

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
PROYECTO DE DESARROLLO DE LA DOCENCIA  
1992

VICERRECTORIA ACADEMICA  
DIRECCION DOCENCIA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
Y ADMINISTRATIVAS

INTRODUCCION A LA ECONOMIA  
DE LA INNOVACION TECNOLOGICA

José Rigoberto Parada Daza

1992

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

# INTRODUCCION A LA ECONOMIA DE LA INNOVACION TECNOLOGICA

**José Rigoberto Parada Daza**  
Profesor de la Facultad de Ciencias  
Económicas y Administrativas de la  
Universidad de Concepción

1992

## INDICE

	Página
<b>CAP. I LA ECONOMIA EN EL CAMBIO TECNICO .....</b>	<b>3</b>
- Aspectos conceptuales .....	5
- Indices de medición tecnológica .....	9
- El modelo Logístico de difusión tecnológica .....	14
<b>CAP. II FACTORES INFLUYENTES EN CAPACIDAD INNOVADORA .....</b>	<b>17</b>
- Factores de Mercado .....	19
- Factores Empresariales .....	21
- Conocimiento científico y Recursos humanos capacitados .....	22
- La Estructura de Mercado .....	26
- Ambiente Legal y Tributario .....	27
<b>CAP. III CUANTO INVERTIR EN I y D y FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>29</b>
- La investigación básica como bien público .....	32
- La investigación aplicada como bien privado .....	34
<b>CAP. IV ENFOQUE ECONOMICO DEL PROGRESO TECNICO .....</b>	<b>37</b>
- Función de Producción y Factores de Producción	39
- Función de Producción y Cambio Técnico .....	44
- Consideraciones sobre la función de Producción ...	48

<b>CAP. V EFECTOS DEL PROGRESO TECNICO EN LOS FACTORES TRABAJO Y CAPITAL .....</b>	<b>53</b>
- Interpretación del Progreso Técnico según John Hicks .....	55
- Interpretación del Progreso Técnico según Roy Harrod .....	59
- Interpretación del Progreso Técnico según R. Solow .....	61
- Medición del Progreso Técnico .....	61
- Observaciones sobre los efectos del Progreso Técnico .....	65
 <b>CAP. VI LA EMPRESA ANTE EL PROGRESO TECNOLOGICO .....</b>	 <b>73</b>
- La Gran Empresa .....	75
- La Pequeña y Mediana Empresa con respecto a Investigación y Desarrollo .....	78
- Introducción entre Organismos Investigadores .....	81
- Cuándo adoptar una tecnología .....	83
 <b>CAP. VII LA GESTION TECNOLOGICA .....</b>	 <b>87</b>
- La Gestión de I y D .....	89
- Planificación Estratégica de I y D .....	91
- Factores considerados en la determinación de estrategias .....	96
- Tipos de estrategias que se pueden adoptar en I y D .....	97
- El control de los gastos en I y D .....	98
- Proceso Decisional de inversión en I y D .....	101

<b>CAP. VIII EL COMERCIO INTERNACIONAL Y LA INNOVACION TECNOLOGICA .....</b>	<b>103</b>
- De los mercantilistas a los clásicos .....	105
- Los neoclásicos .....	108
- La innovación como factor explicativo del Comercio Internacional .....	111
- Consideraciones sobre la Teoría de R. Vernon .....	116
<b>CAP. IX TRANSFERENCIA TECNOLOGICA .....</b>	<b>119</b>
- Enfoque económico de la transferencia tecnológica .....	121
- Transferencia de tecnología por Corporaciones Multinacionales .....	130
- Aspectos Implícitos de la Transferencia Tecnológica .....	131
<b>CAP. X IDEAS PROSPECTIVAS CONSIDERANDO EL DESARROLLO TECNOLOGICO .....</b>	<b>135</b>
- Análisis Global .....	137
- En qué momentos nos encontramos .....	138
- Sectores de probables crecimientos .....	140
- Situación del Pensamiento Económico sobre Innovación Tecnológica .....	143

## INTRODUCCION

El tema de la innovación tecnológica tiene diferentes enfoques, dependiendo de quien efectúe su análisis, así se le ha dado un carácter ingenieril, carácter sociológico, perspectiva histórica, también enfoques literarios. Uno de los enfoques es el económico que será el aspecto que se desarrollará en este documento. Será, pues un análisis de la innovación tecnológica centrándose en aspectos de teoría económica en su avance, desarrollo y profundización en un aspecto que hoy es considerado un factor de producción.

La razón de este documento es presentar un ensayo bibliográfico de diferentes estudios teóricos sobre innovación tecnológica, el que en economía se parte con el input de Investigación y Desarrollo (I y D). Se considera pues, que el nivel de inversión en I y D es el elemento que permite iniciar el desarrollo analítico de una teoría del progreso técnico. Hay que señalar que este marco teórico está en pleno desarrollo, encontrándonos aún sin la formulación de lo que podría ser una Teoría General del Progreso Técnico. Sin embargo, los diferentes estudios sobre materia en economía van en esa dirección. Schmookler, uno de los pioneros de la teoría económica respecto al progreso técnico señalaba en 1966 que el cambio tecnológico es "terra incognita" de la economía moderna, frase que sigue plenamente vigente.

Este documento va dirigido hacia personas que se inician en esta materia, así como a complementar aspectos que se abordan generalmente en forma global en curso introductorio en Microeconomía. Por tanto, puede ser útil para estudiantes de ciencias económicas y ciencias de la ingeniería, así como a estudiosos del progreso técnico.

En este documento se analizan los siguientes aspectos : Se define el marco conceptual del progreso técnico y las convenciones que se han ido imponiendo en economía. Se abordan los factores que inducen a la capacidad innovadora así como los estudios y teorías existentes, aspectos tales como : factores de mercado, factores empresariales, stock de conocimiento científico, ambiente legal, y montos de inversión.

Se analiza el progreso técnico como factor de producción y su incorporación implícita y explícita en la función de producción, así como la interpretación de estos factores según diferentes autores. En estos enfoques es donde reside uno de los inconvenientes más fuertes del progreso técnico.

Se enfoca la actuación de la empresa frente al progreso técnico. Se analiza la actuación de la gran y la pequeña empresa; se estudia el momento de adoptar una tecnología. Se analiza con detalle la gestión tecnológica de las empresas y las experiencias alcanzadas, se aborda la planificación estratégica, el control y el progreso decisional en aspectos de tecnología.

Se analizan las relaciones entre el comercio internacional y la innovación tecnológica, los enfoques teóricos y evidencias empíricas. De la misma forma, se analizan aspectos de transferencia tecnológica a través de un enfoque puramente económico así como los aspectos implícitos en la transferencia. Se dan algunas ideas prospectivas respecto al desarrollo tecnológico, su evolución, sectores en los cuales se vislumbran crecimientos así como la situación del pensamiento económico sobre innovación tecnológica.

Este libro es de exclusiva responsabilidad de su autor, por lo tanto cualquier error, interpretación e ideas no lo compromete más que a él. El autor está muy agradecido de los Profesores Oscar Cristi M. y Leonardo Letelier S. por la paciente y acuciosa labor de leer el manuscrito y por sus valiosas sugerencias. De igual forma expresa su agradecimiento a la labor mecanográfica de las Srtas. María Eugenia Fica y Dominga Sandoval.

