si necesita anotar algún requerimiento use la columna de "observaciones".

- Proceda de igual manera para todos los productos, con todas las Tablas 15.



EMPRESA:	ORGANIZACION	PRODUCTO	TABLA 15b PARAMETROS CUANTITATIVOS DE ASIMILACION
			<u>TECNOLOGIA DE PRODUCCION</u>
			Sistemas de Control de Operación
			Rendimientos
			Calidad
			Tiempos y Movimientos
			Mantenimiento
			Seguridad
			Emisiones
			Uso de Energéticos
			Uso de Agua
			Sistema de Registro y Manejo de Información
			<u>TECNOLOGIA DE PROCESO</u>
			Sistemas de Información Técnica,
			Ingeniería y Proyectos, su registro y manejo
			Sistemas de Análisis de:
			a) Proceso
			b) Equipo e Instalaciones
			c) Información básica
			d) Característica de materias primas
			<u>TECNOLOGIA DE PRODUCTO</u>
			Sistemas de:
			a) Servicio Técnico
			b) Comercial
			c) Evaluación de competitividad
			d) Caracterización de producto
			Sistemas de Información Técnica,
			su registro y manejo
			Sistema de:
			a) Diversificación de aplicaciones
			b) Asistencia Técnica a Clientes
			<u>TECNOLOGIA DE MERCADO</u>
			Sistema de:
			a) Servicio Técnico
			b) Comercial
			c) Evaluación de competitividad
			d) Caracterización de producto
			<u>OBSERVACIONES</u>

TABLA 15b. Organización.  
Fuente: Cita 37

EMPRESA:	RECURSOS HUMANOS	LACION	PARAMETROS CUANTI-	TABLA 15c
PRODUCTO			TATIVOS DE ASIMI-	
				<b>TECNOLOGIA DE PRODUCCION</b>
				Capacitación General Industrial
				Capacitación específica
				a) Interna
				b) Externa
				Intercambios con el Licenciador
				a) Del exterior
				b) Al exterior
				Eventos técnicos
				Actualización Académica
				<b>TECNOLOGIA DE PROCESO</b>
				Capacitación General Industrial
				Capacitación específica
				a) Interna
				b) Externa
				Capacitación de:
				a) Ingeniería
				b) Investigación
				Actualización académica
				Intercambio Escuela-Industria
				Eventos científicos y tecnológico
				Intercambios con el licenciador
				a) Del exterior
				b) Al exterior
				<b>TECNOLOGIA DE PRODUCTO</b>
				Capacitación general industrial
				Capacitación en:
				a) Aplicaciones
				b) Transformación del producto
				Eventos tecnológicos
				<b>TECNOLOGIA DE MERCADO</b>
				Capacitación comercial
				Desarrollo de aplicaciones
				Actualización académica
				Eventos comerciales
				<b>OBSERVACIONES</b>

Tabla 15c. Recursos Humanos.

Fuente: Cita 37





TABLA 15e  
 PARAMETROS CUANTITATIVOS  
 DE ASIMILACION

RECURSOS MATERIALES  
 EMPRESA:  
 PRODUCTO

TECNOLOGIA DE PRODUCCION			TECNOLOGIA DE PROCESO			TECNOLOGIA DE PRODUCTO			TECNOLOGIA DE MERCADO		
LAB. ANA- LITICO	INSTRUMEN- TACION	CONTROL	LAB. DE INVEST.	PLANTA PILOTO	EQUIPO DE COMPUTO	LAB. DE DESARROLLO	LAB. DE CARACTERI- ZACION	PLANTA PILOTO	PUBLICIDAD	PRODUCCION	PRECIO

Tabla 15e. Recursos Materiales

Fuente: Cita 37

## EVALUACION

Se han cuantificado los objetivos alcanzados y el nivel de complejidad de la administración (Tabla 14).

Los parámetros cuantitativos de asimilación manejados por la empresa, se cuantifican, interviniendo la frecuencia de actualización y suministro de información (Tablas 15).

Se ubica a la empresa en un nivel de asimilación (dependencia o creatividad) como consecuencia de la observación sistemática y las entrevistas efectuadas (Tabla 16).

Los datos obtenidos de las Tablas 15 y 16 se procesan y al resultado (Tabla 17) obtenido, en unión del valor de la Tabla 14, lo trasladamos a las gráficas llamadas de "asignación de pago de regalías", donde influye la relación del capital para apoyar a las empresas con capital nacional.

Una vez establecida la situación de "donde se está" en cada una de las áreas de la empresa, vía las matrices de diagnóstico tecnológico (Tabla 16), es necesario confrontarlas con la posición deseada.

Ya definido en dónde se está tecnológicamente y a dónde se quiere llegar, el siguiente paso es realizar un desglose detallado de posicionamiento del producto en el proceso productivo. Para esto, las matrices de posicionamiento tecnológico (Tabla 17) ofrecen un excelente marco de análisis.

Los objetivos de estas matrices son:

GRADO DE ASIMILACION		E N F O O H F																			
PONDERACION SUMATIVA X NIVEL	ACTIVIDAD	VALOR	HACIA ADETRON					HACIA AFUERA													
			PROCESO ACTIVIDAD					PRODUCTO ACTIVIDAD													
		IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD																			
		HACIA ADETRON					HACIA AFUERA														
		PRODUCCION ACTIVIDAD					MERCADO ACTIVIDAD														
1.69	1.69	Dependencia completa.	0.54																		
4.54	2.85	Dependencia relativa.	1.81																		
8.85	4.31	Creatividad incipiente	1.08																		
15.79	6.94	No dependencia	1.62																		

TABLA 16. Nivel de Asimilación  
Fuente: CITA 17

GRADO DE ASIMILACION		E N F O Q U E						IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD			
PONDERACION SOMATIVA	NIVEL	ACTITUD	HACIA ADEENTRO		HACIA AFUERA		HACIA ADEENTRO		HACIA AFUERA		
			PROCESO ACTIVIDAD	NIVEL	PRODUCTO ACTIVIDAD	NIVEL	PRODUCCION ACTIVIDAD	NIVEL	MERCADO ACTIVIDAD	NIVEL	
26.11	10.32	Autosuficiencia	Se generan productos y procesos nuevos por extrapolación. Se puede competir con el licenciario en nuestro mercado, sin necesidad de protección contra las importaciones. No hay dependencia de un solo proveedor de materia prima, equipo, refacciones o servicio.	2.70	Se dominan las aplicaciones y uso del producto, así como las variables críticas de diseño. Se da servicio propio, autogenerado.	2.50	Altos promedios a nivel mundial. Se es competitivo en todos y cada uno de los renglones de costo.	2.42	Se acredita marca y nombre a nivel mundial. Se empieza a exportar sistemáticamente. No se requiere protección para el mercado local.	2.70	
40.0	13.89	Excelencia.	Se tienen procesos que optimizan el uso de los recursos propios, en forma totalmente competitiva. Se domina el mercado y se tiene una fuerte posición de negociación con proveedores.	3.25	Se compete a nivel mundial (se exporta más de un 30%). Se tienen personalidad e identidad de productos propios. Se investiga y desarrolla para satisfacer necesidades del futuro.	3.74	Procesos y productos en constante optimización. Se tiene una clara posición ventajosa en cuanto a gusto y calidad.	3.65	Se reconoce a nivel mundial la calidad, costo y servicio de los productos. Los clientes mundiales nos buscan.	3.25	
TOTAL:			10.0		10.0		10.0		10.0		
				DESARROLLO		DESARROLLO		DESARROLLO		DESARROLLO	

TABLA 16 (Continuación). Nivel de Asimilación

Fuente: Cita 37

PARA- METROS CUANTITATIVOS	NIVEL DE ASIMILACION											
	APREN- DIZAJE	MEJORAS	DESA- RROLLO	APREN- DIZAJE	MEJORAS	DESA- RROLLO	APREN- DIZAJE	MEJORAS	DESA- RROLLO	APREN- DIZAJE	MEJORAS	DESA- RROLLO
(A) INFORMACION VALOR	P R O C E S O			P R O D U C T O			P R O D U C I O N			M E R C A D O		
(B) ORGANIZACION VALOR												
(C) RECURSOS HUMA- NOS VALOR												
(D) RECURSOS TECNI- COS VALOR												
(E) RECURSOS MATE- RIALES VALOR												
RESULTADOS OBTENIDOS												
SUMA PARCIAL	SUBTOTAL:			SUBTOTAL:			SUBTOTAL:			SUBTOTAL:		
NIVEL MAXIMO			100			100			100			100
TOTAL GENERAL: _____												

TABLA 17: RESULTADO DE LOS DATOS PROCESADOS  
FUENTE: CITA 37

- a) Mantener la congruencia entre las áreas comerciales y operativas sobre las oportunidades, y la fuerza o debilidad para responder a ellas.
- b) Identificar y jerarquizar problemas actuales y potenciales.
- c) Segregar problemas, ubicándolos en forma ordenada para determinar la capacidad de respuesta de la estructura industrial.

En todo momento es recomendable el llenado de las matrices con datos cuantitativos y cuando no es posible, por la naturaleza de las preguntas, se recomienda fijar una escala subjetiva.

El gran trabajo que representa el llenado de estas matrices se ve compensado al momento de realizar el análisis, ya que inmediatamente se detectan las deficiencias que pudiera haber en cada uno de los pasos de fabricación del producto. Conociendo en detalle las deficiencias se puede planear la forma de corregirlas.

Observando los errores y las posiciones fuertes que hay en los procesos productivos y en el mercado de lo que actualmente se manufactura, el siguiente paso es determinar el grado de riesgo tecnológico y comercial que representa el emprender las posibles acciones técnicas mediante la identificación clara y objetiva de proyectos de desarrollo tecnológico, que acordes a las necesidades prioritarias de la empresa procuren el nivel de competitividad propuesto por la estrategia.

Es importante resaltar que cuando se habla de desarrollo tecnológico, existe un grado de riesgo y mientras el objetivo sea más ambicioso el riesgo se incrementa. Sin embargo, esta incertidumbre se ve compensada por los beneficios que se esperan del desarrollo. Al ser más alto el riesgo, son mayores los beneficios potenciales y esto es muy difícil de cuantificar por los múltiples factores subjetivos que se presentan.

## DESCRIPCION

## MODO DE EMPLEO

Gráfica logarítmica en dos dimensiones:

X = Pago de regalías

Y = Capacidad Tecnológica

A partir de Y se conoce X.

Multiplique la suma de valores de la Tabla 1, por el total general de la Tabla 22, por el factor de ajuste  $4.23 \times 10^{-5}$  para 100% nacionales y  $2.115 \times 10^{-5}$  para 100.0% extranjeras.

Esto da como resultado la capacidad tecnológica "Y".

En la Gráfica 16, aparece la ecuación  $\ln Y = -.666X$ .

Para encontrar el pago de regalías  $X = \frac{\ln Y}{-.666}$

En la Gráfica 17, aparece la ecuación:  $\ln(1+C) + \ln Y = -.666$ .

Para encontrar el pago de regalías X:

$$\ln(1+c) + \ln Y = -.666X$$

$$.6931 + \ln Y = -.666X$$

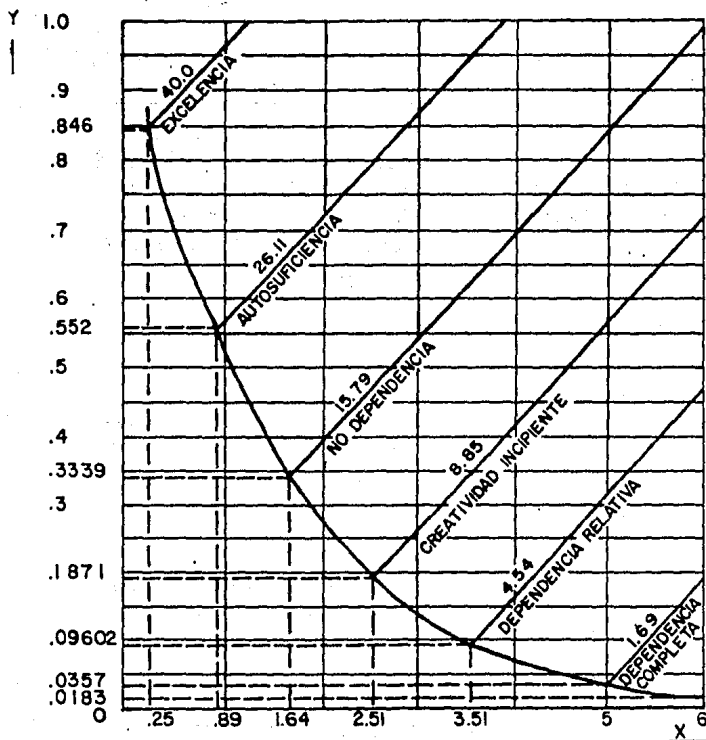
$$X = \frac{.6931 + \ln Y}{-.666}$$

Gráficas 16 y 17. Asignación del pago de regalías.

Fuente: Cita 37



Gráfica 16 - Asignación de pago de regalías incluido proceso y equipamiento tecnológico para empresas 100 % mexicanas



Importante: Antes de utilizar la gráfica calcule la capacidad tecnológica (Y)

Para conocer el pago de regalías (X) sustituye el valor de (y) en:  $\ln y = -0.666 X$

Despeje X; \_\_\_\_\_ % regalías

Modelo Matemático;  $y = e^{-0.666 X}$

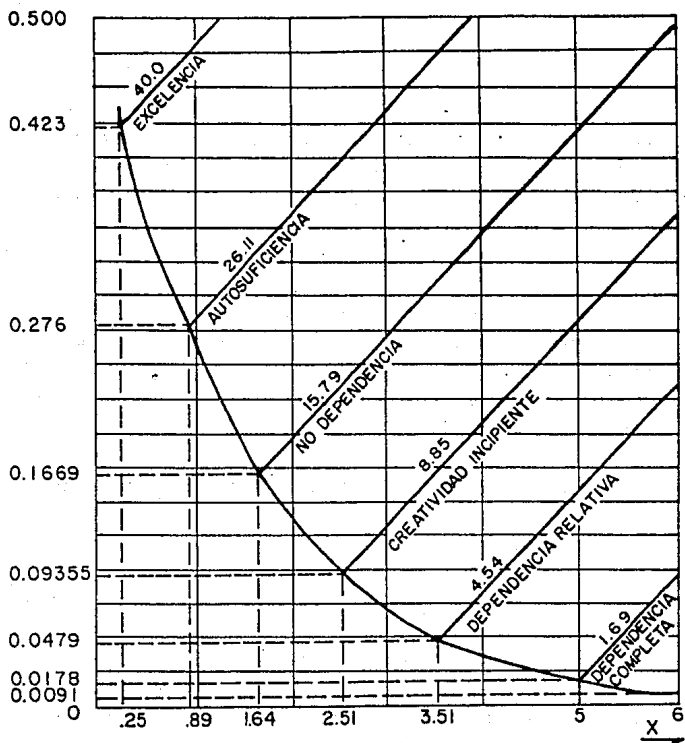
donde; X = Regalías

y = Capacidad Tecnológica

FUENTE: CITA (37)

e = 2.71828

Gráfica 17 - Asignación de pago de regalías incluido proceso y equipamiento para empresas 100 % extranjeras



Importante: Antes de utilizar la gráfica calcule la capacidad tecnológica (y), considere que  $C = 1$ .

Para conocer el pago de regalías (X), sustituya el valor de (y) en:

$$\ln(1+C) + \ln y = -0.666 X$$

Despeje X; \_\_\_\_\_ % regalías

Modelo Matemático:

$$y = \frac{e^{-0.666 X}}{1+C}$$

donde ;

X = Regalías

y = Capacidad Tecnológica

C = Relación de capital

e = 2.71828

FUENTE: CITA (37)

#### IV.7. Asimilación de Tecnología

La asimilación de tecnología es un proceso de aprovechamiento racional y sistemático del conocimiento, por el cual, el que tiene una tecnología, profundiza en su conocimiento, incrementando notablemente su avance en la curva de aprendizaje respecto al tiempo. Los objetivos son: primero, ser competitivos; y segundo, ser capaces de generar optimizaciones que incrementen calidad y productividad.

La asimilación de tecnología no es un fin en sí mismo, sino un medio para que las funciones técnicas dirigidas al objetivo de producir un bien o un servicio dentro de una empresa, se realicen lo más eficientemente posible, debido a que cuentan con la mejor información y conocimientos disponibles.

La asimilación de tecnología consta de tres actividades, que son:

- 1) Documentación y difusión.
- 2) Capacitación.
- 3) Actualización.

La documentación debe tener un propósito claro y preciso, ya que es un medio para preservar información que se quiere utilizar. Para esto, es necesario definir con precisión el sistema de generación, utilización y control, para que sirva a los fines propuestos. Los adelantos en sistemas de información permiten acumular y ordenar gran cantidad de información en espacios reducidos, pudiendo rescatarla inmediatamente a bajo costo.

La asimilación de tecnología forma parte del concepto general de gestión de tecnología. La gestión de tecnología es el conjunto de funciones técnicas que contribuyen a mejorar los costos de operación,

la calidad de los productos y el servicio a los clientes. Dichas funciones son:

- Planeación tecnológica.
- Adquisición y venta de tecnología.
- Adaptación de tecnología.
- Desarrollo de tecnología.
- Ingeniería.
- Asimilación de tecnología.
- Auditoría tecnológica.

Entre otras razones la tecnología se asimila:

- Por el conocimiento detallado del proceso, éste se ve constantemente mejorado debido a innovaciones menores que se efectúan bajo control.

- El conocimiento del valor en el uso del producto permite mejorar constantemente el diseño de productos, los materiales que intervienen en el proceso, etc.

La calidad se incrementa ya que, al tener detallados todos los procedimientos y manuales operativos, se facilita la tarea del control y medición, así como la detección de posibles mejoras para los procesos de manufactura y para asegurar la calidad.

La capacitación del personal de nuevo ingreso se facilita y se uniforma.

Los costos, como reflejo de la productividad, se ven mejorados sustancialmente con la eficiencia de horas-hombre y horas-máquina.

En el caso de empresas que operan con tecnología licenciada, el haber alcanzado a reproducir los parámetros de la tecnología original y maximizar resultados, les permite estar en una posición más sólida

de conocimientos para obtener retroalimentación de información relevante y de vanguardia de su licenciador. La asimilación de tecnología permitirá que, al finalizar los correspondientes contratos de licencia, ya no sea necesario renovar el contrato, ya que la tecnología involucrada habrá sido totalmente digerida o bien, en la renegociación, se obtendrían mejores condiciones para el licenciamiento, tales como acceso a nuevos desarrollos o ahorros en el monto de las regalías.

La integración se refiere tanto a la sustitución de importaciones de insumos, como de equipo y a la integración vertical y horizontal que pueda lograr la empresa debido a su posición tecnológica.

La rotación de personal en todos los niveles ha roto con muchos esfuerzos técnicos que, en ocasiones, significa pérdidas de años de trabajo. La asimilación de tecnología, en su misma definición, se presenta como una solución a este problema, con base en la documentación respectiva.

Una vez aceptado que en una organización se requiere hacer un esfuerzo en asimilación de tecnología, es necesario realizar primero un diagnóstico de dónde se está, a dónde se quiere llegar y con qué recursos se cuenta para ello.