**CAPITULO I**

**LA ECONOMIA EN EL CAMBIO TECNICO**



## CAP. I LA ECONOMIA EN EL CAMBIO TECNICO

### 1. ASPECTOS CONCEPTUALES

La comprensión del cambio tecnológico y su influencia en el sistema económico requiere de un marco conceptual general válido para la explicación de modelos globales. Sin embargo, en este campo, la discusión del concepto de cambio tecnológico se ha dificultado por los diferentes significados que tiene este término. Al respecto es interesante señalar lo mencionado por Schmookler (1966), uno de los pioneros de la teoría económica moderna del progreso técnico, afirma : "El cambio tecnológico es la "terra incognita" de la economía moderna ... ni siquiera hemos llegado a un acuerdo sobre los términos a utilizar". Es interesante señalar los esfuerzos de la OCDE que en 1981 publica una versión revisada de la que llama "Manual de Frascati", que en su capítulo segundo se dedica a las definiciones y convenciones adoptadas en este campo con el fin de homogeneizar la información internacional sobre el tema.

Siguiendo las ideas de la OCDE respecto a aspectos básicos, se define **invención** como el descubrimiento de la ciencia o de la tecnología; la **innovación** es la introducción en el mercado, por primera vez, de la invención y la **difusión** es la extensión del uso de la innovación entre potenciales usuarios. Las definiciones anteriores son muy operativas para el estudio de modelos económicos. En efecto, las etapas de invención, innovación y difusión tienen impactos diferentes, así se puede apreciar que la invención no tiene efectos económicos directos, no así la innovación y difusión que influyen directamente sobre la productividad y por lo tanto sobre el producto. Además ello puede generar ventajas competitivas, afectando el grado de competencia de la economía y dando una dimensión diferente al concepto de utilidad empresarial, como lo explicita J. Schumpeter (1911).

La innovación tiene diferentes características; así puede existir innovación radical cuando el grado de avance del nuevo descubrimiento rompe radicalmente con la antigua técnica. Se llama innovación de producto o de proceso cuando se introduce al mercado por primera vez ya sea un producto o un proceso de producción. Por Tecnología se entenderá, según Schmookler, como el "fondo social de conocimientos sobre las artes industriales" y la tasa de progreso tecnológico como la tasa a la que aumenta este stock de conocimientos. En general, según Mansfield (1968), el cambio técnico tiene

su lado negativo. Sin embargo los efectos positivos del progreso técnico en la economía son importantes entre los que se pueden mencionar los siguientes :

- a) Pueden introducirse más bienes utilizando las mismas cantidades de factores, o bien, se puede obtener la misma cantidad de bienes con cantidades menores de uno o más factores; o
- b) Los productos actuales pueden mejorar su calidad; o
- c) Se produzcan bienes completamente nuevos.

Habría que agregar una combinación de a, b y c, es decir, que se produzcan bienes completamente nuevos, de mejor calidad y con menor cantidad de factores de producción respecto a los actuales bienes. Hay que resaltar el hecho que se toman aquí los argumentos de Mansfield referentes exclusivamente a los efectos económicos positivos del progreso técnico, ya que ese fue su aporte. Sin embargo, el progreso tiene otros efectos sobre el sistema social, aspectos que se analizarán en la segunda parte de este trabajo.

Otro aspecto conceptual que se debe aclarar se refiere al concepto de Investigación y Desarrollo (I y D), el cual según OCDE (1981) "es un término que engloba tres tipos de actividades : La Investigación Básica, la Investigación Aplicada y el Desarrollo Experimental". La Investigación Básica consiste en trabajos de tipo teórico o experimental emprendidos primordialmente con el objeto de adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo, este tipo de investigación está dirigida sobre todo hacia un objetivo o meta de tipo práctico. El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos, basados en conocimientos existentes adquiridos mediante investigación y/o experiencia de tipo práctico, dirigidos a la producción de materiales, productos o dispositivos nuevos, al establecimiento de nuevos procesos, sistemas o servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

Con fines puramente didácticos para explicar el significado económico de la I y D se presenta el siguiente esquema :

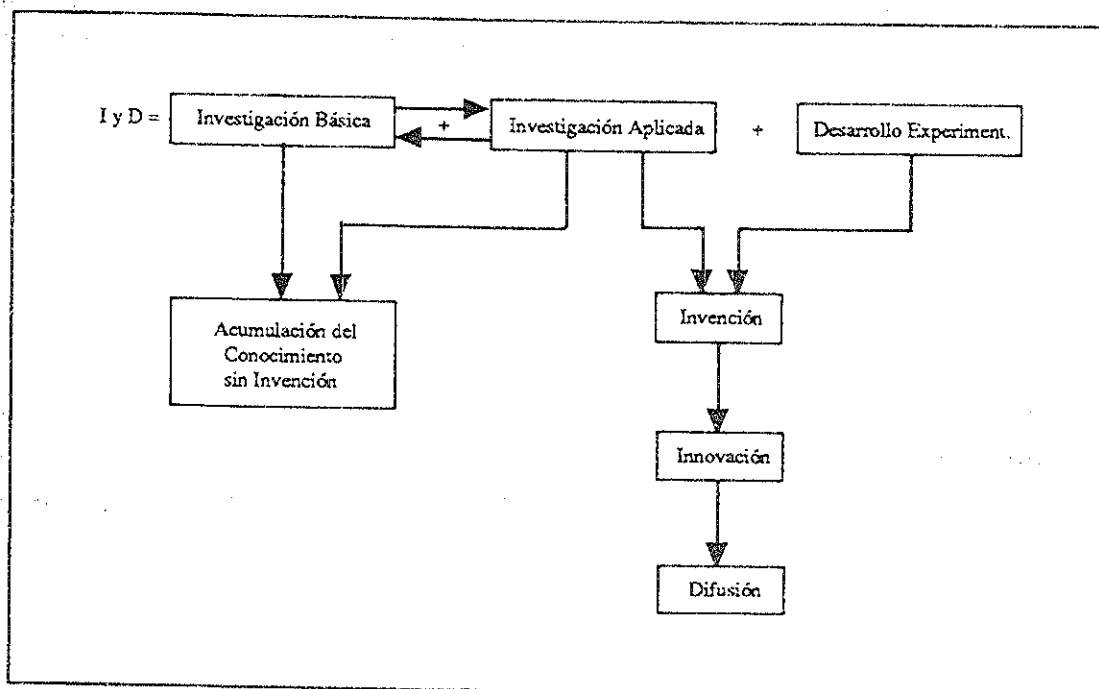


Figura 1.1. Diagrama de Jerarquización de I y D.