En la Tabla 18 se presentan seis niveles del grado de asimilación, que sirven de guía para ubicar el estado tecnológico de la empresa<sup>38</sup>.

Siendo la primera actividad de la asimilación de tecnología la documentación, en la Tabla 19 se presentan, en forma de lista de comprobación, los paquetes de información más usuales. Cabe aclarar que no todas las empresas requieren de todos los paquetes: se deben seleccionar y definir, según las necesidades propias de cada empresa.

<sup>38</sup>Guía de asimilación de tecnología"; II Seminario de Tecnología del IMIQ; Mayo 1984; INFOTEC.

No hay recetas, hay que aplicar el mejor criterio disponible. El programa debe ser consistente con nuestra estrategia de planeación técnica.

1.- Documentación: la forma varía según el tipo de industria, los productos que maneja y, fundamentalmente, el tipo de organización. Una organización orientada hacia la realización de un proyecto de inversión es radicalmente diferente a la organización de una empresa orientada para producir un bien y comercializarlo.

Para un proyecto nuevo, la tecnología está en una fase incipiente de asimilación y el éxito que se tenga en acelerar la curva del aprendizaje dependerá en mucho de la eficiente documentación de toda la ingeniería que se realiza durante la ejecución del proyecto.

Aún en el caso de operaciones ya existentes, suele no haber una definición clara en cuanto a la nomenclatura de lo que contiene cada documento relacionado con la tecnología. Existen tres tipos de categorías para documentos que pueden simplificar la tarea de documentar. En la Tabla 22 se explica detalladamente el contenido y uso de estos tres tipos de documentos.

2.- Capacitación: la segunda etapa de la asimilación tecnológica es la difusión del conocimiento documentado. Para esto, hay que definir qué necesita saber y desarrollar cada puesto de la organización, establecer un sistema de comunicación que asegure la comprensión y, finalmente, establecer un mecanismo de control que verifique cómo se está cumpliendo el objetivo.

La capacitación se suele llevar a cabo de diferentes formas, que quedan comprendidas en una de las siguientes:

Cursos internos.- Se definen y desarrollan ad-hoc específicamente para cada caso, en cada empresa.

Cursos externos.- Por lo general, no son específicos para la problemática de la organización, los imparten centros especializados y el adquirente del curso tiene que asimilar el conocimiento para adaptarlo a las necesidades de la organización.

La capacitación "sobre" el trabajo.- Consiste en aquellas acciones de capacitación en la actividad diaria que, inherentemente, mejoran el conocimiento de las operaciones de la empresa. esto se logra a través de la observación y la comunicación individual, participación en grupos de análisis de problemas y desviaciones al estándar, estudio autodidacta de literatura y participación en grupos creativos tipo "tormenta de ideas", entre otros.

La capacitación coadyuva a crear la conciencia de la necesidad de superación técnica del personal en todos los niveles de la empresa, además contribuye a:

- a) Tener un vehículo de inducción y adiestramiento para personal nuevo, en los procesos, productos y mercados.
- b) Propiciar la transmisión sistemática de conocimientos técnicos a nivel personal dentro de cada rama de la organización, contrarrestando el excesivo celo individual de los conocimientos que impedirían más amplia y profunda asimilación a nivel empresa.
- c) Informar, a nivel general, el interés y prioridad que la empresa dé a la capacitación técnica.

3.- Actualización: Cuando el conocimiento ha sido asimilado, se observa que las curvas de aprendizaje se han vuelto asintóticas, y en ese momento el objetivo ya no está centrado en asimilar el proceso o producto, sino en mejorarlo mediante el desarrollo propio de innovaciones, basándose en la confianza de que las variables del proceso están bajo control. Ya se conoce el cómo y el porqué de la tecnología.

Las tres actividades básicas de la asimilación de tecnología son: documentación y difusión, capacitación y actualización, y la única vía de ponerlas en práctica es su atención y seguimiento constantes desde los niveles más altos de la organización, manteniendo la motivación del personal para que dedique una buena parte de su tiempo a documentar lo que está haciendo bien y otra buena parte a aprender lo que todavía no domina.

Un programa de asimilación tiene como características fundamentales:

- a) Que participe todo el personal con funciones técnicas.
- b) Que se establezca un sistema claro y seguro de documentación.
- c) Que exista acceso a la información que se genere.

Para esto, es necesario hacer un planteamiento global del sistema de documentación que se seguirá y que deberá iniciarse con la captura de información en los centros generadores o usuarios y culminar con la implantación de un mecanismo de control adecuado para su cabal observación y periódica actualización.

Un programa de asimilación de tecnología, que reúna las características anteriormente marcadas se puede organizar de la siguiente manera:

- 1.- Asignar un responsable que coordine el programa.
- 2.- En función de lo que queremos asimilar (Tabla 19), preparar una lista exhaustiva que incluya todos y cada uno de los paquetes requeridos.
- 3.- Escoger el ciclo de revisión (entre 6 y 24 meses) y programar cuáles paquetes se van a ir introduciendo cada mes durante el



primer ciclo.

4.- Nombrar un comité o grupo de trabajo que prepare cada paquete, e instruirlo sobre cómo organizar el material (Tablas 21 y 22)

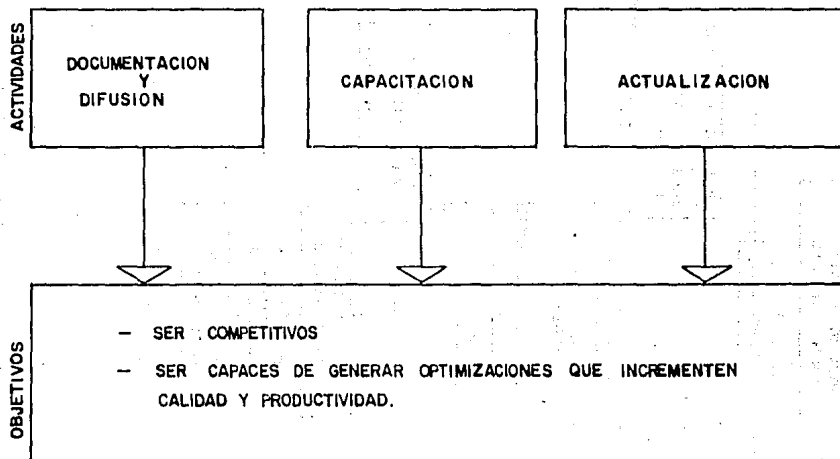
5.- Una vez preparado el material, debe ser aprobado por uno o dos niveles más (para su consistencia y coherencia).

6.- Reunir a los involucrados y explicarles el nuevo procedimiento, desde qué fecha se exigirá su implantación total y aclarar cualquier duda técnica o administrativa que surja en la explicación.

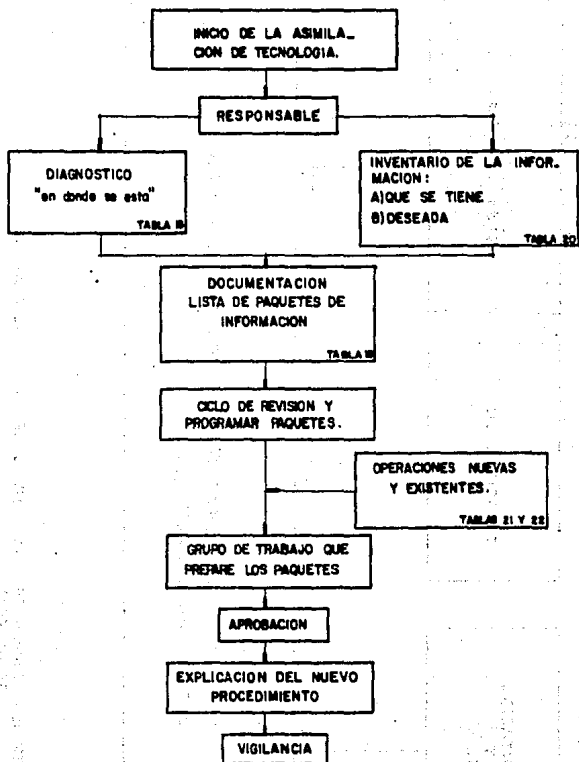
7.- Vigilar que efectivamente se haya implantado cada procedimiento, así como verificar su observancia y actualización.

Después de organizar el programa, la labor del auditor se puede concentrar en tres puntos:

- a) Cumplimiento de las fechas del programa.
- b) Preparación de documentos completos.
- c) Estricta adhesión a los procedimientos.



GRAFICA 18.- ACTIVIDADES Y OBJETIVOS DE LA ASIMILACION DE  
TECNOLOGIA.



GRAFICA 19 - Organización del programa de Asimilación de Tecnología

GRADO DE ASIMILACION	ENFOQUE		IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD	
	HACIA ADENTRO	HACIA AFUERA	HACIA ADENTRO	HACIA AFUERA
	(Procedimientos y métodos de manufactura del producto)	(El producto en el mercado)	(Productividad: mano de obra, equipo y materias, energía, etc.)	(Mercadotecnia: calidad, servicio, imagen, participación de mercado, etc.)
1. Dependencia completa	Se desconoce producto y proceso. Las decisiones están en manos del propietario de la tecnología.	No se conoce el uso del producto.	Altos costos.	Sólo mercados cautivos.
2. Dependencia relativa	Hay experiencia en producir el producto. Las decisiones locales se limitan a nivel de pregunta sugerencia con base en criterios propios. No se conoce la flexibilidad del proceso.	Se busca, mediante el producto, licencias locales, saber lo que quiere el usuario.	No hay mucho interés en ser competitivo vía productividad.	Se busca mantener la posición de mercado local.
3. Creatividad incipiente.	Se inician adaptaciones y sustituciones en materias primas, diseño y especificaciones mínimas adecuadas. Cualquier modificación requiere de la participación del licenciador.	Se identifican las especificaciones que dan valor de uso al producto en nuestro mercado y se empiezan a optimizar.	Es de los líderes en el mercado nacional en eficiencia, costos y calidad.	El servicio y la calidad proporcionan la imagen de empresa en desarrollo.
4. No dependencia.	Se empieza a capitalizar el cambio menor, la mejora evolutiva y la curva de aprendizaje, batiéndose en la operación misma de la planta.	Se dominan las aplicaciones y uso del producto. Se da servicio como parte importante.	Se compete a nivel mundial en cuanto a costos globales (ventas en mano de obra suelen pensar desventajas en gasto fijo o materias primas).	Se es líder en el mercado nacional, se exporta de 20 a 40% en condiciones favorables de demanda mundial.
5. Autosuficiencia.	Se generan productos y procesos nuevos por extrapolación. Se puede competir con el licenciario en nuestro mercado, sin necesidad de protección contra importaciones. No hay dependencia de un solo proveedor de materia prima, equipo, refacciones o servicio.	Se dominan las aplicaciones y uso del producto, así como las variables críticas de diseño. Se da servicio propio, auto generado.	Altos promedios de costo. Se es competitivo en todos y cada uno de los renglones de costo.	Se acredita marca mundial. Se empieza a exportar sistemáticamente. No se requiere protección para el mercado local.
6. Excelencia.	Se tienen procesos que optimizan el uso de los recursos personales en forma competitiva. Se domina el mercado y se tiene una fuerte posición de negociación con proveedores.	Se compete a nivel mundial (se exporta más del 30%). Se tienen personalidad e identidad de productos propios. Se investiga y desarrolla para satisfacer necesidades del futuro.	Procesos y productos en constante optimización. Se tiene una clara posición ventajosa en cuanto a costos y calidad.	Se reconocen a nivel mundial la calidad, costos y servicio de los productos. Los clientes mundiales nos buscan.

Tabla 18. Grados de asimilación de tecnología (Definir en dónde se está y adónde se quiere llegar en materia tecnológica).

Fuente: Cita 38

Tecnología de Producto	Tecnología de Proceso	Tecnología de Producción	Tecnología de Equipo
Descripción del producto	Especificaciones del proceso para control de calidad	Especificaciones del proceso para producción	Especificaciones de maquinaria y equipo
Especificaciones de prueba para control de calidad	Normas oficiales y estándares aplicables al proceso	Especificaciones del proceso para control de calidad	Especificaciones de instrumentos-instrumentación
Dibujos del producto (para reducción y ensamble)	Memorias de cálculo del proceso	Hojas de proceso con toda la información relevante para producción	Partes de repuesto
Normas y estándares oficiales aplicables al producto	Análisis de capacidades instaladas	Hojas de proceso con toda la información relevante para control de calidad	Dibujos de herramientas o dispositivos
Memoria de cálculo del diseño del producto	Descripción del proceso paso a paso	Normas oficiales y estándares de protección contra la contaminación	Memorias de cálculo de equipo
Modelo prototipo	Arreglos general	Normas oficiales y estándares de tratamiento de desechos	Memorias de cálculo de las redes de servicios
Manuales de operación del producto	Diagramas de flujo de proceso de bloques	Normas oficiales y estándares de producción	Manuales de mantenimiento de equipo
Manuales de mantenimiento del producto	Balances de materiales y energía	Balances de materiales, cálculo diario rendimientos, control de costos	Manuales de calibración de instrumentos
Manuales de control de calidad	Base de cálculo de rendimientos	Hojas de cálculo/postcálculo	Instalación y arranque de maquinaria y equipo
Información sobre usos y aplicaciones	Especificaciones de materias primas	Análisis de seguridad industrial	Selección de equipo
Formulas y composiciones	Especificaciones de reactivos auxiliares	Manual de mantenimiento	Selección y servicios de adquisición de equipo
Especificaciones de materiales y mezclas	Especificaciones de productos en proceso	Estudio relativo a los inventarios de producto terminado	Distribución de planta
Estado de partes o insumos	Especificaciones de materiales de empaque	Análisis de la capacidad instalada en las operaciones clave de transformación, armado y acabado	Especificaciones de la planta instalación
Estructuras de ensamble	Especificaciones de productos terminados	Manuales de servicios de planta	Especificaciones de las redes de servicios
Especificaciones empaque	Especificaciones de sub-productos	Formación de centros de documentación técnica	Diseño arquitectónico-estructural de la planta
Estructura de su manejo	Balances de materiales y energía	Diseño y puesta en práctica de sistemas de cómputo-procesamiento de datos	Planos de construcción y puesta en operación de la planta
Exploración de proveedores y materias primas y comentarios	Diseño para tubería	Análisis de las situaciones de patentes y restricciones de tipo legal de producción, ventas y usos	Planos de construcción y suministro de maquinaria y equipo
Selección de proveedores y materias primas y comentarios	Diseño para la instalación mecánica	Manuales de organización de ingeniería	Fuentes usuales de información: proveedores de materias primas y equipo.
Administración de información técnica y general sobre productos y mercados	Diseño para la instalación eléctrica	Manuales de seguridad	
Administración de información técnica y general sobre economía	Manuales de operación	Manuales de administración de la producción	
Realización de estudios e investigación y desarrollo sobre productos, mercados, empresas y economía nacional	Manuales de mantenimiento	Manuales de aseguramiento de calidad	
Análisis de las industrias consumidoras	Reporte de laboratorio		
Análisis de la competencia	Reporte de planta piloto		
Estudio integral de tarifas, fletes y seguros	Análisis de los subproductos que se obtienen o se obtendrán		
Estadísticos de mercados internacionales	Análisis de posibilidades de nuevos procesos tecnológicos		
Análisis o evaluación del capital de inversión	Fuentes usuales de información: firmas de ingeniería.		
Especificaciones que requieren los procesos de los consumidores			
Servicios de procuración			
Servicios técnicos de venta			
Fuentes usuales de información: patentes, fabricantes de productos, a un alto grado de creatividad incipiente o generación propia, datos del entorno vía centros de información especializados			

Tabla 19. Listados de paquetes tecnológicos y sus fuentes de información.

fuente: Cita 38.

Grado de Asimilación	Qué se obtiene	De dónde se obtiene (anexo fuentes usuales de información)	Cómo se difunde y Capacita	Cómo se mantiene actualizado	Cómo se tiene la información
1. Dependencia completa.	La información mínima para manufacturar el producto.	Del licenciatarlo.	No hay.	No hay.	No hay información ordenada y documentada.
2. Dependencia relativa.	Algunas especificaciones y dibujos. Carpeta tecnológica proporcionada por el licenciador.	Del licenciatarlo y de firmas de ingeniería.	Algunos cursos de tipo general.	Por crisis en producción.	Existen algunos procedimientos y manuales operativos pero sin actualizar y, por lo general no son utilizados.
3. Creatividad incipiente.	Manual de operaciones, procedimientos típicos. Se empieza a documentar la experiencia y las variaciones dentro de un rango estrecho.	Existe reconocimiento de las fuentes y servicios de información. El esfuerzo de documentar es interno.	Cursos externos especializados, programados y dirigidos al personal que lo aplicará. Se formalizan cursos internos a nivel operador.	Por interés de aumentar mercado. Por convencimiento a nivel directivo se empieza a estudiar sustituciones menores.	Se responsabiliza a un grupo o a una persona de documentar sistemáticamente la información tecnológica que utiliza la empresa.
4. No dependencia.	En forma sistemática se documenta el cambio. Se cuenta con la información y estadísticas, propias y externas. Se entiende la interrelación global de las variables críticas.	Se utilizan todas las fuentes disponibles, se compara información externa con la generada internamente.	Cursos a todos los niveles, tanto internos como externos. Todos saben qué tienen que hacer y por qué.	Por cultura propia de la empresa, se ve como necesidad el mantener un sistema de actualización.	Ya existen procedimientos, manuales operativos y sistemas que son actualizados periódicamente por un grupo de técnicos.
5. Autosuficiencia.	Se intercambia información con líderes en el mundo. En la organización hay individuos que generan arámbicamente conocimientos aplicados al proceso y al producto. La documentación técnica es eficiente y se ha integrado a la rutina. Hay capacidad de diseñar un cambio mayor.	Se utilizan todas las fuentes y medios disponibles. Se es capaz de distinguir inmediatamente la información relevante de la superflua.	Por la misma estructura organizacional de la empresa se genera el mecanismo de difusión y capacitación.	Basada en sus recursos, la empresa genera conocimientos y existe un sistema y una disciplina de actualización.	Ya no son necesarios los programas de asimilación porque la documentación, capacitación y actualización son actividades integradas a todas las funciones técnicas.
6. Excelencia.	Estructura organizacional técnica documentada e informada de lo que pasa en el mundo, y se tiene la certeza de ser líder mundial.	Además de recurrir en forma intensiva a las fuentes externas, la información se apoya fundamentalmente en las fuentes propias (investigación y desarrollo).	El desarrollo técnico interno de recursos humanos es esencial, tanto en capacitación explícita como en el trabajo.	Se cuenta con los mejores elementos en el mundo en las especialidades de la empresa. La actualización es la esencia de la posición de liderazgo.	Aparte de la documentación que en forma sistemática existe para el uso de la empresa, se documenta para vender y dar a conocer al mundo la capacidad técnica de la empresa.

Tabla 20. Correlación del grado de asimilación y documentación.

INGENIERIA  
BASICA

## Descripción general del proceso.

Diagramas de bloques de flujo de proceso y servicios.

Propiedades físicas y químicas de materias primas, productos en proceso, productos terminados y subproductos.

Balances de materia y energía del proceso y servicios.

Diagramas de tubería e instrumentación del proceso y servicios.

Descripción de la operación y control del proceso.

Control de calidad de materias primas, productos y subproductos.

Problemas de contaminación y eliminación de desechos.

Arreglo general de la planta.

Lista de equipos y relación de motores.

Lista de instrumentos.

Especificaciones de operación de equipos e instrumentos.

Especificaciones de materiales para equipos y tuberías.

Definición de edificaciones de procesos y servicios.

Diagrama unifilar general.

Criterios de diseño civil, mecánico, eléctrico y de instrumentación.

Manual de diseño del proceso

Manual de diseño de la planta

INGENIERIA  
DE DETALLE

Ingeniería civil.

Ingeniería eléctrica.

Ingeniería mecánica y tuberías.

Ingeniería de instrumentación y seguridad.

Instructivos de operación de equipos e instrumentos.

Instructivos de mantenimiento de equipos e instrumentos.

Instructivos de pruebas de equipos y sistemas.

Instructivos de puesta en marcha de la planta.

Libros del proyecto.

Manual de operación  
y arranque.

Tabla 21. Documentos para proyectos nuevos y sus contenidos.

## LIBROS DE PROYECTO

Carpeta de planos reducidos

Carpeta de especificaciones de equipos, tuberías y aislamientos.

Carpeta de especificaciones de instrumentos.

Carpeta de especificaciones de construcción.

Carpeta de memorias de cálculo.

Carpeta de estudios.

Carpeta de dibujos de fabricación de equipos

Carpeta de criterios de diseño.

Carpeta de costos de la planta (equipo, construcción e instalaciones)

## INGENIERIA CIVIL

Estudio de mecánica de suelos.

Dibujos de localización de la planta (topográficos y de curvas de nivel).

Cimentaciones y estructuras de edificios y equipos.

Dibujos arquitectónicos (del conjunto y de edificios particulares).

Dibujos de espuelas de ferrocarril.

Memorias de cálculo civiles.

Especificaciones generales de construcción.

Red de drenajes.

Diagramas unifilares.

Diagramas de control.

Distribución de fuerza:

- Arreglos de equipo de subestación y tableros de distribución.

- Planos de rutas de las líneas

Planos de alumbrado y contactos en edificios y áreas exteriores.

Planos de red de tierras y pararrayos.

Especificaciones de equipo eléctrico.

Estudio de corto circuito.

Cédula de cable y conduct.

Memoria técnica-descriptiva.

## INGENIERIA ELECTRICA

INGENIERIA MECANICA  
Y TUBERIAS

Diagramas de tubería e instrumentación (complemento) de proceso y servicios.

Especificaciones de equipos.

Especificaciones de tubería.

Especificaciones de aislamiento.  
Instrumentos.  
Indice de tuberías.  
Memorias de cálculo de equipos.

Memorias de cálculo de tuberías y ductos.

Dibujos de arreglos de equipos.

Arreglos de tuberías e isométricos.

Dibujos de soportes de tuberías.

Indice de instrumentos y elementos de seguridad.

Diagramas de instrumentación y control.

Especificaciones de instrumentos, tableros de control y elementos de seguridad.

Detalles típicos de instalación de instrumentos.

Memorias de cálculo de instrumentos y elementos de seguridad.

Dibujos de localización de instrumentos.

Dibujos de tableros de control.

INGENIERIA DE  
INSTRUMENTACION Y  
DE CALIDAD

Tabla 21 (continuación). Documentos para proyectos nuevos y su contenido.



Documento	Qué contiene	Cómo se genera y cómo se presenta	Para qué se utiliza	Quién lo utiliza y quién lo actualiza	Ejemplos
Datos de diseño y construcción.	Planos de cálculos y dimensiones manuales.	Durante la construcción; presentación variable.	Verificar datos; proponer y registrar cambios.	Ingeniería Operaciones	Modificaciones al proceso. Ampliaciones.
Procedimientos.	Describen las actividades de dos o más áreas de la empresa, ya sea para interaccionar o para obtener un servicio una de otra.	Principalmente lo generan áreas "staff" y presentan un listado de actividades paso a paso hasta llegar al objetivo final. Se sugiere acompañar de formatos.	Hacer eficiente la comunicación mediante un orden administrativo.	Suelen utilizarlo todos los individuos de la empresa, y su actualización se realiza con el uso mismo del procedimiento. Su uso es manual, mediante formas.	Administración de sueldos. Requisiciones de compra. Gastos de viaje. Listas de autorización. Presentación de reportes. Minutas de juntas. Control de presupuesto. Gastos de oficina. Cursos de capacitación.
Manuales operativos.	Describe la forma de ejecutar trabajos específicos propios de una área cuyo control depende de una persona.	Se generan internamente en cada área, en los aspectos de ingeniería y producción, y se suele acudir a firmas de ingeniería para su elaboración, para aspectos comerciales, jurídicos y otros, se suele acudir a firmas consultoras.	Para establecer normas internas, para detectar desviaciones, uniformar los sistemas de producción mediante el control de variables y para llevar un registro de innovaciones.	Lo utilizan sólo los responsables directos del trabajo que se describe, y ellos mismos lo actualizan, generalmente con base en innovaciones menores.	Manual de aseguramiento de calidad. Manual de control de proceso. Manual de mantenimiento. Manual de comercialización.
Sistemas	Consiste en la mecanización de la información, cuando por su volumen y repetitividad los medios manuales se tornan riesgosos y consumidores de horas-hombre.	Por la necesidad de procesar información rápida y eficiente. Son programas que se adquieren o se desarrollan internamente.	Para ahorrar horas-hombre. Para dar rigidez y congruencia. Para dar oportunidad a la información.	Suelen ser servicios de apoyo para toda la organización. Se actualiza incrementando el número de actividades que pueden ser mecanizadas.	Control de inventarios. Nóminas. Cuentas por pagar. Control de pedidos. Programación de la producción.

Tabla 22. Clasificación de documentos para operaciones existentes.

#### IV.8.- Selección y Evaluación de Proyectos.

Con la definición de la misión de la empresa se inicia el ciclo de planeación tecnológica. El reconocimiento del reto tecnológico al que se enfrentará la empresa se obtiene a través del diagnóstico de la posición tecnológica. Con esto se definirá si de la que se dispone, desde el punto de vista técnico en sus aspectos humanos y materiales, es congruente con lo que se requiere, de tal manera que cuando se alcanza este equilibrio, emergerá el plan tecnológico, constituido a su vez por los proyectos de desarrollo tecnológico a realizar.

Estos proyectos son clasificados según su naturaleza y objetivo (Tabla 23).

Si ha existido una secuencia ordenada en la planeación, el grado de cambio o creatividad implícito en los proyectos de desarrollo tecnológico, están en forma general, atados a la misión de la empresa.

En la Tabla 24 se ejemplifican algunas situaciones comunes.

Una consecuencia de lo anterior es diferenciar los recursos (Tabla 25) que se deben asignar a un proyecto, de acuerdo a una misión dada, no sólo de acuerdo a su monto, sino en forma cualitativa.

La importancia de reconocer esto estriba en la asignación de recursos, por lo tanto, es imprescindible tener una idea clara de los beneficios que se esperan de una misión dada, para asignar los recursos en forma tal, que se maximicen a largo plazo, cumpliéndose así la función de la planeación estratégica.

Tanto el proceso de planeación estratégica como el de planea-

TABLA 23.- Clasificación de los proyectos por su naturaleza y objetivos.

TIPO DE PROYECTO IMPACTO	TECNOLOGICOS			OPERATIVOS			
	DES. PRODUCTO	DES. PROCESO	DES. MAQ. Y EOU.	MEJ. RENDIM.	MEJ. EFICIENCIA	EQUIPAMIENTO.	CULT. INDUST.
AUMENTO DE VOLUMEN							
MEJORA DE MARGEN							
DISMINUCION DE CAPITAL DE TRABAJO.							
REDUCCION GASTO FIJO							
NECESIDAD							
BUENA ADMINISTRACION							

TABLA 24.- Alcance del proyecto y recursos

MISSION	ENFOQUE	OBJETIVO DEL	RECURSOS	RIESGO
REFORZAR	DEFINIR PRODUCTO	INNOVACION	ALTOS	ALTO
SOSTENER	MEJORAR COSTO	ADAPTACION DEL PROCESO	DE MEDIOS A ALTOS	MEDIO
DEBILITAR	MINIMIZAR GASTOS	RACIONALIZAR CLIENTES	NO SE REQUEREN	NULL

TABLA 25.- Nivel de recursos para proyectos de desarrollo tecnológico

MISSION	GASTO CORRIENTE EN RECURSOS		INVERSIONES EN ACTIVO FIJO
	EN RECURSOS	OTROS	
REFORZAR	Alto por búsqueda de competencia	Alto por innovación y servicio	Alto por instalaciones y maquinaria nueva.
SOSTENER	Medio para mantener la planta básica	Medio para mantener programa de producción/servicios	Bajo, para hacer modificaciones, adaptaciones.
DEBILITAR	Mínimo para que el negocio continúe "a tiempo".	No se requieren	No se requieren

Fuente: Estrategia tecnológica integral; José Giral B., Sergio González. (39)

neación tecnológica, proveen valiosos elementos de toma de decisiones. Sin embargo, estos elementos tienen como común denominador un carácter indicativo tanto en su aspecto cualitativo como cuantitativo.

El plan tecnológico es, el que describe en una forma genérica lo que hay que hacer desde el punto de vista tecnológico para mantener una posición competitiva.

Por su carácter indicativo se requiere de un examen más minucioso para corroborar y predeterminar en forma más detallada si los beneficios que se supusieron y los recursos requeridos son compatibles con las posibilidades de la empresa. Es por esto que la evaluación de proyectos de desarrollo tecnológico es necesaria como elemento normalizador dentro del proceso de planeación.

Los criterios básicos para evaluación y aprobación de desarrollo tecnológico califican los objetivos muy concretos en los aspectos financieros, de mercado, de operaciones internas y de tecnología.

#### Financiero.

En el criterio financiero, se busca el mejor tiempo de recuperación de la inversión, la máxima contribución marginal y el menor tiempo de implementación del proyecto, es decir, el mejor impacto posible en el estado de pérdidas y ganancias (EPG) en el menor tiempo posible.

#### Mercadeo.

Por el tipo de producto este criterio se maneja de tal manera que nos oriente al sector de altos ingresos (el que menos se ve afectado por la recesión del país) a través de la diversificación de productos de alto margen, es decir, donde el precio del artículo no es determinante y sí lo es su valor en uso.

#### Operaciones.

Desde el punto de vista de las operaciones, se busca que un proyecto

dado ofrezca la posibilidad de la máxima utilización de la capacidad disponible, y la adecuación de las instalaciones para aprovechar oportunidades sin inventarios de activos fijos.

#### Tecnología.

El ser líder en los negocios que se han decidido reforzar, implica como consecuencia mantener el liderazgo. Por lo tanto se busca por una parte utilizar y/o desarrollar tecnologías avanzadas que permitan hacerlo y por otra, asimilar las existentes para consolidar la productividad y mantener así la posición competitiva.

En la práctica, para la evaluación de los proyectos, en cada criterio se califican los elementos que se considerarán relevantes en forma cuantitativa asignando una calificación.

#### Calificación de criterios para proyectos de desarrollo tecnológico.

##### 1. Financiero.

Tiempo de recuperación de la inversión.

AROS	PUNTOS	Total	25
		Sub-Total	10
1	10		
1-2.5	8		
2.5-6	6		
6-12	4		
12	2		

Contribución marginal total

MMS	PUNTOS	Sub-Total	10
400	10		
400-120	8		
120-35	6		
35-10	4		
10	2		

**Tiempo de implementación**

Meses	PUNTOS
3	5
3-6	4
6-9	3
9-12	2
12	1

**Sub-Total 5**

**2. Mercado**

**PUNTOS**

**Total 25**

Congruentes con tendencia comercial 0-3

Representa una oportunidad de mercado 4-7

**Sub-Total 7**

Servicio a cliente nuevo/ línea nueva 4

Servicio a cliente establecido/línea nueva 2

Servicio a cliente establecido/línea establecida 0

**Sub-Total 4**

Competencia fácilmente desplazable

Competencia difícilmente desplazable

**Sub-Total 4**

Cumplimiento leyes y normas internas.

- Leyes 4  
- Normas laborales e internas 2

**Sub-Total 4**

**PUNTOS**

Problemas potenciales

- Seguridad de contribución marginal (mayores costos y/o menores precios de venta). 0-2

- Seguridad de volumen de venta 0-2

- Baja obsolescencia del producto 0-2

**Sub-Total 6**

### 3. Operaciones

Recursos (humanos, equipos e infraestructura)

- Existencia adecuada y suficiente 9-15
- Existencia adecuada y no suficiente 4-8
- Existencia inadecuada 0-3

Total 5

Sub-Total 15

Problemas potenciales

- No presenta riesgo por siniestros industriales 0-3
- Indiferencia a problemas laborales 0-3
- Independencia de terceros 0-4

Sub-Total 10

### 4. Tecnología

- Congruencia con la tendencia tecnológica 4-5
- Congruencia tecnológica nueva 1-3
- Congruencia tecnológica existente 0
- Congruencia tecnológica obsoleta

Total 25

Sub-Total 5

- Independencia tecnológica 4-5
- Independencia tecnológica y de materiales 1-3
- Suministro de materiales importados pagos por regalías y/o dependencia tecnológica durante la vida del proyecto 0

Sub-Total 5

Problemas potenciales

- Sin riesgo de suministro de materiales (criterios más caros o escasos) 0-3
- Sin riesgo de obsolescencia de la tecnología propia 0-3

- Certeza en los datos del proyecto	0-4		
- Posibilidad de éxito del proyecto (por asimilación de la tecnología, por equipo)	0-5		
		Sub-Total	15
		Gran Total	100

Por regla general, se tiene que los recursos necesarios para efectuar todos los proyectos del portafolio, representan sumas de dinero superiores a las posibilidades reales de la empresa.

Suponiendo que se dedica a proyectos de desarrollo de tecnología el 3% de las ventas anuales, se seleccionan los proyectos que han tenido mayor puntuación en el sistema de calificación hasta sumar el equivalente al monto señalado.

Los proyectos que quedaron fuera del presupuesto, permanecen en el portafolio y se analizan de nueva cuenta en el siguiente ciclo de planeación. De esta manera no se olvidan ideas que analizadas en un entorno diferente, puedan representar buenas oportunidades futuras.

Uno de los factores más importantes de este tipo de evaluación es que provoca la participación de los responsables de todos los aspectos de la organización.

Esto permite que en todos los niveles de la estructura organizacional, se reconozcan los retos que se adquieren, los beneficios que se esperan y los riesgos potenciales que se podrían presentar en un momento dado; lo cual conlleva a tomar decisiones integrales y detectar cualquier incongruencia con la estrategia corporativa y su inmediata corrección.

Como se mencionó anteriormente, el común denominador de estos proyectos es un cierto grado de incertidumbre o riesgo; la inten-



ción aquí es señalar de forma objetiva algunos conceptos que ayuden a manejar las desviaciones cuando éstas se presentan durante la ejecución del desarrollo.

#### Criterios de éxito.

Es necesario preestablecer lo que esperamos de cada etapa del proyecto, definiendo metas, patrones o estándares cualitativos y/o cuantitativos que permitan medir o juzgar si los objetivos del proyecto han sido alcanzados en cada etapa.

Cuando se establecen criterios cualitativos de éxito acordados apriori no permite una evaluación objetiva e imparcial de los logros del proyecto, ya que cualquier opinión en pro o en contra del mismo, reflejaría únicamente el punto de vista subjetivo del evaluador.

#### Control.

El control del proyecto se ejerce desde dos puntos de vista: técnico y financiero.

Desde el punto de vista técnico, se trata de medir los avances físicos del proyecto contra el calendario de actividades y manejar las modificaciones y/o cambiar sin desviar los objetivos para el que fue creado. Es preciso documentar las desviaciones pues esto formará parte de la asimilación tecnológica que conllevará -cuando el proyecto esté implementado a escala industrial- a acelerar la curva de aprendizaje y a maximizar la productividad del proceso.

Desde el punto de vista financiero, buscamos un estricto apego al presupuesto aprobado, máxima claridad en la identificación de los gastos y documentación de las posibles desviaciones para soportar claramente ampliaciones de recursos o cancelaciones.

Las modificaciones surgidas durante la ejecución de un proyecto requieren de un manejo oportuno y eficaz; el no reflejarlas en

los elementos de control puede significar la no terminación del proyecto o la erogación de valiosos recursos cuando se puede anticipar que el objetivo final del mismo no se va a obtener.

Estas modificaciones pueden presentarse por las siguientes razones:

- Cambios estructurales de base.
- Cambios en el alcance de los trabajos.
- Cambios económicos.

Los cambios estructurales de base se refieren a modificaciones de las condiciones del entorno, como alteraciones en la política fiscal, legal, o en el mercado.

Los cambios en el alcance de los trabajos se refieren a las desviaciones de orden tecnológico que se presenten durante la ejecución del proyecto, como cambios por adquisición de maquinaria y equipo, cambios en el proceso, modificaciones al producto o alteraciones en la construcción de edificios y otras instalaciones.

Los cambios económicos, impactan la economía del objetivo final del proyecto y pueden gestarse interna o externamente.

Internamente tenemos alteraciones típicas en los gastos de operación y/o capital de trabajo, como consecuencia de retrasos en la ejecución del proyecto o variaciones de los precios de adquisición de los insumos y activos fijos.

Los cambios externos contemplan modificaciones en la paridad monetaria, fenómenos inflacionarios, reglamentaciones comerciales y arancelarias o cambios en la política que afectan el entorno industrial y/o comercial.

El tratamiento de las modificaciones se enfoca simple y sen-

cillamente a la evaluación del impacto de la desviación en los resultados finales del proyecto. Para esto es necesario evaluar el proyecto a la luz de las condiciones que prevalezcan en el momento de la desviación y en los cuatro criterios mencionados en la parte de la evaluación de proyectos. Si en estas condiciones, el proyecto sigue siendo viable, deberá continuarse con los cambios requeridos. En el caso contrario se deberá considerar su cancelación.

Para agilizar la toma de decisiones en las modificaciones, es conveniente establecer los niveles de quienes toman las mismas, considerando dos aspectos: tipo de modificación e impacto económico.

Cuando la etapa de ejecución de un proyecto ha concluido y se implementa industrialmente, es necesario verificar que los beneficios operativos y comerciales sean acordes a los esperados.

Para esto se evalúan los resultados obtenidos uno y tres años después del término de la ejecución en función de índices de productividad, los cuales se refieren a: productividad de materiales, mano de obra y maquinaria. La parte comercial se analiza en términos de volumen de venta, precio de venta y capital de trabajo.

#### IV. 9. Integración de Recursos Humanos (Roles críticos)

Los roles críticos son los papeles cumplidos por determinadas personas involucradas en el proceso de innovación tecnológica y abarcan funciones cuyo adecuado desempeño es indispensable para el éxito de este proceso.

Al contrario de lo que frecuentemente se piensa, la labor que cumple el investigador no es la única función crítica para la realización del proceso de innovación. Existen otras más, que frecuentemente no son tomadas en cuenta cuando se lleva a cabo un proyecto de innovación.