En la figura 1.1, se presenta en un primer nivel los rubros que, según OCDE, constituyen I y D. Se observa que existe un proceso de realimentación entre Investigación Básica e Investigación Aplicada; es decir, los avances que se produzcan en una u otra son fuentes inspiradoras de nuevas investigaciones. La diferencia central entre ambas es que la Investigación Básica genera nuevas hipótesis, teorías y leyes y no contempla investigaciones prácticas, específica e inmediata como ocurre con la Investigación Aplicada. Los resultados de la Investigación Básica generalmente terminan en revistas científicas, congresos científicos e incluso en investigaciones en defensa, las que por razones de seguridad no se publican. La investigación básica responde generalmente a patrones dados por los propios investigadores, los cuales se fijan las metas de la investigación. Por esta razón en la figura 1.1., aparece que el producto de esta investigación es la acumulación de conocimientos y que no termina necesariamente en una invención concreta como puede ser el caso de la Investigación Aplicada.

La Investigación Aplicada se emprende primordialmente para conseguir posibles usos de los resultados que se han obtenido de la Investigación Básica, según OCDE, "los resultados de la Investigación Aplicada se piensa primordialmente que son válidos para uno solo o para algunos productos, operaciones, métodos y sistemas. La investigación aplicada desarrolla ideas

convirtiéndolas en formas operacionales". De aquí es que la investigación aplicada pudiese tener como resultado alguna invención tal como aparece en figura 1.1, sin embargo, el resultado de una investigación básica no necesariamente puede terminar en un ingenio, puede servir para el desarrollo de nuevas investigaciones.

Al analizar el significado económico de la figura 1.1, se observa que existe un insumo a la I y D dado por el nivel de inversión que se realiza en las tres fases de I y D, en esto no existe dificultad de identificar y evaluar el monto de dineros invertido. Sin embargo, de la misma figura se observa que el producto de I y D, no siempre es identificable y concreto, por lo tanto se hace difícil evaluar, medir y analizar económicamente el resultado de I y D. Hay varias razones que llevan a esta complicación entre las cuales se puede mencionar :

- a) La investigación básica no tiene resultados concretos tangibles en productos que se vendan en el mercado
- b) El tiempo de duración de una investigación y de sus posibles resultados es de difícil predicción,
- c) La investigación aplicada puede no originar productos vendibles, ésta puede fracasar y
- d) Sólo tiene interpretación económica la etapa de innovación y difusión.

Existe, pues, un monto de la inversión en I y D que dificulta la medida tradicional de eficiencia económica a través de la evaluación de la relación Insumo/producto, el resultado de la Investigación Básica sólo puede ser medida cualitativamente. Este aspecto pone dificultades para la planificación, dirección y control de la actividad de investigación tanto a nivel microeconómico como macroeconómico y es una de las razones de que los modelos normativos que intenten explicar la importancia del progreso técnico en el desarrollo de los países no siempre sean convincentes.

Respecto al control de los gastos en I y D a nivel de empresa, John Dearden (1976) sostiene que es difícil medir cuantitativamente los resultados, por otro lado no siempre existe congruencia entre el objetivo del investigador y el objetivo empresarial y por último, Dearden, afirma que la investigación no puede controlarse anualmente en forma eficaz. Sin embargo, se han desarrollado algunas técnicas que intentan medir la inversión en I y D a nivel de empresas (James B. Quinn, 1960).<sup>1</sup>

## 2. INDICES DE MEDICION TECNOLOGICA

Se explican algunas convenciones que se han usado para la medición de la Tecnología siendo éstas las siguientes :

- a) Indices de difusión tecnológica
- b) Indices de sustitución tecnológica
- c) Frecuencia de innovación tecnológica
- d) Intervalo de las innovaciones

a) **Difusión Tecnológica.** Como se explicó, la difusión es la divulgación de una nueva tecnología a través de una determinada industria. Edwin Mansfield (1963) analizó el tiempo que transcurría entre la creación de una nueva tecnología y el traspaso de una empresa a otra y muestra que después que una o dos empresas adoptan una nueva tecnología ésta pasa a otras empresas a un ritmo inicialmente lento, el que aumenta rápidamente por un tiempo, tasa que luego disminuye nivelándose a medida que todas las empresas que habrían de adoptar la nueva lo hacían. Gráficamente esta tasa está representada por una curva tipo S y que es la siguiente :

<sup>1</sup> James Quinn, Harvard Business Review, Marzo - Abril "Cómo Evaluar el Gasto en Investigación".

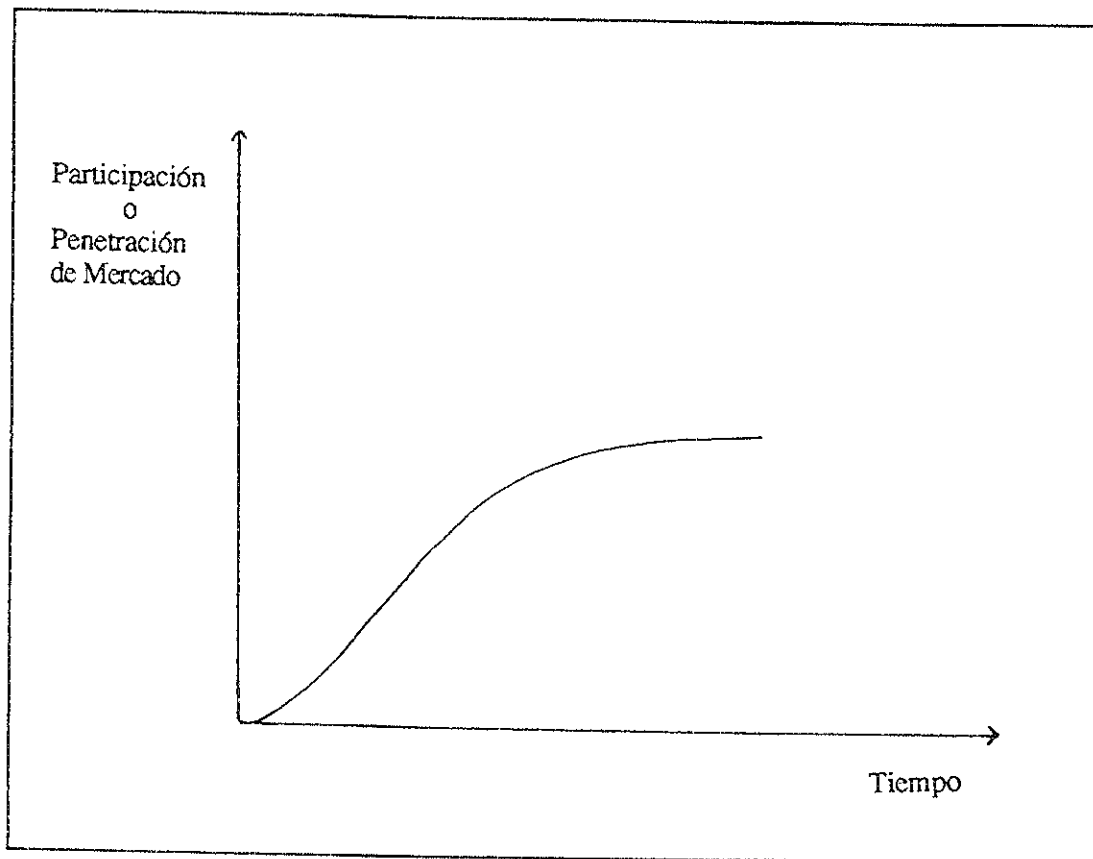


Figura 1.2. Tasa de difusión tecnológica.