La gestión adecuada de todos los roles críticos, de acuerdo con las investigaciones realizadas por Roberts, Fusfeld<sup>40</sup>, Allen y otros, en empresas productivas y laboratorios de IDE es actualmente reconocida como el factor preponderante para el éxito de las innovaciones por generación de tecnología endógena en países desarrollados. En los países del Tercer Mundo, la escasa comprensión a la importancia de identificar y manejar adecuadamente estos roles ha sido patente y ha llevado a numerosos fracasos.

Estos roles son considerados críticos porque:

- Cada rol es específico; que requiere de habilidades derivadas de características de personalidad y conocimientos específicos. Por lo tanto pocos individuos pueden desempeñarlos y su reemplazo presenta grandes dificultades.

- Las deficiencias en el desempeño de algunos de ellos pueden

<sup>40</sup>"Staffing the innovative technology-based organization"; E.B. Roberts, Alan R. Fusfeld; Chemtech May 1983, Vol. 13 No. 5.

"Generating Effective Corporate Innovation"; Edward B. Roberts, Innovation Technology Review.  
"Critical functions: The Key to Managing Teamwork in the innovation Process"; Edward B. Roberts; Alan R. Fusfeld; Electro 78, IEEE ERA

conllevar al fracaso de los esfuerzos de innovación.

- Por lo general, los roles críticos no están especificados en las descripciones de funciones de la organización, ya que no se ajustan a las jerarquías técnicas ni a las administrativas. Así, se constituyen en funciones o roles informales, con la posible excepción del líder de proyectos. Esto se fundamenta en el hecho de que los individuos que desempeñan los roles críticos dedican gran parte de su tiempo a la solución de problemas técnicos rutinarios, y esto ocurre así porque en un esfuerzo de innovación, un gran volumen de trabajo técnico es probablemente de naturaleza rutinaria, que requiere competencia y entrenamiento profesionales típicos, a partir del cual se establecen las descripciones de funciones técnicas.

Lo que se quiere subrayar es la importancia de reconocer, estimular y manejar los roles críticos cumplidos por estas personas con una condición básica para lograr innovaciones exitosas.

La naturaleza y los aspectos básicos de estos roles, podrían ser resumidos así:

El generador de ideas (o científico creativo).- Es el rol cumplido por aquellas personas que han desarrollado su potencial creativo y que analizan y sintetizan informaciones referentes a mercados, tecnologías, métodos y procedimientos y nuevos conocimientos científicos, a partir de los cuales generan ideas para la solución de problemas tecnológicos de clientes, nuevos métodos y procedimientos, nuevos productos y procesos.

La actividad de análisis y síntesis puede darse implícitamente o explícitamente y la naturaleza de la información utilizada puede ser formal o informal. Por lo general, predomina esta última, aportada por medio de contactos personales.

El promotor de proyectos o empresarios.- Es el rol cumplido

por aquellas personas que reconocen, proponen, presionan y demuestran una nueva idea, procedimiento o proyecto tecnológico, con el objeto de lograr su aprobación formal por parte de la dirección de su organización o de otras instituciones. Es interesante hacer notar que el promotor no sólo promueve ideas propias, sino también de otras personas.

El líder, gerente de proyectos o administrador.- Es el rol desempeñado por aquellas personas que ejecutan las funciones de planeación y coordinación de las distintas actividades y recursos de toda naturaleza para la ejecución y puesta en práctica de una idea o proyecto. Su papel es fundamental.

El actualizador o especialista.- Es el rol cumplido por aquellas personas que colectan y analizan informaciones referentes a cambios importantes en los ambientes interno y externo a la organización. Estas informaciones se concentran en desarrollos en el mercado, sistemas de producción y/o tecnología, y provienen de contactos personales, congresos, revistas especializadas (los actualizadores son quizá los únicos elementos de la organización que se dedican sistemáticamente a su lectura), además de otras fuentes.

El patrocinador, asesor o padrino.- Es el rol cumplido por aquellas personas que guían y orientan al personal menos experimentado en el cumplimiento de sus roles críticos. Proveen discretamente su apoyo, protección, defensa y muchas veces "fondos informales" a proyectos, es decir, fondos de asignación no formalmente aprobada por la dirección de la organización. Algunos autores han profundizado en esta teoría de roles críticos, subdividiéndolos hasta en doce categorías.

Cabe destacar que cada rol crítico no es necesariamente desempeñado por un único individuo. Algunos roles, como el de generador de ideas, a menudo requieren ser cumplidos por varias personas; algunos individuos ocasionalmente cumplen más de un rol crítico (por ejemplo, el de generador de ideas y promotor de proyectos) y los roles críticos

desempeñados por una persona cambian con la progresión de su carrera en la organización.

Por otro lado, a lo largo de la vida de un proyecto los diferentes roles adquieren distintas importancias relativas. Así, durante la gestación del proyecto el científico creativo y el promotor son fundamentales, y a medida que la investigación y el desarrollo avanzan y se estructuran, el líder o gerente puede hacerse más importante.

Los cambios de rol de un cierto individuo durante su carrera profesional dentro de la organización son determinados no sólo por su dinámica de crecimiento personal, sino también por las necesidades, incentivos y restricciones de la organización. Así, tomando el ejemplo de un ingeniero joven recién recibido y promisorio, podemos considerar, teniendo presente las características descritas en la Tabla 26, que:

- Las etapas iniciales de su incorporación a una organización innovadora se caracterizarán por su asignación a la solución de problemas técnicos rutinarios y, con suerte, podría cumplir el rol de generador de ideas. Por sus características, y de acuerdo con dicha tabla, no sería la persona idónea para cumplir los roles de actualizador, gerente o patrocinador.

- Dos o tres años de experiencia le permitirán cumplir además del rol de generador de ideas, los de actualizador y/o gerente de proyectos de tamaño reducido. Estos roles pueden ser cumplidos de forma aislada o múltiple.

- Cinco o seis años de experiencia le permitirían, además de mantener su rol de generador de ideas, consolidar su rol de actualizador y/o gerente e iniciar el cumplimiento del rol de promotor y tal vez el de patrocinador de proyectos.

- El posible advenimiento de la obsolescencia técnica le dificultaría grandemente los roles de generador de ideas y de actualiza-

	GENERADOR DE IDEAS	PROMOTOR DE PROYECTOS
Características Personales	Experto en uno o más campos. Le gusta la conceptualización de las abstracciones y realizar trabajo creativo. Generalmente participa en forma individual, trabajando muchas veces solo.	Fuerte en la solicitud de sus intereses. Es menos propenso a contribuir al conocimiento elemental de la materia. Enérgico y determinado, se dedica al logro de sus objetivos. Posee un amplio rango de intereses.
Actividades en la Organización	Proporciona ideas nuevas y prueba su factibilidad técnico-económica y de mercado. Bueno en la solución de problemas. Ve nuevas y diferentes maneras de hacer las cosas. Tiende a desarrollar una idea "ad infinitum".	"Vende" nuevas ideas a las personas que deciden sobre la aprobación de proyectos sean internas o externas a la organización. Consigue recursos para la ejecución de los proyectos que aboga. Es agresivo y triunfador en su casa. Toma riesgos. Se le ve como conflictivo e incumplidor de las reglas de la organización.
Medidas de su actuación	Cantidad y calidad de las ideas generadas.	Porcentaje de ideas defendidas transformadas en proyectos. Porcentaje de proyectos llevados a cabo exitosamente.
Incentivos apropiados	Oportunidades para publicar sus trabajos. Reconocimiento de su personalidad profesional a través del incentivo a su participación en coloquios y simposios. Clima de trabajo adecuado, conducente a la creatividad.	Aquéllos relacionados con su visibilidad y publicidad. Libertad de maniobra y reconocimiento de su papel.

Tabla 26. Roles críticos para la innovación tecnológica.



	LIDER DE PROYECTOS	PADRINO
Características personales	Es foco para la toma de decisiones, informaciones y cuestionamientos. Sensible a las necesidades de los demás. Sabe como usar la estructura organizativa (formal e informal) para realizar sus proyectos. Interesado en un amplio rango de disciplinas y sus interrelaciones.	Posee amplia experiencia en el desarrollo de ideas y en proceso de innovación. Sabe escuchar y ayudar. Conoce la organización (ex-gerente de proyectos).
Actividades en la Organización	Provee la guía a un grupo de trabajo y los motiva. Planea, organiza y controla el proyecto. Asegura requisitos administrativos. Provee la coordinación necesaria entre los miembros del grupo. Ve que el cumplimiento del proyecto sea eficaz y eficiente transfiriendo sus resultados a los usuarios. Balancea las metas del proyecto con la de la organización.	Ayuda a desarrollar talento. Provee de coraje y guía en la actuación del líder de proyectos. Provee el acceso a los niveles superiores de la organización por su antigüedad. Amortigua los proyectos de complicaciones y problemas organizacionales. Asigna fondos informales para la realización de proyectos.
Medidas de su actuación	Que los objetivos del proyecto que cumplan y sean válidos. Que los costos y plazos reales estén de acuerdo a lo programado y que los clientes estén satisfechos.	Exito de los proyectos asesorados. Desarrollo y perfeccionamiento en el desempeño de los líderes de proyectos asesorados.
Incentivos apropiados	Asignación a proyectos más grandes o más importantes. Signos materiales de status dentro de la organización.	Incremento a su autonomía. Recursos a discreción para el soporte de proyectos.

Tabla 26. Roles críticos para la innovación tecnológica (continuación).

Características personales  Actividades en la organización  Medidas de su actuación  Incentivos apropiados	<b>ACTUALIZADOR</b>
	Posee un alto nivel de conocimientos técnicos interdisciplinarios. Posee capacidad de interacción interpersonal. Es accesible y presentable. Disfruta con el contacto cara a cara en la ayuda a otros. Posee el hábito de buscar permanentemente información. Mantiene una amplia red de relaciones personales, internas y externas a la organización.
	Se mantiene informado de los desarrollos tecnológicos, de mercado o de sistemas de producción que ocurren en el exterior de la organización a través de diversas fuentes tales como revistas especializadas, conferencias, colegas de otras compañías, etc. Transmite información a los demás por iniciativa propia. Encuentra sin complicaciones la comunicación verbal con sus colegas. Sirve como recurso de información para otros dentro de la organización, ya que es visto como autoridad informal a quien se recurre para consultar. Provee coordinación informal entre el personal.
	Personal ayudado. Grado de ayuda y su relevancia.
	Presupuesto para gastos en representación. Participación en Congresos, Seminarios, Conferencias, etc. Incremento de su autonomía de acción. Facilidades para el uso de su consejo.

Tabla 26. Roles críticos para la innovación tecnológica. (Continuación).

Fuente: "Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica"; F. Machado, A. Castaños; Ediciones Gernika, 1986. (41)

dor tecnológico, restringiendo sus roles al de actualizador de mercado o de producción, promotor, gerente de proyectos y patrocinador.

Dentro del marco de la adecuada gestión y manejo de los roles críticos en una organización, la identificación, evaluación y reconocimiento de la actualización de las personas que cumplen estos roles puede darse mediante la explicitación de sus características personales, de la naturaleza de las actividades que desempeñan en la organización, de medidas de su actuación y de los incentivos apropiados a su desempeño. La tabla anteriormente mencionada presenta un bosquejo de estas variables para cada uno de los roles críticos.

Es necesario resaltar que la organización innovadora exitosa debe presentar un conjunto balanceado de habilidades para llevar a cabo los roles críticos requeridos, tanto cualitativa como cuantitativamente. Por ejemplo, en Latinoamérica es común encontrar centros de IDE que ponen énfasis en el rol del generador de ideas mientras que estimulan poco a los promotores del proyecto, principalmente por la naturaleza conflictiva de estos últimos, que no es compatible con uno de nuestros trazos culturales típicos: la fobia por los conflictos abiertos.

A continuación se presentan algunos síntomas típicos de deficiencias en el desempeño adecuado de los roles críticos específicos, que debieran constituir verdaderas señales de alarma para el manejo de nuestros proyectos de innovación:

- La organización no presenta sistemáticamente nuevas y diferentes maneras para realizar sus actividades (deficiencia: generación de ideas).

- La dirección de la institución se queja continuamente de la ausencia de nuevas ideas (deficiencia: generación de ideas o promoción de proyectos, la gente realmente puede no estar promoviendo ideas suyas o de otros). La existencia de ideas que no acaparan la atención

de la dirección señala una deficiencia en la promoción de proyectos.

- El no cumplimiento de plazos y costos de proyectos, la presencia de miembros de proyectos que no tienen claros sus objetivos, atrasos en los servicios de apoyo logístico (deficiencia: liderazgo de proyectos).

- Falta de informaciones adecuadas y oportunas sobre cambios en el mercado, en la tecnología, etc. (deficiencia: actualización).

- Proyectos presionados prematuramente a su aplicación, líderes de proyectos que están gastando mucho tiempo en la defensa de sus proyectos, elevada incidencia de quejas de impenetrabilidad burocrática, etc. (deficiencia: patrocinio de proyectos).

El escaso reconocimiento de la importancia de estos roles para el éxito de las innovaciones tecnológicas en Latinoamérica seguramente explica un gran número de los fracasos en intentos de innovación en la región. Este reconocimiento se ha dado principalmente en el caso de innovaciones intraorganizacionales y de una manera informal, pues nos hace falta realizar investigaciones que demuestren en nuestra propia realidad la importancia de los roles críticos.

Sin embargo, ya se ha detectado informalmente en nuestro medio la existencia de éstos y otros roles críticos adicionales, de alta relevancia para el éxito de las innovaciones tecnológicas dentro de la realidad de los países de la región. Entre ellos, destaca el rol de "seguidor", que es el representante de agencias gubernamentales financiadoras del proyecto, que tiene como función evaluar el avance del mismo y recomendar decisiones y que con frecuencia desempeña un papel muy importante para asegurar la dirección y supervivencia del proyecto.

A la fecha, el enfoque del planteamiento teórico y de investigación de la gestión de estos roles críticos de la innovación se ha restringido a su aplicación dentro de las empresas productivas y dentro

del ámbito interno de los laboratorios de investigación. Sin embargo, en los países latinoamericanos la necesidad de innovaciones interorganizacionales demanda un cambio de enfoque y de análisis de la gestión de estos roles críticos, mediante una identificación precisa de su asignación entre las instituciones involucradas. Si por otro lado tomamos en cuenta la importancia relativa de las innovaciones por adopción (o por transferencia de tecnología) en los países de la región, seguramente necesitaríamos identificar roles críticos adicionales y muy específicos como el negociador de contratos, por ejemplo; que hasta la fecha tampoco han sido objeto de investigaciones precisas. Conviene resaltar que si no identificamos adecuadamente estos roles, no los podremos manejar correctamente.

De esta manera, con el objeto de lograr el éxito en los proyectos de innovación tecnológica interorganizacionales dentro de nuestra realidad, ya sea por generación propia o por adopción, sería de utilidad realizar investigaciones para revisar la validez de estos roles y agregar otros, principalmente en lo que se refiere a las innovaciones por adopción. También se hace necesario estudiar la forma de asignar, distribuir y superponer estos roles entre las distintas organizaciones participantes del proyecto, tomando en cuenta entre otras variables, las etapas del proceso de innovación y las aportaciones específicas esperadas de cada agente tecnológico. Por último, una vez que aclaremos estos aspectos, se hace necesario verificar cuál sería el efecto de esta redistribución de roles en la gestión de cada uno de los agentes tecnológicos que participan en proyectos de innovación interorganizacional. En particular, se prevén efectos específicos en:

- sus objetivos y planes de desarrollo,
- su estructura organizacional,
- el estilo de liderazgo de los jefes de cada uno de sus escalafones gerenciales,
- sus sistemas de reclutamiento, selección, capacitación y programación de carreras, entre otros.

Sin embargo, esta necesidad de investigar con mayor profundidad y precisión todos los aspectos relevantes de los roles críticos dentro de nuestra realidad objetiva, no nos exime de actuar de inmediato con base en los conocimientos ya disponibles. Las precariedades existentes pueden y deben ser superadas en el corto plazo por un proceso inteligente y flexible de gestión experimental de roles, enmarcado por una actitud de tolerancia y entendimiento por parte de las direcciones de las instituciones involucradas.

#### IV.10. Propiedad Industrial

En México desde algunas décadas se han creado cierto número de instrumentos de política tecnológica. Los principales instrumentos vigentes actualmente son:

- De fomento tecnológico; Ley de Invenciones y Marcas, Ley General de Normas, Pesas y Medidas.

- De orientación y regulación; Ley Sobre el Control y Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas; Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera.

- De apoyo industrial; Ley Aduanera, Decreto sobre Descentralización y Desarrollo Industrial.

Asimismo, existen diversos acuerdos, leyes y decretos sobre tratamiento fiscal de gasto relacionado con decisiones tecnológicas. Finalmente, se cuenta con diversos fondos y otros instrumentos financieros y crediticios de apoyo a la industria.

Todos estos instrumentos son de importancia capital en la Administración de la Tecnología, aunque dicha importancia es relativa al nivel en que se emplean. En este capítulo se describirán fundamentalmente los relacionados a la propiedad industrial.

La propiedad industrial se deriva del régimen de propiedad intelectual, el cual busca proteger toda actividad original del intelecto. La propiedad intelectual se divide en dos grandes ramas: por un lado, los derechos de autor, que incluyen toda creación artística

y literaria, y por el otro, la propiedad industrial que incluye todo aquello referente a invenciones, signos distintivos (marcas), tecnología y protección con respecto a la competencia desleal. Así, la protección otorgada por la propiedad industrial se entiende en función de los derechos exclusivos para explotar industrial y comercialmente una patente, una marca o secretos tecnológicos.

### Ley de Invenciones y Marcas

La Ley de Invenciones y Marcas en vigor, es la del 10 de febrero de 1976, con las reformas adicionales del Decreto del 16 de enero de 1987. Regula el otorgamiento de patentes de invención y de mejoras, de certificados de invención, el registro de modelos y dibujos industriales, los apoyos y facilidades respecto de los derechos mencionados solicitados por trabajadores, micro y pequeñas industrias, el registro de marcas, las denominaciones de origen y los avisos y nombres comerciales, así como la represión de la competencia desleal en relación con los derechos que dicha ley otorga.

Esta ley tiene por objeto proteger jurídicamente los desarrollos tecnológicos, y establece los requisitos indispensables para las diferentes figuras de la propiedad industrial.

### Patentes

La patente es el derecho o privilegio legal que concede el Estado a una persona física o moral, durante un plazo fijo, para producir o utilizar en forma exclusiva, o a través de un tercero bajo su licencia, un producto o procedimiento que haya resultado de la actividad inventiva.

El sistema de patentes se mantiene en su forma actual debido a la consideración de que la única forma de recuperar el costo de una invención es precisamente a través de la creación de un monopolio



"institucional", a favor del inventor, para explotar y usufructuar la invención. Este monopolio no sólo garantiza la divulgación de la información, sino que además, incentiva la generación y la utilización de dicha información.

Bajo esta ley son patentables:

- Las invenciones que sean nuevas y las mejoras a otras, resultado de una actividad inventiva y susceptibles de aplicación industrial (es decir, si se puede fabricar o utilizar por la industria).

No son invenciones para los efectos de la misma ley:

- Los principios teóricos o científicos y los métodos matemáticos.
- El descubrimiento que consista simplemente en dar a conocer, hacer patente u ostensible algo que ya existía en la naturaleza, aún cuando anteriormente fuese desconocido para el hombre.
- Los sistemas y planes comerciales, contables, financieros, educativos y de publicidad; caracteres tipográficos; las reglas de juegos; la presentación de información y los programas de computación.
- Las creaciones artísticas y literarias.
- Los métodos de tratamiento quirúrgico o terapéutico del cuerpo humano y los relativos a animales o vegetales, así como los métodos de diagnóstico en estos campos.

No son patentables:

- Las especies vegetales o animales, sus variedades, ni los procesos esencialmente biológicos para su obtención.
- Las aleaciones, pero sí lo serán los nuevos procesos para obtenerlas.
- Los alimentos y bebidas para consumo humano y los procesos para obtenerlos o modificarlos.

- Las invenciones relacionadas con la energía y seguridad nuclear.
- La yuxtaposición de invenciones conocidas o mezclas de productos conocidos.
- La aplicación o empleo de un dispositivo, máquina o aparato que funcionen según principios ya conocidos.
- Las invenciones que fueran contrarias a la Ley, al orden público, la salud, la preservación del medio ambiente, la seguridad pública, la moral o las buenas costumbres.
- Los procesos biotecnológicos de obtención de los siguientes productos: farmoquímicos, medicamentos en general, bebidas y alimentos para consumo animal, fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, fungicidas o aquellos con actividad biológica.

En cuanto a los derechos que confiere la patente:

- La patente confiere a su titular el derecho de explotar en forma exclusiva la invención, ya sea por sí o por otros con su consentimiento. La patente no conferirá el derecho de importar el producto patentado o el fabricado con el procedimiento patentado.
- El plazo de vigencia de las patentes será de catorce años improrrogables, a partir de la fecha de expedición del título, pero se tendrá como fecha legal de la patente, el día y hora de la presentación de su solicitud.

El otorgamiento de una patente implica la obligación de explotarla en territorio nacional en un plazo de tres años, y al vencimiento de éste, cualquier persona podrá solicitar a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial la concesión de una licencia obligatoria para explotar la patente.

## Certificados de invención

Para las invenciones no patentables, se contempla la figura de los certificados de invención. Originaria de los países de economía centralmente planificada, esta figura permite la obtención de regalías para el inventor, pero éste carece del derecho de explotación exclusiva del invento.

El certificado de invención se puede obtener para cualquier invención susceptible de patentarse y además se puede otorgar a:

- Los procedimientos para la obtención de bebidas y alimentos para consumo humano.
- Los procedimientos biotecnológicos de obtención de los siguientes productos: farmoquímicos, medicamentos en general, alimentos y bebidas para consumo animal, fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, fungicidas y productos con actividad biológica.

Los efectos del registro durarán 14 años a partir de la fecha de su otorgamiento y durante dicho plazo el titular del certificado tendrá derecho a recibir una regalía de cada interesado que explote su invención, dentro de la vigencia del registro.

## Marcas

En principio, las marcas tienen la función económica de permitir al consumidor distinguir entre diversos productos y de informarle sobre el contenido y propiedades de cada uno. Hoy en día las marcas como signos distintivos constituyen un elemento de persuasión, más que de información.

La marca, desde el punto de vista jurídico, es un signo dis-

tintivo que permite a su titular distinguir sus productos o sus servicios de los de la competencia y, en el sentido económico, un signo que tiende a proporcionar a la clientela una mercancía o un servicio cubierto públicamente con su garantía.

Las marcas se consideran como un activo intangible de las empresas y que pueden comprarse o venderse en el mercado, mediante acuerdos de cesión o licenciamiento que son considerados como transferencia de tecnología.

La ley reconoce las marcas de productos y de servicios, que pueden estar constituidas por:

- Las denominaciones y signos visibles, suficientemente distintivos y cualquier otro medio susceptible de identificar los productos o servicios a que se apliquen.
- Los nombres comerciales y las razones sociales o denominaciones sociales.

Los efectos del registro de una marca tendrán una vigencia de cinco años a partir de la fecha legal. Este plazo será renovable indefinidamente por periodos de cinco años, de reunirse los requisitos establecidos en la ley.

La ley establece que la explotación de la marca es un requisito indispensable para evitar su caducidad, el titular de una marca debe comprobar dicha explotación efectiva dentro del año siguiente al registro. También se establece que toda marca de origen extranjero o cuya titularidad corresponda a una persona física o moral extranjera, esté destinada a amparar artículos fabricados o producidos en territorio nacional, podrá usarse vinculada a una marca originariamente registrada en México. Para los efectos de la comprobación de uso y la renovación, los titulares de marcas vinculadas darán aviso a la Dirección General de Invenciones, Marcas y Desarrollo Tecnológico.

## Dibujos y Modelos Industriales

Por dibujo industrial se entiende toda combinación de figuras, líneas o colores que se incorporen a un producto industrial con fines de ornamentación y que le den un aspecto peculiar y propio.

El modelo industrial es toda aquella forma plástica que sirva de tipo o molde para la fabricación de un producto industrial, que le dé apariencia especial en cuanto no implique efectos técnicos.

El registro de estas figuras, concede a su titular el derecho de uso exclusivo por el término de siete años improrrogables, contados a partir de la fecha del registro.

Al sistema de propiedad industrial se le critica en el sentido de que es un instrumento de los países industrializados para extender la protección monopólica a los innovadores más allá de sus propias fronteras a través del mecanismo del trato recíproco. Así se establece la igualdad de trato a nacionales y extranjeros en el otorgamiento de una patente. Toda persona al solicitar una patente en la forma legal reconocida en cualquier país miembro de la Convención de Unión de París, goza de un derecho de prioridad durante doce meses para registrar la misma patente en los demás países miembros. Sin embargo, el trato recíproco es justificable entre iguales y carece de sentido entre sujetos en desigualdad de condiciones.

Si bien es cierto lo anterior, también lo es el hecho de que el actual sistema es lo que tenemos, y lo debemos conocer en una forma más profunda, a fin de utilizarlo en nuestro beneficio.

## Ley General de Normas, Pesas y Medidas

Esta Ley pretende establecer normas técnicas para procesos y productos, y metrología para control de calidad. Existe dispersión de esfuerzos y omisión de sectores de capital importancia para el desarrollo industrial futuro. Muchas normas vigentes han sido adopciones casi literales de normas extranjeras. El estado asume una actitud pasiva homologando las normas que le presentan las empresas. Están en vigor aproximadamente 2,500 normas técnicas específicas.

Las Normas son especificaciones con carácter oficial que han sido elaboradas por los gobiernos e instituciones de cada país, así como los organismos internacionales, en todos aquellos aspectos considerados necesarios para la protección del consumidor; sin embargo, aún existen muchas características de productos que no han sido normalizados y son por lo tanto sujetos a especificación por parte de los productores.

La especificación de calidad es la expresión técnica de los deseos, condiciones o necesidades que el cliente requiere.

Las Normas mexicanas son las disposiciones que regulan la Ley General de Normas, Pesas y Medidas y las especificaciones que fija la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para los productos industriales.

Las Normas de Pesas y Medidas, son las que regulan la Ley General de Normas, Pesas y Medidas en vigor en los Estados Unidos Mexicanos.

Las Normas Industriales son el conjunto de especificaciones en que se define, clasifica y califica un material, producto o proce-

dimiento para que satisfaga las necesidades y usos a que está destinado.

Normas Opcionales son las que satisfacen los requisitos que establece la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para que los solicitantes obtengan la autorización para el uso del Sello Oficial de Garantía en sus productos.

Las Normas Obligatorias son:

- Las que rigen el Sistema General de Pesas y Medidas.
- Las Industriales que la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial fije a los materiales, procedimientos o productos que afectan la vida, la seguridad o la integridad corporal de las personas.
- Las que se señalen, a juicio de la Secretaría, a las mercancías objeto de exportación.
- Las que se establezcan para materiales, productos, artículos o mercancías de consumo en el mercado nacional, que específicamente señale la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, cuando lo requieran la economía del país o el interés público.

Normas Internacionales, en forma similar a la manera en que se fijan normas en México, se hace en los demás países del mundo, por lo que un productor que desee exportar requerirá indagar sobre la existencia de Normas Obligatorias en el país a donde desee vender sus productos si no quiere verse sujeto al rechazo correspondiente, sobre todo teniendo en cuenta que las normas internacionales pueden diferenciarse en un grado de mayor o menor calidad a las normas aplicadas en el país.

Para fabricar un producto, es requisito indispensable contar anticipadamente con la información sobre normas nacionales o internacionales a las que se verá sujeto, y en caso de no existir éstas, con

las especificaciones de calidad.

### Ley Sobre el Control y Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas

Esta Ley pretende evitar la adquisición de tecnología onerosa para los particulares o lesiva para el desarrollo nacional. Dicha Ley estipula los procedimientos y requisitos para la inscripción al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología y las sanciones a los infractores. Registrar la adquisición de tecnologías permite controlar en cierto grado las compras y crear conciencia en el empresario sobre las implicaciones de las diversas cláusulas de los contratos. Como instrumento regulador, tiene la desventaja de conocer los contratos una vez que han sido concebidos y negociados; generalmente opera a posteriori sobre condiciones formales y no en las decisiones tecnológicas esenciales.

### Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera

Esta Ley busca controlar el monto y orientación de la participación extranjera. Se establecen en ella bases para un tratamiento discriminatorio a distintos tipos de empresas, aunque con un criterio diferenciador deficiente pues considera como nacionales a empresas con el 49% del capital extranjero.



## Resumen

Hay que reconocer que la tecnología es un insumo básico para cualquier actividad productiva. Por eso, se hace necesario buscar su mejor utilización, productividad y rendimiento, de manera análoga a cómo se tratan otros insumos como el capital, la mano de obra o las materias primas.

Sin embargo, por sus múltiples interrelaciones con otras áreas de su actividad, sus variados niveles y grados de especificidad, sus implicaciones económicas, sociales, culturales y dinamismo, entre otros aspectos, la tecnología requiere una gestión de una complejidad muy superior a la de otros insumos. Esta complejidad demanda un acercamiento metodológico, conceptual, organizativo y operacional de tipo sistémico, para que la gestión de la tecnología se realice dentro de condiciones de eficacia y eficiencia compatibles con los procesos de autodeterminación que la enmarcan.

Así, la gestión tecnológica debe definirse de la manera más amplia posible, reuniendo bajo un mismo marco de referencia los conceptos, métodos y técnicas aplicables a la tecnología para que no sólo se puedan identificar claramente sus interdependencias y articulaciones sino, también se pueda utilizar la misma base común de conocimientos para posibilitar un proceso de toma de decisiones y de acciones tecnológicas coordinadas, en distintos contextos, a modo de evitar la incongruencia, la suboptimización, y lograr la efectividad del proceso integral de desarrollo tecnológico.

Se considera a la gestión tecnológica como un proceso que establece permanentemente propósitos, misiones y objetivos de naturaleza tecnológica; evalúa continuamente su validez, percibe y crea las

oportunidades propicias a su logro, detecta y prevé problemas y dificultades asociadas a su logro, para darles forma y solución.

En todo este proceso se requiere aplicar conceptos, técnicas y métodos adecuados para maximizar la correcta distribución de los recursos disponibles y permitir su continuo desarrollo.

A su vez, la aplicación de estos conceptos, técnicas e instrumentos varía de acuerdo a:

- La naturaleza de cada contexto organizacional específico.
- La etapa de desarrollo organizacional, en la que se encuentra cada organización.
- El contexto socio-cultural.
- Las características del sector.
- El nivel gerencial dentro de la estructura organizacional.

Teniendo en cuenta estas condiciones, una efectiva gestión de la variable tecnológica demanda, entre otros, el uso de conocimientos y habilidades específicos relacionados con:

- La naturaleza, proceso, importancia, modalidades, causas de éxito y fracaso de las innovaciones tecnológicas.
- El ciclo de vida de los productos y procesos, sus dimensiones tecnológicas, las fuentes y estrategias de innovación.
- Las metodologías de formulación y estrategias de instrumentación del desarrollo tecnológico.
- La transferencia de tecnología exógena, identificación de fuentes alternativas, su evaluación, selección, desagregación, negociación, contratación, asimilación, adaptación y perfeccionamiento.

- El análisis de contratos de transferencia de tecnología.
- La propiedad industrial (patentes, marcas, etc.) y su marco legal.
- La legislación nacional e internacional que impacta la generación y transferencia de tecnología.
- El rol e interrelación de los agentes tecnológicos de la infraestructura tecnológica nacional.
- La prospectiva y apreciación tecnológicas y el análisis de sistemas.
- La evolución de las experiencias y teorías gerenciales y de estilos de liderazgo.
- El papel del gestor de tecnología (director, coordinador de programas, líder de proyectos, jefes departamentales, etc.).
- Los aspectos críticos de la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre y riesgo.
- Las fuentes de flujos de información técnica y el manejo de la comunicación.
- La gestión de recursos humanos; motivación, creatividad y manejo formal del personal.
- Los presupuestos, financiamientos y contabilidad para investigación y desarrollos tecnológicos.
- La formulación, análisis, seguimientos, evaluación y control de proyectos de investigación y desarrollo, así como de innovación tecnológica.
- Los procesos y metodologías para la identificación de necesidades tecnológicas de organizaciones del sector productivo.

- La mercadotecnia de instituciones y proyectos de investigación y desarrollo, así como la comercialización de tecnologías.
- Los factores facilitadores y las barreras de la vinculación inter-institucional para el desarrollo tecnológico.
- La evaluación del desempeño institucional y la retroalimentación del proceso de planeación organizacional, además de todas sus interrelaciones.

En la práctica, las funciones de gestión de tecnología se traducen en un sistema de toma de decisiones estratégicas, estructurales y operacionales, basadas en los conceptos y técnicas mencionados, que abarca actividades de planeación, organización, asignación de recursos, implementación, orientación de la ejecución, monitoreo, control y evaluación de resultados, aunque muchas veces estas actividades no se encuentren formalmente explicitadas.

### Bibliografía Capitular

- Enciclopedia de Dirección y Administración de la Empresa.  
Vol. No. 4  
Editorial Orbis, 1986.
- Manual del Promotor de Proyectos de Desarrollo Tecnológico.  
Ing. Abelardo Salazar; FONEI, Abril 1985.
- El Trimestre Económico. Lecturas, 31.  
Economía del Cambio Tecnológico.  
Fondo de Cultura Económica, México 1979.
- Tecnología Apropriada.  
José Giral, Sergio González.  
Editorial Alhambra Mexicana; 1980.
- Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica.  
Fernando Magalhaes Machado; Arturo Castaños Ichazo, et al.  
Ediciones Gernika, S. A., 1986.
- Articulación Tecnológica y Productiva, Lecturas sobre Desarrollo Tecnológico.  
M. Pérez, A. Castaños, J. A. Esteva.  
Dirección General de Publicaciones UNAM, 1986.
- Administración en las Organizaciones, un enfoque de sistemas.  
Fermont E. Kast.  
Mc Graw Hill, 1979.

- **La Teoría Económica de la Innovación Industrial.**  
Christopher Freeman.  
Alianza Editorial, 1975.
- **Estrategia Tecnológica Integral.**  
José Giral B., Sergio González.  
Edición 1986.
- **Gufa de Asimilación de Tecnología.**  
II Semana de Tecnología del IMIQ.  
INFOTEC, 1984.
- **Simpósio de la Ciencia y la Tecnología en la planeación del desarrollo.**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.  
Ciencia y Desarrollo, México 1981.
- **Pasión por la excelencia.**  
Nancy Austin, Tom Peters.  
Lasser Press Mexicana, S. A., 1986.
- **Instrumentos de Política Científica y Tecnológica en México.**  
Alejandro Nadal Egea.  
El Colegio de México, 1977.
- **Calidad de Exportación.**  
Pedro Azcue.  
Instituto Mexicano de Comercio Exterior, 1973.
- **Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 84-88.**  
Poder Ejecutivo Federal.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.  
Segunda Edición, Diciembre de 1984.

- Ley de Inventiones y Marcas.  
Diario Oficial, 10 de febrero de 1976.
- Reformas y Adiciones a la Ley de Inventiones y Marcas.  
Diario Oficial, 16 de enero de 1987.
- Reglamento de la Ley de Inventiones y Marcas.  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Planificación Estratégica de la Innovación.  
J. M. Veciana Verges.  
Management Today, Julio 1986.
- The Anatomy of Successful Innovations.  
Donald G. Marquis, S. Myers.  
National Science Foundation, U.S.A.  
Technical Report, Vol. 69, núm. 17, 1969.
- Como aumentar la efectividad del Desarrollo Tecnológico en América Latina: Los sistemas nacionales y de cooperación regional de Gestión Tecnológica.  
Fernando Magalhaes Machado.  
Mimeografiado.
- Lineamientos del proceso de negociación de compra y venta de tecnología.  
F. Barnes.  
Memoria; Curso sobre Comercialización y Transferencia de Tecnología.  
Dirección General de Desarrollo Tecnológico, UNAM, 1984.
- Metodología para la aplicación de la Auditoría Tecnológica.  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.  
Dirección General de Transferencia de Tecnología.  
Subdirección de Verificación y Apoyo.  
Departamento de Verificación y Seguimiento.

- Financiamiento integral para la reconversión industrial.  
• L. A. Pérez Aceves.  
El mercado de valores, núm. 22, junio 1 de 1987.
  
- Critical Functions: the key to managing team work in the innovation process.  
Edward B. Roberts, Alan R. Fusfeld.  
Electro 78, IEEE, ERA, May 1978.
  
- Staffing the innovative technology - based organization.  
Edward B. Roberts, Alan R. Fusfeld.  
Chemtech May 1983, Vol. 13, No. 5.
  
- Generating effective Corporate Innovation.  
Edward B. Roberts.  
Innovation Technology Review.



## CAPITULO V

### CASO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DEL ZINALCO

#### V.1 Antecedentes

Zinalco es la marca registrada a favor de la UNAM que ampara una familia de aleaciones Zinc-Aluminio-Cobre.

El proyecto en el cual la aleación Zinalco tuvo su desarrollo fue propuesto a la Organización de los Estados Americanos en 1977. Dentro de los objetivos del proyecto estaba el desarrollar una aleación capaz de sustituir al Aluminio, basada en materias primas nacionales. A través de la revisión bibliográfica y de publicaciones periódicas, fue posible determinar que las aleaciones Zinc-Aluminio tenían amplio potencial en cuanto a su aplicación. Estas son universalmente conocidas debido a las excelentes propiedades que presentan como aleaciones para fundición y por sus características superplásticas.

Las aleaciones de Zinc-Aluminio fueron desarrolladas en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial para sustituir al Bronce, ya que el Cobre escaseaba. Algunas aleaciones cuyo contenido de Aluminio varía del 10 al 30% (en peso), compitieron con el Bronce a tal grado, que se les llamó "Bronce blanco". Después de un tiempo, varias compañías europeas continuaron el desarrollo de éstas con excelentes resultados, popularizando su uso como aleación para cojinetes. No fue sino hasta la década de los 80's que aparecieron estas aleaciones en los Estados Unidos de América con los nombres de ZA-12 y ZA-27, cuya nomenclatura corresponde a los porcentajes aproximados de Aluminio, las cuales fueron desarrolladas para procesos de fundición por gravedad o por presión. En la actualidad las aleaciones Zinc-Aluminio, base Zinc, se han estudiado por su comportamiento superplástico; el proceso se llama así por su capacidad de deformación en grandes porcentajes, de al menos 200%,

usando bajas presiones y temperaturas de trabajo de aproximadamente 0.4 veces la temperatura de fusión.