b) **Sustitución Tecnológica** : Según Louis Grifalco (1982). "El resultado de la sustitución tecnológica es un tanto diferente, pero está relacionado : el desplazamiento, en el mercado, de un producto por otro de tecnología superior". Se mencionan varios casos que finalmente tienen la misma curva S de la figura 1.2, poniendo en los ejes cartesianos la participación del nuevo producto en el mercado en uno, y en el otro se representa el tiempo. Entonces, la difusión y sustitución tecnológica cuando tienen uso generalizado avanzan hasta el nivel de agotamiento de clientes, lo que implica lo siguiente :

- Las curvas de crecimiento no son lineales, lo que indica que una tecnología no tiene un desarrollo simple y progresivo. Por otro lado esto muestra que el cambio tecnológico tiene velocidad, que no es constante y un grado de aceleración no uniforme.
- El grado de difusión está acotado como lo demuestra la evidencia.

Respecto al tiempo de sustitución de tecnología hay que señalar que es variable y no se puede obtener una generalización. A pesar de lo anterior existe un gran número de cambios tecnológicos en que el tiempo de sustitución varía entre 20 y 50 años. El promedio para aparatos domésticos de distintos tipos se ha determinado en 27 años (Grifalco 1983).

El tiempo de sustitución depende de factores tales como : rendimiento de la inversión, costo de introducción de una nueva tecnología, condiciones económicas generales y de los gastos en I y D.

c) **Ciclo de Innovación.** En un estudio de Gerhard Mensch y citado por L. Grifalco se ha formado una base de datos de 112 innovaciones tecnológicas. Para cada una de éstas, identificó la época de innovación (que es el momento de su primera comercialización) y el momento de su invención (que es el momento de su publicación significativa). El resultado de este estudio se muestra en figura 1.3.

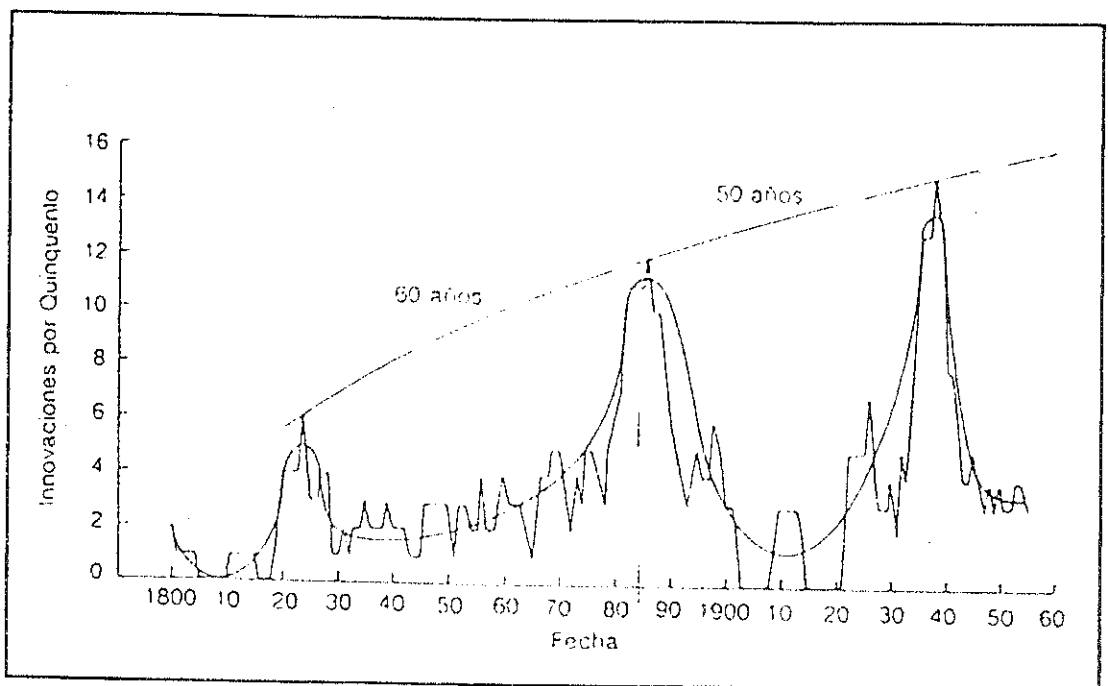


Figura 1.3.

De la figura 1.3 se obtienen las siguientes deducciones :

- La innovación se presenta en oleadas con cierta constancia en el largo plazo:

- Los momentos de punta de la innovación tecnológica industrial ocurrieron en 1825, 1885 y 1935 coincidiendo con las principales depresiones mundiales.
- La frecuencia de innovación aumentó a más del doble en 110 años, pero el índice de incremento se está nivelando.
- El período entre un momento punta y el siguiente es de 55 años en promedio.
- Durante cada período se introdujo un grupo de innovaciones tecnológicas lentas en sus inicios, luego con velocidad creciente para tornarse más lenta y nivelarse al final siguiendo la misma norma que se señaló en la difusión y la sustitución.

Christopher Freeman (1974) enumera 62 innovaciones en el período 1920 - 1970 que van desde el cierre relámpago hasta las computadoras y fibras sintéticas. En este estudio, en que se utiliza la información y otros indicadores de la innovación sobre una base más refinada que el gráfico de Mensch, surgen algunos momentos punta, pero que no están sistemáticamente relacionados con una base cíclica en particular. Por otro lado, Schumpeter en su forma pura, sin enumerar invenciones e innovaciones afirma que ha habido tres momentos punta gigantes de innovaciones y que son : los textiles industrialmente manufacturados, el método de Cort para la fabricación del hierro a partir del coque siderúrgico y la máquina a vapor de Watt. El segundo lo constituyen los ferrocarriles y el tercero la electricidad.

Considerando los elementos anteriores se puede inferir que el crecimiento tecnológico ha tenido quiebres y discontinuidad que provoca dificultades en el pronóstico del proceso tecnológico.

Los quiebres en el desarrollo tecnológico son especialmente apreciados en la innovación radical. Tales rupturas, desde el punto de vista empresarial, llevan a dificultades en el proceso de gestión en lo referente a I y D. Las razones que provocan inconvenientes son las siguientes :

- Las tecnologías se desarrollan, a veces sorpresivamente debido al carácter creativo que ellas involucran y dicha creatividad es inesperada y espontánea. Sin embargo, para desarrollar una tecnología es necesario haber realizado fuertes inversiones anteriores.



- La readecuación del sistema de gestión en I y D ante nuevas tecnologías no es automática, este requiere de un período de adaptación.
- Hay empresas, que producto de sus sistemas de control de gestión evalúan la eficiencia de la gestión en el corto plazo, sin embargo, la maduración de las tecnologías es a largo plazo por lo que si no se equilibran los objetivos de corto plazo con el largo, crea dificultades a la gestión.