## V.2 Descripción del Proyecto

Hasta la fecha no existe publicación de una aleación base Zinc que tenga aplicaciones directas a la extrusión o al laminado. Las aleaciones existentes presentan una ductilidad muy limitada, considerándose casi frágiles, ya que su deformación máxima alcanza tan sólo el 10%. La aleación superplástica es muy susceptible a la corrosión intergranular y a la fluencia lenta (deformación a carga constante); con lo cual su uso como material estructural queda muy limitado.

En el Zinalco se han logrado eliminar estos impedimentos para su aplicación estructural, de tal manera que puede ser extruído, laminado y, bajo condiciones apropiadas, llevado a un estado superplástico, para aplicaciones de termoformado. Asimismo sirve como recubrimiento ya sea por inmersión en caliente o como un primer. Y su alta maquinabilidad le da la opción del conformado mecánico por arranque de material.

Las propiedades mecánicas del Zinalco, están íntimamente ligadas a su microestructura, es decir, al arreglo microscópico que llegan a tener las fases que componen a la aleación.

## V.3 Méritos Innovativos del Proyecto

Por lo antes expuesto, al Zinalco se le puede considerar un sucedáneo potencial de algunas aleaciones base Aluminio y de lámina negra.

En principio, consideraremos las aleaciones de Aluminio 6063, típicas de perfiles para la construcción, éstas contienen adiciones de Magnesio y Silicio, y después de extruídas es necesario darles un envejecimiento a fin de aumentar la dureza y la resistencia a la tracción,

entre otras propiedades.

El Zinalco, presenta posibilidades de extrusión en caliente, después de la cual las propiedades mecánicas son superiores a las de un Aluminio 6063 con tratamiento térmico y la extrusión puede efectuarse después de la fundición.

En la figura 1 se presenta un diagrama de flujo comparativo del proceso para ambas aleaciones, en éste se pueden observar algunas estimaciones de parámetros importantes; primero se tiene un ahorro de energía térmica del 57% del Zinalco respecto al uso de la aleación 6063; asimismo, los valores de la resistencia a la tracción, límite de fluencia y densidad son del orden de dos veces los valores correspondientes a la 6063.

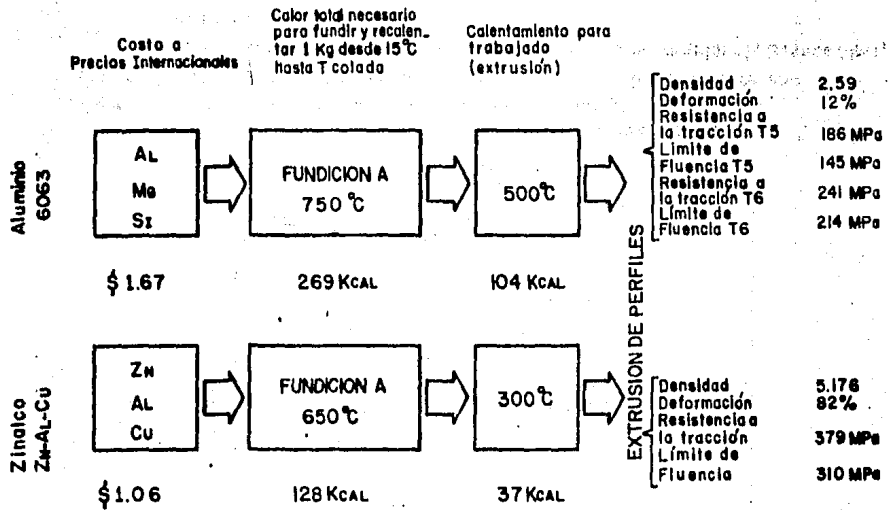
Otra posibilidad que presenta esta aleación, es la de aprovechar las propiedades superplásticas.

El material superplástico representa una buena opción cuando no se requieren grandes volúmenes de producción o cuando el modelo es muy complicado para producirlo por estampado.

En forma general se puede decir que el herramental necesario para un formado superplástico es mucho más barato que el usado normalmente en otros procesos, su volumen de producción óptimo se encuentra entre las 50 y las 10,000 unidades aproximadamente. En la figura 2 se tiene una gráfica comparativa de los métodos superplásticos (MSP) con otros procesos.

Es su mayor densidad la que coloca en desventaja al Zinalco, pero si consideramos que una reducción en la sección transversal nos puede llevar a conseguir perfiles más delgados con una resistencia

<sup>42</sup>"Forming Superplastic Aluminum"; R.Sawle; Aluminum Transformation & Applications 1981; Memorias del Segundo Simposio A.S.M.; Buenos Aires, Argentina 1981.



**AHORRO DE ENERGIA TERMICA**  
**57%**

**Figura N. 1-** Diagrama de Flujo comparativo  
**Fuente:** "Consideraciones económicas y energéticas, acerca de la aleación Zn-Al-Cu", L. Valdés  
 Memorias 1er. Simposio Latinoamericano sobre el Aluminio, OEA, México, Marzo 1983 (43).

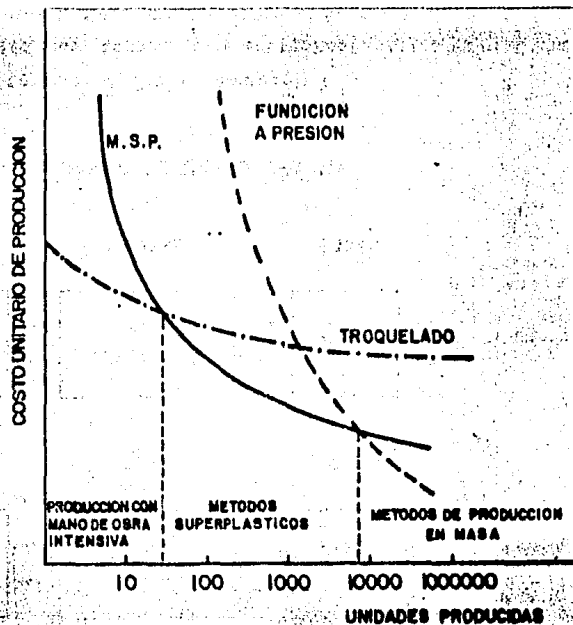


Figura N.º 2 — Economía del proceso de formado superplástico

Fuente: "Forming Superplastic aluminum", R. Sawle, Aluminum Transformation and applications 1981, Memorias del segundo Simposio Internacional, Buenos Aires, Argentina, A.S.M. (42).

mecánica mayor y con la misma longitud, por peso de material, la nueva aleación continúa siendo atractiva con un costo de materia prima menor y una baja demanda de energía térmica en el proceso.

En la figura 3 se tiene la relación de la consideración anterior, es decir, si no se reduce la sección transversal se tiene una resistencia a la tracción del doble, pero también un peso del doble, que un perfil de Aluminio 6063 para una misma longitud.

#### V.4 Transferencia de la Tecnología y Selección de la Empresa

Las industrias que podrían utilizar la nueva aleación son la del Aluminio y la del Zinc. Veamos algunos conceptos en los cuales existen efectos de acoplamiento, en la tabla 26.

Tabla 26. Efectos sinérgicos en dos industrias por el uso de la aleación Zinalco.

C o n c e p t o	Perfiles Extruidos		Placa Superplástica	
	Industria		Industria	
	Al	Zn	Al	Zn
Canales de distribución.	Alta	Baja	Alta	Moderada
Ventas.	Alta	Baja	Alta	Moderada
Almacenamiento.	Alta	Baja	Alta	Moderada
Publicidad.	Alta	Baja	Alta	Moderada
Equipo operativo.	Alta	Baja	Alta	Baja
Personal operativo.	Alta	Baja	Alta	Baja
Curva de aprendizaje.	Alta	Baja	Alta	Baja
Administración.	Alta	Baja	Alta	Moderada
Materia prima.	Moderada	Alta	Moderada	Alta

Fuente: "Consideraciones económicas y energéticas, acerca de la aleación Zn-Al-Cu", Luis Valdés; Memorias Ier. Simposio Latinoamericano sobre el Aluminio, OEA, México, marzo 1983 (43)

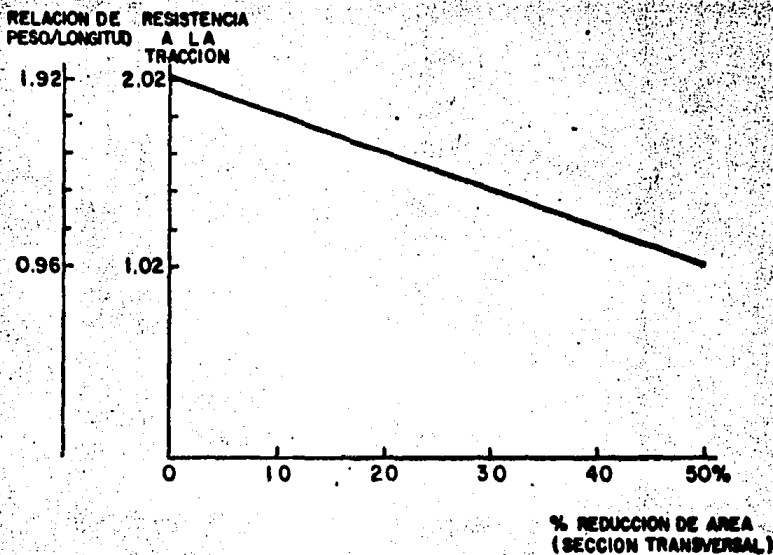


Figura 3.— Comparación de propiedades en función de la reducción del área de la sección transversal.

Fuente: Cito (43).

Es decir, que en cuanto a comercialización y operatividad de la aleación Zinalco, los efectos sinérgicos serían favorables a la industria del Aluminio, sin llegar a descartar por completo a la del Zinc.

Esto es lógico ya que la aleación Zinalco es un posible sucedáneo de las aleaciones base Aluminio. algunas de las ventajas y desventajas de la nueva aleación, son:

#### Ventajas

1. Se tiene una gran disponibilidad de materia prima nacional.
2. Se presentan buenas propiedades mecánicas.
3. Su costo de producción por unidad de peso es menor.
4. El mercado potencial actual de la aleación, son los perfiles extruados y el material superplástico en lámina.
5. El efecto sinérgico de su uso es mayor para la industria del Aluminio.

#### Desventajas

1. Su densidad es aproximadamente el doble que la del Aluminio 6063.
2. Se necesita desarrollar un proceso de recubrimiento protectorio.

Después de realizar una evaluación de las empresas interesadas en efectuar un contrato de transferencia de tecnología del Zinalco, el Comité seleccionador decidió que la empresa FALMEX, S. A. era la mejor opción.

Esta empresa se dedica principalmente a la producción y comercialización de aleaciones maestras de Zinc y Aluminio para la industria de la fundición.

En la selección de la mencionada empresa las características que tuvieron un mayor peso en la decisión fueron el que la empresa era 100% mexicana y que la Gerencia General de la misma presentaba un estilo



de dirección totalmente empresarial más que financiero.

Fue así que con fecha 9 de febrero de 1984, se celebró un contrato de transferencia de la tecnología ZINALCO, entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la empresa FALMEX, S. A. Licenciando el uso y explotación del ZINALCO.

## V.5 Procesos Desarrollados

Al mencionar anteriormente algunos de los usos potenciales del Zinalco, se implicaba la existencia de tecnologías de proceso, o bien que éstas se encontraban en plena investigación, para la obtención de los diferentes productos. Algunos de esos usos, se resumen en el diagrama 1.

A la firma del contrato de transferencia se contaba con Manuales de Operación<sup>44</sup> y Proceso; al menos, de los productos más estudiados. Estos eran respaldados por diversas patentes<sup>45</sup> a favor de la UNAM, las cuales habían sido desarrolladas por el Grupo Básico de Investigación. Las tecnologías de proceso y operación de los diferentes productos se desarrollaron como una consecuencia lógica de las particulares necesidades que cada uno de éstos tenía. Es decir, ya que primero se llevó a cabo el proceso de extrusión, los perfiles así obtenidos necesitaban, para su comercialización, de diversos acabados superficiales (por ejemplo cromatizados, fosfatizados, anodizados, cromados, etc.) por lo que fue necesario desarrollarlos. Comprobado un proceso de deformación como era el de extrusión, en forma paralela se consigue la laminación iniciando las pruebas de termoformado y así sucesivamente para los otros productos señalados en el diagrama 1.

<sup>44</sup>"Al Zinalco y su Tecnología"; Manual de Operación; IIM-UNAM; Gabriel Torres V., Jesús Negrete S., Luis A. Valdés Hdez.; abril 1984.

<sup>45</sup>"Mejoras al anodizado básico de aleaciones Zn- Al-Cu"; Luis A. Valdés Hdez., Gabriel Torres V.; "Método de Extrusión de Aleaciones Zn- Al-Cu"; Gabriel Torres V., Luis A. Valdés Hdez., Jesús Negrete S.; Patentes en trámite a favor de la UNAM.

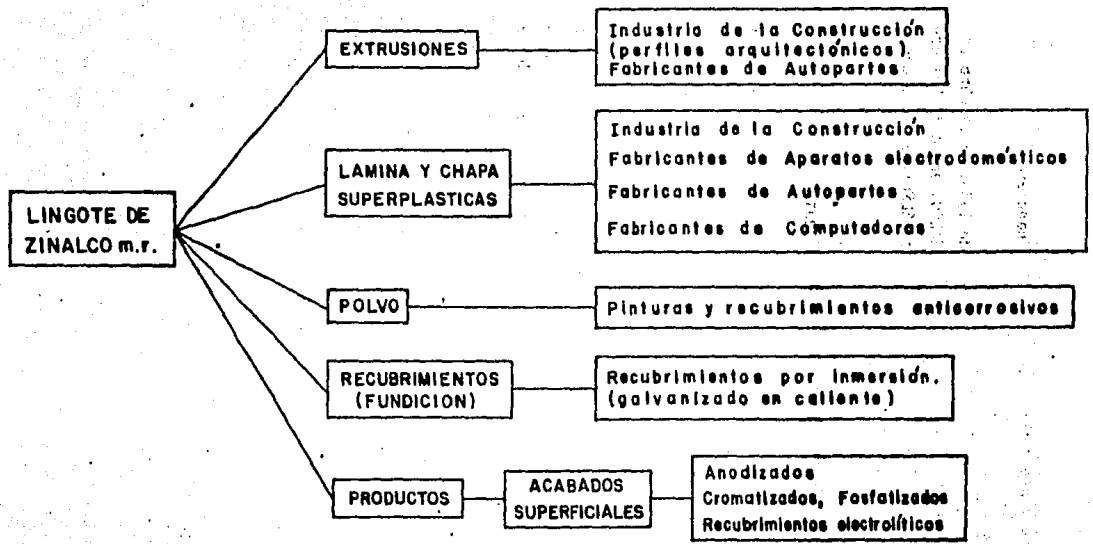


Diagrama N.º 1 — Algunas de las posibilidades de uso y proceso para ZINCALCO m.r.  
Fuente: " Sustitución de Importaciones vía desarrollo tecnológico"; Luis Valdés, Mecanografiado, 1984 (47).

Los años de estudio dedicados a la investigación básica de la nueva aleación, sirvieron de soporte a los diversos desarrollos, que en un efecto cascada, se dieron.

Estas tecnologías de proceso y operación se documentaron en forma de manuales de operación y como reportes de procedimientos<sup>46</sup>. Es necesario recordar que dichas tecnologías se encontraban probadas, cuando más, a un nivel planta piloto semicomercial. Dicho sea de otra manera, el paquete tecnológico se encontraba incompleto.

## V.6 Roles Críticos

Un proyecto con las características del Zinalco sólo era posible de manejar y llevar a cabo, por un grupo de trabajo interdisciplinario, con una orientación metalúrgica, en el que eran necesarias diversas habilidades consideradas como Roles Críticos.

La asignación de estos roles para los elementos del equipo que informal cambiando con el tiempo y las etapas del proyecto.

El rol de "promotor" ante la industria, fue desempeñado por la Dirección General de Desarrollo Tecnológico, la cual fue creada por la UNAM en marzo de 1983 con el objetivo de reforzar las labores de transferencia de tecnología a la industria. En febrero de 1985, para darle mayor estabilidad y permitirle conjugar las labores de administración tecnológica con labores de investigación académica, se convirtió en el Centro Para la Innovación Tecnológica (CIT), perteneciente al sector académico y adscrito a la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. Esta dependencia fue la que finalmente efectuó la venta del proyecto Zinalco.

<sup>46</sup>"Procedimientos del proceso Zinaldic sobre materiales no ferrosos"; Luis A. Valdés Hdez.; IIM-UNAM; febrero 1986.

"Procedimiento del proceso de latonado por inmersión sobre aleaciones base Zinc"; Luis A. Valdés Hdez.; IIM-UNAM; noviembre 1986.

## V.7. Estrategias de Comercialización

La tecnología del Zinalco fue transferida en sus etapas iniciales, cuando el paquete tecnológico aún no se encontraba totalmente desarrollado, de acuerdo a la política expresa del promotor: "... la solución que se le ha dado es la de tratar de transferir la tecnología en las etapas más incipientes posibles, pero cuidando que la capacidad tecnológica de la empresa receptora le permita completar el paquete en un esfuerzo complementario con la Universidad"<sup>48</sup>.

El proyecto se puede considerar una innovación, hasta que se incorpore en forma efectiva al sistema productivo ya sea para ganar nuevos mercados o para conservar los existentes frente a la competencia.

La estrategia comercial de la empresa fue la venta de una aleación madre, la cual se agrega al Zinc fundido en determinadas proporciones y se obtiene así la nueva aleación. Esta estrategia es similar a la de la Coca-Cola, donde lo que se vende es un concentrado y se licencian las tecnologías del proceso, operación y el uso de la marca.

A fin de convencer a sus posibles clientes, la empresa receptora hizo corridas industriales de prueba para los diferentes productos; así para los perfiles extruñdos se hicieron pruebas en las diferentes industrias extrusoras que mostraron algún interés. En estas corridas se obtuvieron también algunos parámetros de operación para el proceso industrial (temperatura, velocidad, presión, lubricantes, etc.). Lo mismo ocurrió tanto para la chapa y lámina como para las piezas por fundición ya fuera por gravedad o por presión.

La estrategia planteada no contemplaba las expectativas de los clientes quienes consideraron la presencia de la empresa como un

<sup>48</sup>"La vinculación Universidad-Industria, una experiencia organizacional en México"; Mario Weissbluth, et al, Seminario Franco Latinoamericano de Gestao Tecnológica, Sao Paulo-Brasil, septiembre 1985.

intermediario y no como el propietario de la tecnología del Zinalco.

La introducción del Zinalco al mercado ha sido, hasta ahora, en base a pequeños lotes de prueba y principalmente en productos de fundición a presión (manijas de automóvil), o por gravedad. Los perfiles y la lámina también han sido probados, pero en éstos la empresa receptora ha llevado toda la carga financiera que esto implica.