En figura 1.4 se presenta la relación entre el progreso técnico y el esfuerzo destinado al progreso técnico medido a través de la inversión en I y D. Con fines didácticos, se asume que el progreso técnico respecto al esfuerzo sigue la curva S mencionada anteriormente, ya que como se explicó, la tecnología crece lentamente al principio y después con velocidad y aceleración, en un determinado momento llegan al máximo y luego comienzan a descender para quedar estática. Una empresa A tiene su curva de tecnología X, en la cual el progreso técnico llega a un máximo de "a" en un momento a  $t$ , en ese momento una empresa previsora debe empezar a desarrollar I y D para crear nuevos productos pasando a una nueva curva B, pero como ya la unidad tiene un nivel mayor de progreso técnico de  $p$ , entonces se da mayor aceleración a partir de ese punto. Sin embargo, existe un quiebre entre la curva A y la de B. La magnitud del quiebre no es fácil de estimar por las razones explicadas anteriormente.

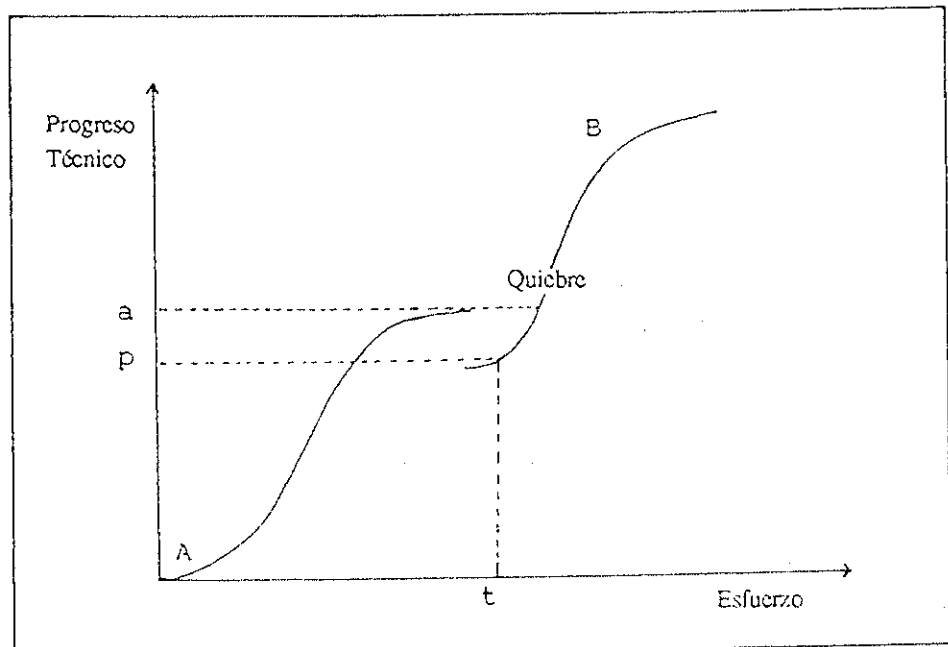


Figura 1.4.

### 3. EL MODELO LOGISTICO DE DIFUSION TECNOLOGICA

En las páginas anteriores se ha considerado que la difusión tecnológica se puede medir a través del índice de difusión tecnológica siguiendo las ideas de la curva tipo S, sin embargo, es necesario dar mayores antecedentes sobre tal enfoque, y que se abordará en los siguientes párrafos (Coombs, Saviatti y Walsh, 1987).

La tasa de difusión puede ser determinada en forma proporcional para la fracción de adoptadores  $x(t)$  como a la fracción de potenciales adoptadores  $1-x(t)$ . La tasa de difusión de la tecnología se puede escribir de la siguiente forma :

$$\frac{dx(t)}{dt} = \beta x(t) (1 - x(t)) \quad (1.1)$$

donde  $\beta$  es una constante. La solución de la ecuación diferencial (1) es la siguiente (Ver Mansfield, 1963) :

$$x(t) = \left[ 1 + \theta^{-(\alpha + \beta t)} \right]^{-1} \quad (1.2)$$

La igualdad 1.2 representa la ecuación de una curva de tiempo logística, esto es la representación de una curva del tipo S, en la cual la tasa de difusión primero se incrementa hasta un punto de inflexión y luego decrece.

En los estudios tradicionales de difusión se recolecta información acerca del tiempo en el cual cada industria adopta una innovación particular. A base de esta información se construye un gráfico para las variables  $x(t)$  y  $t$ . Posteriormente se buscan los mejores valores de  $\alpha$  y  $\beta$  en donde :

$\alpha$  = Punto en el cual la curva de difusión empieza a subir.

$\beta$  = La pendiente a la cual sube la curva. Esta se considera generalmente constante.

Los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  se determinan para diferentes sectores de empresas. Se han realizado numerosos estudios (Mansfield 1963, 1969; Griliches, 1957; Norris y Vaizey, 1973; Nabseth Ray 1974). En estos estudios, en general,

las variables que influyen en la tasa de difusión eran frecuentemente divididas en aquellas propias relacionadas con los adoptadores de tecnología y aquellas relativas a la innovación.

Entre las variables relativas a los adoptadores, la más importante ha sido el tamaño de la empresa; en menor importancia se encontraron variables tales como la tasa de crecimiento de la industria y la calidad de la gestión. Por otro lado, las innovaciones eran usualmente adoptadas más temprano cuando ellas eran relativamente más rentables.

### **Críticas al Modelo de Curva Logística**

1. En el modelo de la Curva Logística se considera que el entorno de los adoptadores de tecnología es homogéneo y que la posible diferencia entre los adoptadores se debería a alguna clase de adelanto. El modelo logístico no considera la posibilidad que la racionalidad y la rentabilidad de adoptar una innovación en particular pudiere ser diferente para distintos adoptadores. La adopción de una innovación dada puede ser rentable para una firma en particular en un cierto tiempo, pero solamente puede llegar a ser rentable para otra firma operando en circunstancias diferentes y en tiempos más tarde. Las dos firmas podrían ser igualmente racionales en adoptar la innovación en tiempos diferentes y las diferencias reales entre ellas podrían ser las condiciones en las cuales ellas están operando.
2. Se considera que el entorno de los que adoptan tecnologías es estático, esto significa que es lo mismo adoptar y difundir las tecnologías al principio y al final de un período. Sin embargo, hay evidencia teórica y empírica que muchas innovaciones sufren considerables cambios durante el curso de la difusión y que estos cambios pueden incrementar el número de adaptadores, así como subsecuentes modificaciones en las propias innovaciones.
3. El modelo de la curva logística toma en cuenta solamente a los adaptadores o al tamaño de la demanda de los procesos de difusión. Sin embargo, la difusión puede ser rentable tanto para adoptadores como oferentes.

Se han estudiado varios modelos alternativos, para un mayor detalle ver Stoneman (1983, 1984), David (1975) y Davies (1979) con resultados coincidentes.

**CAPITULO II**

**FACTORES INFLUYENTES EN  
CAPACIDAD INNOVADORA**

## CAP. II FACTORES INFLUYENTES EN CAPACIDAD INNOVADORA

Se enumeran a continuación los principales factores que influyen en la capacidad de innovación.