Debido a estos problemas la empresa ha expresado su deseo de integrarse verticalmente en los procesos de extrusión y laminación ya sea por una asociación o en forma de maquila, lo cual incrementará notablemente el costo de entrada para la misma, además de retardar la entrada de los productos al mercado por la curva de aprendizaje que forzosamente conllevará la integración.

## Resumen

Zinalco es la marca registrada a favor de la UNAM que ampara una serie de aleaciones con Zinc-Aluminio-Cobre como elementos principales.

El proyecto Zinalco, es una muestra de que en las universidades se gestan y desarrollan investigaciones tendientes a solucionar problemas nacionales.

En él se dieron la mayoría de las etapas de una innovación; investigación básica, investigación aplicada, desarrollo experimental en laboratorio y planta piloto; llegando a los reportes técnicos y manuales de operación.

La presencia de diversas habilidades dentro del grupo de investigación, coadyuvaron al buen desempeño del mismo, un proyecto no puede llegar a buen término con una sola persona, sea quien sea ésta.

La nueva aleación tiene propiedades físico-químicas que la hacen aparecer como un sustituto, en algunas de sus aplicaciones, del Aluminio y de la lámina negra.

Dentro de sus procesos-productos potenciales, se encuentran laminación, extrusión y la fundición. Lo cual, en su momento, le dió mayores posibilidades de transferencia a la industria.

En su transferencia a la industria, los lineamientos usados sirvieron para establecer las políticas universitarias de transferencia de tecnología.

En el proceso para la selección de la empresa receptora, se efectuó la evaluación de los candidatos, este proceso visto a posteriori

aún cuando no fue el mejor, marca un inicio en la evaluación y selección de empresas receptoras de proyectos universitarios.

La empresa receptora inicia su comercialización con una estrategia parecida a la de la Coca-Cola, la cual fracasa debido a que las empresas usuarias la consideran un intermediario que encarecerá el producto final, sin llegar a reconocerla como la responsable del sublicenciamiento de la tecnología y de la marca.

Actualmente esta empresa intenta integrarse verticalmente retrasando con esto la entrada de los productos al mercado ya que forzosamente se tendrá una curva de aprendizaje tanto en la operación como en el proceso.

## Bibliografía Capitular

- Propiedades y Usos del Zinalco.  
G. Torres, J. Negrete, L. Valdés.  
Revista Mexicana de Física, Vol. 31, No. 3, 1985.
- Forming Superplastic Aluminum.  
R. Sawle.  
Memorias del Segundo Simposio Internacional "Aluminum Transformation Technology & Applications", A.S.M.  
Buenos Aires, Argentina, agosto 1981.
- Consideraciones Económicas y Energéticas Acerca de la Aleación Zn-Al-Cu.  
Luis Alfredo Valdés Hernández.  
Memorias del Primer Simposio Latinoamericano sobre el Aluminio, OEA,  
México, marzo 1983.
- La Vinculación Universidad-Industria, una Experiencia Organizacional en México.  
Mario Weissbluth, et al.  
Seminario Franco Latinoamericano de Gestao Tecnológica.  
Sao Paulo, Brasil, septiembre 1987.
- Reflexiones Acerca del Proceso de Transferencia de la Tecnología del Zinalco.  
Luis Alfredo Valdés Hernández.  
Trabajo a presentar.
- El Zinalco y su Tecnología.  
Gabriel Torres V., Jesús Negrete S., Luis A. Valdés Hdez.  
Manual de Operación, IIM-UNAM, abril 1984.
- Mejoras al Anodizado Básico de Aleaciones Zn-Al-Cu.  
Luis A. Valdés Hdez., Gabriel Torres V.  
Patente en trámite a favor de la UNAM.



- Método de Extrusión de Aleaciones Zn-al-Cu.  
Gabriel Torres V., Luis A. Valdéz Hdez., J. Negrete S.  
Patente en trámite a favor de la UNAM.
  
- Procedimiento del Proceso Zinaldic sobre Materiales no Ferrosos.  
Luis Alfredo Valdés Hernández.  
IIM-UNAM, febrero 1986.
  
- Procedimiento del Proceso de Latonado por Inmersión sobre Aleaciones base Zinc.  
Luis Alfredo Valdés Hernández.  
IIM-UNAM, noviembre 1986.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando que el desarrollo no se refiere a un mero crecimiento económico, aún cuando éste fuera equitativo en la distribución de bienes, en un sentido más amplio se considera como un proceso en el que los aspectos político, social, económico y cultural adoptan una distribución tal que, permiten la realización; de la justicia, de la participación activa en la toma de decisiones que afectan la vida de los individuos y de las sociedades; de la distribución equitativa del poder, de la riqueza, de la educación y de todos los beneficios sociales.

Entre las opciones para lograr el desarrollo se encuentra la aplicación de la ciencia y la tecnología, más para ello deben existir las condiciones y la organización adecuadas a fin de aprovecharlas.

Se define a la ciencia como la que produce conocimientos y a la tecnología como la que ayuda a producir riqueza.

En el capítulo II.1 se indicó que en los países industrializados la contribución del factor tecnológico al incremento de la productividad ha sido mucho más importante que los aumentos en el capital físico.

Esto fue posible debido a la existencia de un plan de ciencia y tecnología que se encontraba ligado a las necesidades de la comunidad y que se apoyó en análisis de fuerzas y de debilidades internas así como el de amenazas y oportunidades del entorno, lo cual dió como resultado la implementación de acciones de apoyo y reforzamiento a sectores específicos cuya contribución se consideraba prioritaria.

La ciencia y la tecnología son insumos importantes ya que mediante su aplicación se lleva a buen término la implementación de programas de incremento a la productividad, mejoramiento de los productos, aprovechamiento de la energía, así como estrategias ofensivas de desarrollo de nuevos productos y sustitución de materias primas.

En lo que respecta al uso de la ciencia y la tecnología en los países latinoamericanos es necesario puntualizar que es en los últimos veinte años cuando se le ha dado importancia a su desarrollo endógeno, mediante el establecimiento de nuevos instrumentos, tales como: la creación de órganos encargados de fomentar la ciencia y la tecnología, de Centros de Investigación y apoyos financieros adecuados; se han adoptado medidas para analizar y controlar los flujos de tecnología importada, regulando la inversión extranjera y reformando las legislaciones sobre la propiedad industrial.

Entre los avances más importantes se tiene el hecho que actualmente se cuenta con la capacidad para desagregar los paquetes tecnológicos y en materia de consultoría e ingeniería se han alcanzado niveles de competitividad internacional.

Un aspecto verdaderamente negativo es el hecho de que al no existir la experiencia, necesaria para la administración y gestión del mencionado proceso, se han improvisado cuadros de dirigentes, lo que forzosamente conlleva a numerosos fracasos en el transcurso de la curva de aprendizaje de dichos cuadros lo cual da elementos de ataque a aquellos que no son simpatizantes de los esfuerzos a favor de un desarrollo tecnológico endógeno y autónomo.

Al finalizar este siglo ningún proceso de desarrollo autónomo será factible si no se cuenta con una capacidad científica y tecnológica endógena en áreas críticas para los países latinoamericanos y que al mismo tiempo, no se podrá establecer esta capacidad a menos que se produzcan profundas transformaciones socioeconómicas

y políticas en la región, que permitan implementar programas de prioridades tecnológicas que coadyuven en forma verdadera al proceso de desarrollo.

Dentro de los instrumentos que el Gobierno Federal Mexicano ha implementado, el reciente Decreto de Estímulos Fiscales para Fomentar la Investigación, el desarrollo y la Comercialización de Tecnología Nacional, es de suma importancia; ya que apoya las actividades de Investigación y desarrollo en sus distintos niveles y características. Este instrumento pretende inducir a desarrollar tecnología así como la investigación aplicada sin olvidarnos de la investigación básica. En paralelo actualmente contamos con un sistema financiero nacional que apoya con recursos económicos a los proyectos de desarrollo tecnológico.

La parte que se ha olvidado o relegado a un segundo término son los recursos humanos especializados, ya que no se les dá un reconocimiento adecuado ocasionando con ésto un aislamiento del sector o una fuga de los mismos, hacia otros entornos. Es necesario promover acciones encaminadas a mejorar las condiciones de los factores motivadores en el trabajo como son el logro, el reconocimiento, el trabajo en sí mismo, la responsabilidad y la promoción, a fin de incrementar la productividad y el desempeño superior del sector referido. Sin olvidar mantener los factores de higiene en un nivel aceptable, entre estos últimos tenemos a la política y administración, la supervisión, los salarios, las relaciones interpersonales, las condiciones de trabajo, etc.

El sistema compuesto por las Universidades, Institutos y Centros de Investigación y Desarrollo debieran: auxiliar en la selección, asimilación y adaptación de la tecnología, mantener contacto con las innovaciones exógenas que sean susceptibles de una adaptación; desarrollar los conocimientos existentes en campos de importancia potencial (p.e. recursos naturales no renovables, conservación

de la energía, contaminación, etc.); adiestrar y capacitar recursos humanos especializados.

La política de que la mayor participación en el gasto para investigación y desarrollo haya sido la del Gobierno Federal, propició y solapó que actualmente la mayor concentración de investigadores se encuentre en el sector educación superior.

Debido al escaso interés que éstos han demostrado por satisfacer las necesidades reales tanto del sector productivo como de la sociedad misma, y a la falta de elementos de control que ocasionan una baja productividad y eficiencia del sector de investigación académica; ha originado la creación de una posición confortable que es de nula o poca contribución al proceso del desarrollo.

Es necesario establecer políticas e instrumentos que induzcan a este sector a una mayor participación e interrelación, con la industria coadyuvando de manera efectiva al desarrollo del país.

Para esto es necesario la elaboración de un estudio serio acerca de las motivaciones de los verdaderos investigadores, haciendo a un lado aquellas declaraciones encaminadas a justificar la existencia de cualquier instrumento, sea este un Centro, un Instituto o simplemente el puesto de su Director.

Los profesionales administrativos, los empresarios y los científicos, generalmente son motivados por los logros en mayor grado que otros grupos identificables de la sociedad.

La ciencia y la tecnología es el motor de la actividad productiva; en los momentos actuales, en que la planta productiva nacional se ve presionada por un entorno internacional más competitivo, es necesaria la implementación de programas de desarrollo tecnológico que refuercen las habilidades existentes, superen sus li-

mitaciones; y desarrollen nuevas posibilidades.

Con lo anterior se le da la oportunidad a la planta productiva nacional de permanecer y, en su caso, penetrar en otros segmentos de mercado en los que pueda ser competitiva.

Los programas de desarrollo deben de contemplar la compra, la copia, la asimilación, la adaptación y/o la generación de tecnologías adecuadas al sector donde se ubique la empresa. El diseño de los programas estará en función de los resultados obtenidos de un diagnóstico de la empresa y el entorno, así como de los pronósticos tecnológicos; los cuales deberán ser efectuados por verdaderos especialistas.

En nuestro país existen ejemplos de empresas que usan los programas de desarrollo tecnológico como el instrumento más eficaz de su política agresiva, lo cual les proporciona competitividad a nivel internacional. Estas empresas son: CIFUNSA, S. A. DE C. V., HYLSA, S. A., FAMA, S. A., INDETELEC, S. A. y otras.

Para el caso de la transferencia de la tecnología del Zinco, el proceso de evaluación del proyecto por parte del Comité Académico de Evaluación y Selección, no contempló las posibilidades reales de la empresa receptora; esta carencia se puede generalizar a la mayoría de los proyectos universitarios.

Para efectuar una verdadera evaluación, es necesario que ésta sea efectuada en forma interdisciplinaria por personas que conozcan a fondo, tanto al grupo de investigación como a la empresa y sus entornos. Esta evaluación podría ser reforzada por Comités Consultivos externos, mismos que estarían formados por expertos con diferentes especialidades y con amplios conocimientos en actividades propias de la Gestión Tecnológica. Este cuerpo colegiado deberá estar integrado por personas ajenas tanto a la institución como a la empresa involucradas.

Una evaluación de este tipo nos describe una situación potencial más no real; el que los efectos potenciales se lleguen a materializar o no, dependerá de la integración misma de la nueva relación.

Un desarrollo tecnológico se da preferencialmente en el seno de grupos interdisciplinarios y los roles críticos se viven en todas las etapas del proceso por diferentes miembros del mismo. Los reconocimientos al logro y por esfuerzos realizados deben ser otorgados oportunamente al grupo.

Los proyectos de investigación son a largo plazo. Con el transcurso del tiempo, los recursos humanos maduran y sus necesidades de estima y autorrealización crecen; el proyecto Zinalco no es la excepción a estas observaciones y lo que podemos agregar es que, cuando se dan factores desmotivantes como son la falta de reconocimiento formal y de apoyo a las actividades de los elementos del grupo, el mismo tiende a desintegrarse aún cuando los factores de Higiene se encuentren altos.

Los grupos universitarios de investigación se desintegran por una falta de reconocimiento a los elementos del mismo, lo que provoca una discontinuidad en el proceso de investigación.

La administración de los grupos de investigación debe estar orientada hacia la implementación e incremento de los factores motivadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRAFIA

- Ackoff, Rusell L.  
Un concepto de Planeación de Empresas.  
Limusa, 1980.
- Asnoff, Igor.  
La Estrategia de la Empresa.  
Ediciones Universidad de Navarra, Pamplona-Barcelona, 1976.
- Aparecido dos Santos, Silvio.  
Criacao de Empresas de Alta Tecnologia.  
Universidad de Sao Paulo, 1987.
- Austin, Nancy; Peters, Thomas.  
Pasión por la Excelencia.  
Lasser Press Mexicana, 1986.
- Azcué, Pedro.  
Calidad de Exportación.  
Instituto Mexicano de Comercio Exterior, 1973.
- Barre, Raymond.  
Economía Política, Tomo I.  
Editorial Ariel, 1981.
- Careaga, J. A.  
La Investigación Tecnológica en el Desarrollo Industrial de México.  
ENEP, UNAM, 1980.
- Enciclopedia de Dirección y Administración de la Empresa.  
Vol. 4  
Editorial Orbis, 1986.



- Freeman, Christopher.  
La Teoría Económica de la Innovación Industrial.  
Alianza Editorial, Madrid, 1975.
- Freeman, C.; Clark, J.; Soets, L.  
Unemployment and Technical Innovation.  
Frances Pinter, Londres, 1982.
- Giral, José B.; González Sergio.  
Estrategia Tecnológica Integral.  
Edición 1986.
- Giral, José; González, Sergio.  
Tecnología Apropiaada.  
Alhambra Mexicana, 1980.
- Informe Anual Banco Mundial, 1984.  
Banco Mundial, Washington, D. C.
- Jones, Graham.  
Ciencia y Tecnología en los Países en Desarrollo.  
F.C.E., 1973.
- Kast, Fremont E.  
Administración en las Organizaciones, un Enfoque de Sistemas.  
McGraw Hill, 1979.
- Machado, Fernando M.; Castaños Arturo I.  
Administración de proyectos de Innovación Tecnológica.  
Ediciones Gernika, 1986.
- Marcovitch, J.; Correa, Luis; Nogueira da Cruz, H.; Correa, A.  
Política e Gestao em Ciencia e Tecnologia  
Universidades de Sao Paulo, 1986.
- Michel, Guillermo.  
Ecología de la Organización.  
Trillas, 1978.
- Nadal, Alejandro Egea.  
Instrumentos de Política Científica y Tecnológica en México.  
El Colegio de México, 1977.

- Odiorne, George S.  
Administración por Objetivos.  
Limusa, 1980.
- OECD, Science and Technology Indicators.  
No. 2 Research and Development, Invention and Competitiveness.  
OECD, París, 1986.
- OECD, Technical Change and Economic Policy.  
OECD, París, 1980.
- Pecujlic, M.; Abdel-Malek, A.; Blue, G.  
La Transformación del Mundo.  
Vol. 1 Ciencia y Tecnología.  
Editorial Siglo XXI, 1982.
- Pérez, M.; Castaños A.; Esteva, J. A.  
Articulación Tecnológica y Productiva.  
Lecturas sobre Desarrollo Tecnológico.  
Dirección General de Publicaciones UNAM, 1986.
- Peters, Thomas; Waterman, Robert.  
En Busca de la Excelencia.  
Lasser Press Mexicana, 1984.
- Ramírez de la O., Rogelio.  
De la Improvisación al Fracaso.  
Ediciones Océano, 1983.
- Robinson, Austin.  
Tecnologías Apropriadas para el Desarrollo del Tercer Mundo.  
F.C.E., 1983.
- Sagasti, Francisco.  
Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano.  
Lecturas No. 42; El trimestre Económico.  
F.C.E., 1981.
- Salazar, Abelardo.  
Manual del Promotor de Proyectos de Desarrollo Tecnológico.  
FONEI, Abril 1985.

- Slow, R.  
El Cambio Técnico y la Función de Producción Agregada.  
Lecturas No. 31; El Trimestre Económico.  
F. C. E., 1979.
- Sup Choi, Hyung.  
Bases for Science and Technology Promotion in Developing Countries.  
Asian Productivity Organization, Tokyo 1983.
- Vasconcelos, Eduardo; Hemsley, James R.  
Estructura das Organizacoes.  
Universidade de Sao Paulo, 1986.
- Wionczek, Miguel.  
Capital y Tecnología en México y América Latina.  
Porrúa, 1980.
- Wionczek, M.; Bueno G.; Navarrete J.  
La Transferencia Internacional de Tecnología. El caso de México.  
F.C.E., 1974.
- Wright, J. C.  
Technoeconomics: Concepts and Cases.  
Asian Productivity Organization, Tokyo 1983.
- Zaid, Gabriel.  
La Economía Presidencial.  
Editorial Vuelta, 1987.

#### ARTICULOS Y PUBLICACIONES TECNICAS

- Barnes, F.  
Lineamientos del proceso de Negociación de Compra y Venta de Tecnología.  
Memoria "Comercialización y Transferencia de Tecnología".  
Dirección General de Desarrollo Tecnológico, UNAM 1984.
- Bueno, Gerardo M.  
El Desarrollo Tecnológico, sus Relaciones con la Evolución de América Latina.

Comercio Exterior, vol. 31, núm. 5., México, mayo de 1981, pp. 514-525.

- Castaños Ichazo, Arturo.  
La Ciencia y la Tecnología en América Latina y Algunos Países Industrializados. Una Visión Comparativa.  
II Reunión Internacional de Administración en Ciencia y Tecnología.
- Horeh, R.; Kamin, J. Y.  
How the costs of technological innovation are distributed over time  
Research Management, March-April 1983.
- Machado, Fernando M.  
Como aumentar la efectividad del Desarrollo Tecnológico en América Latina; Los Sistemas Nacionales y de Cooperación Regional de Gestión Tecnológica.  
Mimeografiado.
- Marquis, Donald G.; Myers, S.  
The Anatomy of Successful Innovations.  
National Science Foundation, U. S. A.  
Technical Report, vol. 69, núm. 17, 1969.
- Morano, John P. Jr.  
Now, R. & D is Corporate America's answer to japan inc.  
Busines Week, June 1986.
- Pérez, L. A. Aceves.  
Financiamiento integral para la reconversión industrial.  
El mercado de valores, núm. 22, junio 10., 1987.
- Roberts, Edward B.  
Generating effective corporate innovation.  
Innovation Technology Review.
- Roberts, Edward B.; Fusfeld, Alan R.  
Critical Functions: The key to managing teamwork in the innovation process.  
Electro 78, IEEE, ERA, May 1978.