1) **FACTORES DE MERCADO.** En este aspecto influye tanto la oferta y demanda por tecnología, así como su precio. Hay cierta innovación "**tirada**" por la demanda, la que en muchos casos ha sido influida por la escasez de algunos productos. V.g. : el coque para la fabricación de hierro fue estimulado por la escasez de carbón mineral en Europa Occidental; el petróleo se empleó por primera vez como combustible líquido a causa de la escasez de ballena que se inició en el decenio de 1850; los detergentes y gasolina sintética fueron estimulados por la escasez presente o prevista de los correspondientes materiales.

Una de las mayores demandas que han tirado la I y D y por tanto la capacidad innovadora ha sido la demanda militar. En 1979, en los EE.UU. un 51% de la inversión en I y D era usada por la Defensa (Mansfield 1982).

El precio es relevante para la innovación ya que para introducir un nuevo producto al mercado es necesario, desde un punto de vista privado y social, que sea rentable en el largo plazo, y el precio es crucial para el lanzamiento de productos que son nuevos en el mercado ya que la rentabilidad depende en gran proporción del precio.

El tamaño de mercado incide en el cambio tecnológico, lo que ha sido presentado en estudios empíricos (Jacob Schmookler, 1962), dice "Por ahora, por lo menos, los razonamientos y las pruebas expuestas anteriormente sugieren que la actividad inventora tiende a subir o bajar con las ventas del producto que es mejorado por las invenciones, aunque sin duda influyen otros factores". Por ser estudios empíricos pudiesen ser refutados, sin embargo y desde un punto de vista puramente económico, hay suficiente evidencia que demuestran la tesis de la importancia del tamaño de mercado, pero es necesario resaltar la última afirmación de que "sin duda influyen otros factores" dejando un espacio a otras variables no económicas que impulsan la inventiva, las que serán explicadas más adelante. Además de los trabajos empíricos acerca de la incidencia del tamaño de mercado hay modelos formales y con cierto grado de racionalidad que avalan la importancia del tamaño de mercado en los cuales se considera una función de producción

como variable explicativa entre los que se puede mencionar : Nordhaus, 1969; Evenson y Kislev, 1975; Binswanger, 1978. En dichos modelos se trata de determinar el precio del producto final como variables explicativas.

Respecto al precio, la demanda y sus interrelaciones con el progreso tecnológico existe un estudio, aunque limitado por las restricciones impuestas, que afirma y demuestra que en la medida que el cambio tecnológico sea mayor en el sector de los bienes transables internacionalmente que en el sector de bienes no transables, habrá una tendencia permanente a que el precio relativo de los bienes no transables aumente, lo que es confirmado con evidencia empírica (S. Edwards, 1982 y Balassa, 1964). En estos estudios se considera el tipo de cambio fijo unitario, ausencia de costos de transporte e impedimento al comercio internacional. Se supone además que solo el trabajo es factor limitante, supuestos que restringen la generalización del modelo.

Hay que considerar también como elementos que inducen la innovación tecnológica a los **factores por el lado de la oferta** como son los costos de producción y la dimensión de las empresas. Hicks (1932) fue pionero en explicar la incidencia del costo de los factores en el progreso técnico; se afirma que un cambio en los precios relativos de los factores de producción es en sí un aliciente para la invención. Se han desarrollado diferentes modelos explicativos en donde se muestra que la escasez relativa de un factor de producción, ya sea por escasez de él o por un aumento de su precio, induce la asignación de recursos a I y D para lograr nuevas innovaciones que permitieran reducir la utilización del factor que escasea. (Fellner, 1966), Ahmad, 1966, Kennedy y Samuelson (1966), Dandrakis y Phelps (1963), Salter (1969), entre otros.

El cambio tecnológico, si lo consideramos un flujo permanente, depende además del costo o precio de los factores de producción y del valor de la inversión en I y D. Sin consideramos que el valor actual de la inversión en I y D es igual a la actualización de los probables ahorros en los factores de producción si se incorpora la nueva tecnología provocada por al I y D, entonces, debemos concluir que la tasa de interés o costo de capital también es una variable que induce el monto destinado a I y D y sería el precio del factor capital. Pero hay que señalar que el enfoque anterior debe ser mirado con prudencia ya que no necesariamente una innovación es consecuencia del monto en I y D debido a que puede existir investigación básica y aplicada anterior a la inversión en I y D que hace que la innovación tenga éxito, y ese

valor antiguo no se está considerando en el cálculo del valor actual; es difícil poder identificar la relación directa entre inversión en I y D y una innovación, es decir, cuánto de la innovación se debe exclusivamente a inversión directa relevante en I y D. Sin embargo, este último aspecto es resaltado por Ahmad (1966) quien usa el cúmulo de información de la ciencia y que puede ser utilizado por la empresa desarrollando el concepto de curva de posibilidades de innovación, en la cual cada proceso potencial de desarrollar nuevos productos es transformado en una isocuanta generando un mapa de isocuantas, el que es confrontado con funciones de costo de los factores obteniendo un lugar geométrico de optimización en la asignación de recursos destinados a I y D.

La dimensión de la empresa tiene relación con el monto destinado a inversión en I y D debido a las economías de escala. Sin embargo, las investigaciones que se han realizado no han obtenido resultados claros y generalizables (Freeman, 1974; Kamien, M.I. y Schwartz, 1975, entre otros). Empero, se puede afirmar que el peso de las pequeñas empresas, en algunos países industrializados, con menos de 200 trabajadores, que hacen I y D es muy reducido, alcanzando un porcentaje menor al 5% del total de empresas pequeñas que hacen I y D (Freeman 1974).

Los factores anteriores que se han mencionado como inductores del progreso tecnológico son principalmente endógenos, es decir, la tecnología no sólo es influida por factores externos a ella (factores culturales, factores psicológicos, factores sociológicos, factores políticos, etc.), como se consideró durante mucho tiempo. En esta perspectiva se estima que la tecnología afecta a la asignación de recursos así como ésta última también afecta a la tecnología. Al considerar el progreso técnico como endógeno, este es influido por variables económicas. A partir de la aceptación de esta hipótesis se empiezan a desarrollar estudios económicos sobre la tecnología que incluyen aspectos tales como : la teoría de la difusión de la innovación, la teoría y metodología de la asignación de recursos a la investigación, la gestión de la investigación, la teoría del cambio técnico inducido (análisis de precios de factores, precios de productos, formas de mercado, elasticidad de la demanda y sus influencias en el cambio tecnológico).

2) **FACTORES EMPRESARIALES.** En este aspecto tienen importancia tales factores como el talento empresarial y técnico así como las fuentes de financiación apropiadas para realizar I y D y originar innovaciones. Es favorable para la I y D que exista capacidad gerencial que apoye las

iniciativas de inversión en I y D. Respecto a las fuentes de financiamiento para I y D hay que contar con un marco adecuado que facilite la inversión en I y D, la que puede ser riesgosa, razón por la cual no siempre existe oferta de fondos de parte de los bancos comerciales. Una de las formas de búsqueda de financiamiento son las fuentes de capital de riesgo, es decir, que el prestamista sea socio del proyecto que se inicia.