- Roberts, Edward B.; Fusfeld, Alan R.  
Staffing the innovative technology - Based organization.  
Chemtech, vol. 13, núm. 5, May 1983.
- Sabato, J.  
Desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe.  
Revista de la CEPAL, núm. 10, abril 1980.
- Sabato, Jorge A.  
Investigación Científico Tecnológica y Metalurgia.  
Mimeografiado.
- Sagasti, Francisco; Cook, Cecilia.  
Tiempos difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina durante el  
decenio de 1980.  
Grade Lima, diciembre 1985.
- Sagasti, F. R.; Chaparro, F.; Paredes, C.E.; Jaramillo, H.  
Ciencia y Tecnología en América Latina, Balance y perspectivas.  
Comercio Exterior, Vol. 34, núm. 12, México, diciembre 1984.
- Sawle, R.  
Forming Superplastic Aluminum.  
Memorias 2o. Simposio "Aluminum Transformation Technology & Applications"  
A.S.M.  
Buenos Aires, Argentina, agosto 1981.
- Torres G.; Negrete, J.; Valdés, L.  
El Zinalco y su Tecnología.  
Manual de Operaciones.  
IIM-UNAM, abril 1984.
- Torres, G.; Negrete, J.; Valdés, L.  
Propiedades y Usos del Zinalco.  
Revista Mexicana de Física, vol. 31, núm. 3, 1985.
- Torres, G.; Valdés, L.; Negrete, J.  
Método de extrusión de aleaciones Zn-Al-Cu.  
Patente en trámite a favor de la UNAM.

- Valdés, Luis.  
Consideraciones económicas y energéticas acerca de la aleación Zn-Al-Cu.  
Memorias Simposio Latinoamericano sobre el Aluminio.  
OEA, México, marzo 1983.
- Valdés, Luis.  
Procedimiento del proceso de latonado por inmersión sobre aleaciones  
base Zinc.  
IIM-UNAM, noviembre 1986.
- Valdés, Luis.  
Procedimiento del proceso Zinaldic sobre materiales no ferrosos.  
IIM-UNAM, febrero 1986.
- Valdés, Luis.  
Reflexiones acerca del proceso de transferencia de la tecnología del  
Zinalco.  
Mimeografiado.
- Valdés, L.; Torres G.  
Mejoras al anodizado básico de aleaciones Zn-Al-Cu.  
Patente en trámite a favor de la UNAM.
- Veciana, J. M. Verges.  
Planificación Estratégica de la Innovación.  
Management Today, julio 1986.
- Weissbluth, Mario.  
La vinculación universidad-industria, una experiencia organizacional  
en México.  
Seminario Franco Latinoamericano de Gestao Tecnológica.  
Sao Paulo, Brasil, septiembre 1987.

#### DOCUMENTOS

- Catálogo de Centros e Institutos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico en México, 1984.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984.

- Estudio de la Estructura del Sistema Científico Mexicano.  
Serie Estudios 1.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984.
- Gufa de Asimilación de Tecnología.  
II Semana de Tecnología del IMIQ.  
INFOTEC, 1984.
- Ley de Invencciones y Marcas.  
Diario Oficial, 10 de febrero de 1976.
- Metodología para la aplicación de la Auditoría Tecnológica.  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.  
Dirección General de Transferencia de Tecnología.  
Subdirección de Verificación y Apoyo.  
Departamento de Verificación y Seguimiento.
- Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 84-88.  
Poder Ejecutivo Federal.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.  
Segunda Edición, diciembre 1984.
- Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior 1984-1988.  
Poder Ejecutivo Federal.  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.  
Segunda Edición, agosto 1984.
- Programa para el Desarrollo Integral de la Industria Mediana y Pequeña.  
SECOFI, noviembre 1984.
- Simposio de la Ciencia y la Tecnología en la Planeación del Desarrollo  
Ciencia y Desarrollo.  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1981.
- Reformas y Adiciones a la Ley de Invencciones y Marcas.  
Diario oficial, 16 de enero de 1987.
- Reglamento de la Ley de Invencciones y Marcas.  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

## ANEXOS

### INSTRUMENTOS DE APOYO Y FOMENTO AL DESARROLLO TECNOLÓGICO

En 1867, cuando el Gobierno Federal interviene sistemáticamente en el fomento de la ciencia se crea la Academia Nacional de Ciencia y Literatura; pero su existencia fue efímera ya que sólo funcionó de 1861 a 1875. Esta institución se creó para impulsar la industrialización de México por medio de la investigación científica y tecnológica.

En 1932 se crea el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, sus principales objetivos son el desarrollar métodos de usos productivos de los recursos forestales, desarrollar tecnologías propias de industrialización y utilización integral de los productos forestales, apoyar la planeación forestal con estudios, análisis y diagnósticos económicos.

En 1935 se funda el Consejo Nacional de Educación Superior e Investigación Científica (CONESIC). Este organismo tuvo como función primordial asesorar al ejecutivo en la organización del Instituto Politécnico Nacional.

En 1942 se expidió la Ley para la creación de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), cuyo objetivo era el fomento y coordinación de las investigaciones realizadas en el país.

En 1948 se crearon por decreto presidencial, los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI). Surgen con el objetivo de realizar investigaciones de carácter técnico y científico con fines industriales.



En 1950 se sustituye al CICIC por el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC). Este se concentró en la tarea de promover directa o indirectamente la formación de científicos y técnicos entre otros.

En 1950 surge el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas (IMIT), como dependencia del Banco de México contando con la asesoría de la Fundación Armour de Investigaciones, su propósito fundamental es la realización de actividades especializadas de investigación y asesoría en base a necesidades de apoyo técnico en el proceso del desarrollo industrial del país.

En 1953 se crea el Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña (FOGAIN), su propósito es el de coadyuvar al desarrollo de las empresas industriales medianas y pequeñas, propiciando mayores flujos de financiamiento a través de operaciones de redescuento y otorgando asistencia técnica para lograr un mejor desempeño empresarial mediante estudios sobre la estructura industrial del país. Orienta a los pequeños y medianos industriales en cuestiones de administración, mercadeo, producción y selección de tecnologías.

En 1957 se crea la Dirección de Investigación y Desarrollo (HYLSA), con el objeto de desarrollar adelantos y aplicaciones de la tecnología de la reducción directa en aceros.

En 1958 se crea el Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) con el objetivo de desarrollar la tecnología cafetalera apropiada para nuestros requerimientos ecológicos, económicos y sociales.

En 1958, se constituye IMIT como un fideicomiso con el Banco de México como la entidad fiduciaria y el propio Banco, Nacional Financiera y el Banco Nacional de Comercio Exterior, como fideicomitentes.

En 1960 IMIT adopta el régimen de asociación civil con las tres instituciones como asociadas, incorporando otros renglones de estudio en las áreas económica y de mercado, así como la revisión a las bases de ingeniería para cada proyecto, constituyendo así las Unidades de Estudios Técnicos-Económicos y de Pre-Ingeniería.

En 1965 se creó el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y sus objetivos principales son el realizar investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico en las especialidades de petróleo y petroquímica (básica y secundaria), en exploración, explotación, transformación y distribución del petróleo como energético fundamental con implicaciones socioeconómicas nacionales e internacionales; desarrollar los sistemas de exploración, de ingeniería básica y de detalle para campo, planta o distribución; formar y desarrollar personal especializado a todos los niveles y difundir los resultados de sus investigaciones en petróleo.

En 1967, es constituido con recursos del Gobierno Federal y del Banco Interamericano de Desarrollo, el Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP), el cual tiene como objetivo poner a disposición del inversionista que así lo solicite los medios financieros y técnicos, para la realización del estudio de pre-inversión que se requiera. También financia estudios relacionados con la formulación del inventario de recursos naturales renovables y no renovables.

En 1970, por decreto presidencial se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Su función principal consiste en la asesoría del Ejecutivo Federal en la fijación, instrumentación, ejecución y evaluación de la política nacional de Ciencia y Tecnología.

En 1971 el Fondo de Equipamiento Industrial (FONEI), es creado como un Fideicomiso en el Banco de México. Tiene por objetivo promover el desarrollo de empresas industriales o de servicios, cuya produc-

ción sea exportable, sustituya importaciones o se considere actividad prioritaria. Proporciona asistencia financiera para la compra de activos fijos como maquinaria, equipo, construcción de edificios y otras instalaciones. También proporciona apoyo financiero para la formulación de estudios de viabilidad técnica, económica y financiera que deban utilizar consultores externos a la empresa. Este Fideicomiso ha otorgado importancia al desarrollo tecnológico y a la eficiencia productiva implementando programas específicos para estos fines.

En 1972, se promulgó la Ley sobre el Registro de la Transferencia de Tecnología, y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas, cuyos propósitos fundamentales son: a) Regular la transferencia de tecnología, de manera que las condiciones establecidas en los contratos permitan lograr los objetivos de desarrollo socioeconómico y de independencia nacional. b) Fortalecer la posición negociadora de las empresas nacionales. c) Crear conciencia en el empresario sobre la importancia que tiene la tecnología y su transferencia internacional para el desarrollo del país. d) Establecer un registro oficial que permita conocer las condiciones de los contratos y la problemática inherente al proceso de transferencia de tecnología, y así hacer posible una mejor planeación del desarrollo tecnológico del país.

El Registro Nacional de Transferencia de Tecnología hace un análisis jurídico, económico y técnico de los contratos, a fin de cuidar que las condiciones y los precios en que se adquiere la tecnología se ajusten a las estipulaciones legales.

En 1972 se crea el Fondo Nacional de Fomento Industrial (FOMIN), como un Fideicomiso del Gobierno Federal en Nacional Financier. Su objetivo es apoyar a los empresarios que deseen instalar nuevas industrias o ampliar las existentes, aportando recursos en forma de capital. Ha puesto énfasis en el fortalecimiento del desarrollo regional, impulsando la descentralización, y en el mejoramiento de la balanza de pagos, promoviendo la sustitución de importaciones y fomentando las exportaciones.

En 1973 se promulga la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera, con el objetivo de fomentar y regular la inversión estimulando un desarrollo justo y equilibrado para consolidar la independencia económica del país. En este mismo año se crea el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras, el cual depende de la Secretaría de Industria y Comercio.

En 1974, se crea ATISA ATKINS, S. A. de C. V., cuyos objetivos son el realizar y fortalecer las investigaciones tecnológicas y aplicadas, para el desarrollo de las empresas minero-metalúrgicas y gubernamentales y del sector privado. Formular proyectos y programas para la aplicación de las investigaciones al desarrollo empresarial.

En 1975 se crea el Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas (IMIS), con los objetivos de efectuar investigación aplicada y desarrollo tecnológico sobre la industria siderúrgica del país, en sus productos y procesos; proporcionar asistencia técnica y consultoría a empresas del ramo. Además de brindar servicios de información y difusión técnica de la especialidad.

En 1975 se crea por Decreto Presidencial el Fondo de Información y Documentación para la industria (INFOTEC), como un Fideicomiso en Nacional Financiera. La labor de INFOTEC se concentra en promover el uso del conocimiento para la producción de bienes y servicios, con el fin de ayudar a la industria a incrementar su capacidad tecnológica y fomentar la creación de un ambiente adecuado para la innovación. Los servicios que ofrece son la información, la asistencia tecnológica así como la investigación bibliográfica.

En 1975 se crea el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) con los objetivos de realizar y promover investigación y desarrollo tecnológico para resolver los problemas de generación, distribución y utilización de la energía eléctrica y su aprovechamiento para el desarrollo industrial, así como contribuir a la difusión e imple-

mentación de equipos y tecnologías que se adapten al progreso de la industria eléctrica y al desarrollo económico del país.

En 1976 se crea el Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica del Estado de Chihuahua, A. C., con el objetivo de coadyuvar al desarrollo integral del Estado de Chihuahua y regiones circunvecinas, mediante la realización de investigaciones y prestación de servicios de asistencia tecnológica para el desarrollo y establecimiento de empresas productivas, principalmente en los sectores de alimentos, madera y minerales.

En 1976 se constituye el Centro de Investigaciones y Asistencia Tecnológica del Estado de Guanajuato, A. C., con el objeto de contribuir al desarrollo socioeconómico regional en los sectores de calzado, curtiduría y conexos.

En 1976 se establece el Centro de Investigación y desarrollo de TELMEX, con los propósitos de analizar y evaluar los avances de las telecomunicaciones a nivel mundial y nacional; adecuar tecnologías, desarrollar innovaciones y modificaciones progresivas en la planta telefónica del país; desarrollar equipos y sistemas con tecnología propia que permitan reducir la dependencia tecnológica y promover la sustitución de importaciones.

En 1976 se promulga la Ley de Invenciones y Marcas, que sustituye a la Ley de Propiedad Industrial, que había estado vigente desde 1942. En 1987 se decretan reformas adicionales, con el propósito de:

- a) Que el interés público domine sobre el interés individual.
- b) Servir como un estímulo a la industrialización del país.
- c) impulsar la actividad de los inventores nacionales.
- d) Contribuir en la reducción de importaciones y promover las exportaciones.
- e) Fomentar la autodeterminación tecnológica del país.

En 1977, la Asamblea de IMIT Consideró acertado introducir diversas reformas en sus estatutos y substituyó su denominación por

la de IMIT, A. C., asignándole el carácter de Instituto de Apoyo Técnico para el Financiamiento de la Industria.

En 1978, el Gobierno Federal a través de Nacional Financiera, creó el Programa de Apoyo Integral a la Industria Mediana y Pequeña, (PAI) para fortalecer y promover a ese sector productivo. El objetivo fundamental del PAI consiste en procurar el incremento de la productividad de la pequeña y mediana industria a través del mejor aprovechamiento de los recursos humanos, financieros y tecnológicos de que dispone.

En 1979, se establece el Programa de Riesgo Compartido en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en el que se apoya hasta con un 50% de los gastos a los proyectos de innovación, adaptación o desarrollo tecnológico para procesos o productos.

En 1980 se crea la promotora del Maguey y del Nopal, la cual surge con los objetivos de aprovechar integralmente los recursos de las zonas magueyeras y nopaleras para contribuir al desarrollo económico de sus habitantes; desarrollar servicios de investigación aplicada del maguey, el nopal, así como capacitación, demostración y extensión; desarrollar los procesos de industrialización y comercialización de productos y subproductos.

En 1982, se crea Ingeniería y Desarrollo de Telecomunicación y Electrónica, S. A. de C. V. (Indetelec) con el objetivo de realizar toda clase de actividades para la investigación y desarrollo, elaboración de trabajos, diseños y procesos en las áreas de ingeniería en electrónica, telecomunicaciones y computación, que incluyen: Asimilación de tecnologías, Desarrollos Derivados, Integración Nacional y Desarrollos propios.

En 1983, se creó la Dirección General de Desarrollo Tecnológico en la Universidad Nacional Autónoma de México, con el objetivo

de vincular el potencial tecnológico de la máxima Casa de Estudios con las demandas de la industria, proporcionando a la comunidad universitaria diversos servicios de apoyo para lograr la expedita transferencia de tecnología al sector productivo.

En 1983 por decreto presidencial, se reestructura el Consejo Consultivo para la Exportación de Tecnología y Servicios Mexicanos de Ingeniería y Construcción, el cual actúa como organismo de consulta, asesoría y coordinación para la promoción y fomento de la exportación de tecnología y de servicios nacionales de ingeniería y construcción.

En 1983, se crea el Centro de Investigación Aplicada para el Desarrollo Industrial con el objetivo de realizar o promover proyectos de investigación aplicada a la sustitución de importaciones de equipo, maquinaria, partes y refacciones para la industria mediana y pequeña, mediante la utilización de la capacidad instalada de las empresas o instituciones de educación superior en el Estado de México.

En 1984 se presenta e inicia la implementación del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (PRONDETYC) 84-88, el cual es un programa de mediano plazo y constituye el principal instrumento de la acción del Estado para aumentar la autodeterminación tecnológica e integrar la investigación científica al caudal de los recursos nacionales para atender a nuestras prioridades. El programa persigue: a) Mayor conocimiento de la realidad física, biótica y social del país; b) modernizar y hacer más competitivo el aparato productivo; c) tener dominio sobre la tecnología importada; d) reforzar la investigación científica y tecnológica y articularla con la solución de los problemas económicos y sociales del país; e) alcanzar mayor capacidad de formación de especialistas en ciencia y tecnología; y f) difundir más ampliamente información científica y tecnológica a los productores y a la población en general.

En 1985 se establece en la Ley para Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico la presencia de un Registro Nacional de Instituciones Científicas y Tecnológicas en el cual deberán inscribirse las instituciones y organismos que realicen actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, el funcionamiento y control de dicho Registro estará a cargo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En la misma Ley se señala la existencia del Registro Nacional de Empresas Tecnológicas en el cual deberán inscribirse las personas físicas o morales que de manera exclusiva se dediquen a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, asistencia técnica, adaptación y asesoría en asimilación de tecnología, así como a la producción de ingeniería básica, el funcionamiento y control de este Registro estará a cargo de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

En 1985, se crea el Registro Nacional de Empresas de Ingeniería, en el que deberán inscribirse las empresas nacionales que de manera prioritaria se dediquen a las actividades de ingeniería básica, ingeniería de procesos, ingeniería de detalle, selección de tecnología y actividades complementarias. El funcionamiento y control de este registro está a cargo de la Dirección de Transferencia de Tecnología de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

En 1985 la Dirección General de Desarrollo Tecnológico de la UNAM, se transforma en el Centro para la Innovación Tecnológica con el fin de darle mayor estabilidad a esta dependencia y permitirle conjugar sus labores de administración tecnológica con tareas de investigación académica sobre política, economía, sociología y administración de la tecnología.

En 1987 se establece en México el proyecto denominado Technological Information Pilot System (TIPS) el cual es un servicio internacional destinado a apoyar e incrementar la cooperación tecnológica, científica y comercial entre los países en desarrollo. El TIPS es un proyecto conjunto del Programa de Naciones Unidas para el Desa-



rollo (PNUD) y el Fondo de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas (FNUCTD) con un aporte inicial del Gobierno de Italia, el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT) es la institución que funge como contraparte del proyecto a nivel nacional.

En 1987 se emite el Decreto que establece los estímulos fiscales para fomentar la investigación, el desarrollo y la comercialización de tecnología nacional cuyos objetivos fundamentales son impulsar el proceso de investigación científica y desarrollo tecnológico aplicado en las instituciones del sistema de educación superior y organismos dedicados a estas actividades, siempre y cuando estén vinculados al desarrollo de la planta productiva nacional; promover la creación y desarrollo de empresas dedicadas exclusivamente al campo de la investigación y desarrollo tecnológico, asistencia tecnológica, adaptación y asesoría en asimilación de tecnología y de diseño de ingeniería básica; inducir en el sector productivo la adquisición de tecnología y servicios técnicos nacionales, buscando un mayor enlace entre aquél y las instituciones de educación superior, los centros de investigación y desarrollo tecnológico y las firmas de ingeniería básica y consultoría.

El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN) tiene como objetivos realizar investigación básica, aplicada y tecnológica a nivel de maestría, doctorado y especialización, además de contribuir a la solución de problemas nacionales y regionales en sus implicaciones científicas y tecnológicas.