Se debe considerar además las fuentes de financiamiento provenientes del gobierno y agencias internacionales que traspasan recursos para investigación. A medida que aumente este tipo de financiamiento se crea un ambiente favorable hacia la investigación y desarrollo y por tanto a la innovación.

**3) CONOCIMIENTO CIENTIFICO Y RECURSOS HUMANOS CAPACITADOS.** Tanto a nivel empresarial como gubernamental es necesario tener una masa crítica de personal científico capacitado y que tenga el suficiente cúmulo de conocimiento científico para desarrollar nuevas invenciones. El factor humano es uno de los inductores básicos del progreso técnico, esto significa que el número de científicos, ingenieros y técnicos incorporados a I y D es un indicador que mide el progreso tecnológico. Dentro de estos indicadores se puede señalar :

- Número de científicos, ingenieros y técnicos
- (Número de científicos, ingenieros y técnicos)/Población Activa.
- (Número de científicos, ingenieros y técnicos)/Población Activa Ocupada.
- (Personal empleados en I y D)/Población Activa.
- Tasa de crecimiento del N° de científicos, ingenieros y técnicos empleados en I y D.
- (Gasto total en I y D)/N° de científicos, ingenieros y técnicos.

J. Suris (1986) presenta algunos indicadores en donde se muestran algunos ratios universales del personal empleado en I y D; siendo estos los siguientes:



## CUADRO N°1

### Indicadores sobre recursos dedicados a I y D en países de OCDE

Países	Gasto Total en I y D/PIB	Personal Empleado I y D/Población Activa
Alemania	2	1
Estados Unidos	2,4	0,6
Francia	1,7	0,9
Japón	1,7	0,9
Reino Unido	2,1	0,7
Países Bajos	1,9	1
Suecia	1,6	0,8
Bélgica	1,3	0,7
Canadá	1	0,4
Dinamarca	0,9	0,5
Finlandia	0,8	0,4
Irlanda	0,7	0,4
Noruega	1,1	0,6
España	0,3	0,2
Islandia	0,5	0,3
Portugal	0,3	0,2
Austria (1972)	0,5	-
Italia (1972)	0,1	-

FUENTE : Resources pour la Science Informations - OCDE y Statistical Yearbook.

Del cuadro anterior se puede observar, a pesar de la antigüedad de los datos, lo siguiente :

- Los principales países industrializados del primer grupo (Alemania, EE.UU., Francia, Japón y Reino Unido) invierten casi un 2% del Producto Interno Bruto (PIB) en I y D y un 0,82% de la población activa total se destina en I y D.
- El segundo grupo de países (Países Bajos, Suecia, Bélgica, Canadá y Dinamarca) invierte un 1,3% del PIB en I y D y un 0,68% de la población total activa se dedica a I y D.
- El tercer grupo de países (Finlandia, Irlanda, Noruega, España e Islandia) destina un 0,68% del PIB a I y D y un 0,38% del total de la población activa se dedica a I y D.
- Existe una alta correlación entre el % del PIB destinado a I y D y el % de la población activa dedicada a I y D, para todos los países del cuadro mencionado.

Respecto a la importancia del aprendizaje de la mano de obra como impulsora del progreso técnico se debe señalar el modelo de Arrow (1962) de "Aprendizaje en el puesto de trabajo" (Learning - by - Doing), en donde se plantea la hipótesis que la adquisición del conocimiento o aprendizaje es un producto de la experiencia y en consecuencia los incrementos de la productividad podrían originarse por la acumulación de la experiencia adquirida en los procesos de producción. Se identifica la inversión bruta acumulativa como un índice de la experiencia y por tanto todas las inversiones anteriores, subsistan o no, contribuyen a la producción actual ya que han permitido la acumulación de "experiencia". Con este modelo se puede considerar, en parte, incluida la proporción de la inversión destinada a Investigación Básica, sin embargo siempre quedará alguna porción de gasto en Investigación Básica que no genera productos. Al respecto Arrow sostiene que un acto de inversión beneficia a los futuros inversionistas, pero este beneficio no recibe retribución alguna en el mercado. Los inversionistas privados pueden apropiarse de los beneficios directos de la inversión, pero los beneficios indirectos expresados en términos de un aumento de la experiencia benefician a la sociedad como un todo, y sería una especie de beneficio, en palabras de Arrow, que hace el inversionista a la sociedad.

En el Cuadro N°2 de Fuentes y Vatter (1991) se muestra la evolución que han tenido los Gastos de I y D respecto al PGB.

CUADRO N° 2 Gastos en I y D/PGB (%)*				
<b>Países Desarrollados</b>				
Alemania	2,1(73)	2,1(77)	2,5(81)	2,7(85)
Estados Unidos	2,3(73)	2,3(79)	2,7(83)	2,8(86)
Francia	1,8(71)	1,8(78)	2,3(85)	2,3(86)
Japón	1,9(74)	2,1(79)	2,6(83)	2,8(86)
Reino Unido	2,3(69)	2,1(75)	2,2(83)	2,3(86)
<b>Menos Desarrollados</b>				
<b>Asia</b>				
Corea del Sur	0,3(73)	0,6(79)	1,1(83)	1,8(86)
Singapur	n.d.	0,2(78)	0,3(81)	0,9(87)
<b>Latinoamérica**</b>				
Argentina	1,1(72)	0,9(80)	0,4(81)	n.d.
Brasil	0,3(74)	0,6(78)	0,7(82)	0,4(85)
Chile	n.d.	0,5(78)	0,4(80)	0,5(87)
Colombia	0,1(71)	n.d.	0,1(82)	n.d.
Ecuador	0,3(70)	0,2(76)	0,4(79)	n.d.
México	0,2(71)	0,2(75)	0,6(84)	n.d.
Perú	0,4(70)	0,3(76)	0,6(80)	0,2(84)
Venezuela	0,2(70)	0,6(77)	0,3(81)	0,4(85)

\* Entre paréntesis se indica el año al que corresponde la cifra.

\*\* Datos de I y D no estaban disponibles para Uruguay.

FUENTE: Statistical Yearbook, UNESCO, varios años.

FUENTE: Fuentes y Vatter : "Los Efectos de la Inversión en Capital Humano en Investigación y Desarrollo en el Crecimiento Económico". Estudios Públicos N°44, Primavera 1991, CEP - Santiago - Chile.

En este Cuadro N°2 se observa lo siguiente :

- a) Todos los países desarrollados han aumentado su tasa de Gastos en I y D respecto al PGB. Sólo Reino Unido ha mantenido una tasa constante. Sin embargo, el promedio para los cinco países desarrollados para 1985 - 1986 es 2,6%. Se debe indicar, además, que la tasa de crecimiento es moderada y los niveles mínimos están en 1,9% y el máximo 2,8%, es decir existe un rango de variabilidad muy pequeño.
- b) El nivel de gasto de I y D respecto a PGB de los países menos desarrollados es notablemente inferior a los desarrollados. Para el caso de los dos países asiáticos en promedio 1986-1987 la tasa es de 1,4% es decir un poco más de la mitad de la de países desarrollados. La situación es aún más desfavorable para los países Latinoamericanos mencionados. Por otro lado se observa un descuido en la información disponible.
- 4) **LA ESTRUCTURA DE MERCADO.** La influencia de la estructura de mercado (se refiere al grado de competencia, monopolio u oligopolio que tengan las empresas) puede influir sobre los recursos destinados a I y D. En el punto anterior se mostró un análisis sobre esta materia efectuado por K. Arrow. Un conjunto de artículos sobre este tema es expuesta en Kamien y Schwartz (1975)<sup>2</sup>, en los cuales no existe acuerdo respecto a si los beneficios que provocan los gastos en I y D son mayores en monopolio que en competencia perfecta. Sin embargo, en un estudio posterior de Dasgupta y Stiglitz, (1980) concluyen que excepto a corto plazo, la estructura del mercado y la naturaleza de la actividad inventora son endógenos; por otro lado, afirman que el grado de concentración de una industria o debe ser tratado como dado y ambas variables, o sea estructura de mercado e invención, dependen de factores más básicos tales como : tecnología de la investigación, condiciones de la demanda, mercado de capitales y marco legal.

<sup>2</sup> Kamien, M. I. y Schwartz, N. L. "Market structure and innovation : A survey", Journal of Economic Literature, Marzo 1975. Existe una versión en castellano, por Alianza Editorial - Madrid, 1989.

5) **AMBIENTE LEGAL Y TRIBUTARIO RAZONABLE.** El ambiente legal respecto al desarrollo tecnológico está relacionado con la protección que se debe dar al innovador tal que se garantice un entorno estimulante a la creación de nueva tecnología.

Un aspecto central de las normas legales se refiere al sistema de protección y una de las formas tradicionales es el uso de patentes. El derecho de patente se basa en un contrato entre el inventor y la sociedad y su uso se remonta al siglo XV (1474) en la República de Venecia, la que dictó la primera patente que daba garantías a los inventores. En general, respecto a las patentes han existido las siguientes filosofías :

- El derecho de patente está fundamentado en el derecho del inventor, lo que implica que se deriva del derecho de propiedad. Este es el caso francés.
- El derecho de patente, más que discutir el derecho de propiedad, es fomentador de la invención. Es el caso general de EE.UU.
- Negar el derecho a la protección de la inversión y si este fuere concedido por razones políticas solo en el caso que se considere que el invento tiene utilidad para la sociedad.

En 1873 se reconoce el derecho de patente en forma universal, debido a que se consideraba que tenía incidencia sobre las crisis económicas lo que acentuó las medidas proteccionistas tratando de proteger a los innovadores de los imitadores y por otro lado se acentuó el nacionalismo dando mayor protección.

Existen varias razones que se argumentan a favor del sistema de patentes entre las que se pueden mencionar las siguientes : Derecho a la propiedad de las ideas, retribución al inventor, estímulo a los inventores para que comuniquen sus inventos a la sociedad, fomento de la invención, etc. Pero también existen críticas al uso del sistema de patentes como son : el hecho de considerar que la información es libre, lo cual implica que no se puede tener exclusividad sobre el inventor. Se afirma también que el sistema de patentes tiene sentido en mercados competitivos en donde el deseo de imitar es elevado, pero tienden a predominar los mercados pocos competitivos, en los cuales existen otros mecanismos de protección propios de la empresa, independientes del sistema de patentes.

En general, se deben dar una serie de elementos para que el sistema de patente sea efectivo, por ejemplo : el período de validez, el grado de vulnerabilidad de los imitadores, del valor de las patentes, la dimensión del mercado, la elasticidad de una u otra forma influyen sobre la efectividad de la protección.

En algunos países se les pide más efectividad a los gobiernos para proteger sus innovaciones. Así R. Ayres (1986) dice, "cuando un gobierno se muestra sistemáticamente incapaz de proteger las invenciones extranjeras ante las infracciones e imitaciones de las que éstas son objeto en el país, lo menos que se puede hacer es negar a los productos de ese país el libre acceso a los mercados mundiales".

**CAPITULO III**

**CUANTO INVERTIR EN I y D y  
FINANCIAMIENTO**





Como ya se había indicado anteriormente, el grupo de países más industrializados de occidente dedican alrededor de un 2% del P.I.B. en Gastos en I y D. Para el caso de Chile, según R. Sáez <sup>3</sup>, en 1979 se gastó en I y D un 0,56% del PGB y en 1980 un 0,53%, porcentaje que es superior al promedio de América Latina, pero claramente inferior al de las naciones industrializadas. Desde un punto de vista teórico no es claro cuál es el óptimo nivel de inversión que se debe hacer en I y D, dado que tampoco existe pleno acuerdo acerca de quien financia el gasto en I y D.

Para aclarar quien financia los gastos en I y D, es necesario definir que tipo de producto es la investigación científica y la tecnología.

Hay que recordar que existen dos tipos de investigaciones, aquella que es básica y otras investigaciones que son de carácter científico y aplicada.

#### 1) LA INVESTIGACION BASICA COMO BIEN PUBLICO.

Existe un tipo de Investigación Básica y de carácter general que constituye un bien público <sup>4</sup> debido a :

- Cierta investigación genera beneficios para varias personas y los individuos pueden pagar precios diferentes por la Investigación.
- El uso de la investigación puede ser para todos los integrantes de la sociedad simultáneamente, sin que el consumo de un potencial usuario impida el uso simultáneo para otros consumidores.

Es decir, no existe el principio de exclusividad en el consumo del bien.

<sup>3</sup> Boletín de Ciencia, Tecnología y Desarrollo, Sociedad Chilena de Tecnología para el Desarrollo; Discurso de Incorporación a la Academia Chilena de Ciencias. 18. 04. 1984.

<sup>4</sup> Para mayor detalle de bienes públicos, ver José Yáñez, 'Bienes Públicos', Documento de Docencia Nº 15, Facultad de Economía, Universidad de Chile, Departamento de Economía.

Al respecto E. Mansfield (1982) afirma que las razones por las que el gobierno de los EE.UU. destina recursos a I y D se debe a que "numerosas áreas que reciben grandes volúmenes de recursos para I y D suministran tecnologías nuevas o mejoradas para funciones del sector público. Así, por ejemplo, la seguridad nacional y la exploración espacial son bienes públicos. Dado que el gobierno es el principal o único comprador de los equipos empleados en su producción, debe asumir también la responsabilidad primordial en promover el cambio técnico en ellos.

De lo anterior, se sugiere que la forma más eficiente de financiar este tipo de investigación corresponde al Estado (A. Sanfuentes, 1985).<sup>5</sup>

Sin embargo, E. Mansfield da otras razones, por las cuales el Estado y específicamente el gobierno debe financiar proyectos de I y D y ellas son :

- Pueden haber fallas del mercado que impiden a las empresas privadas hacer Inversiones en I y D. Por ejemplo la aversión al riesgo por parte de las empresas puede llevar a la subinversión (desde el punto de vista social) en I y D.
- Se presentan economías de escala que impidan a pequeñas y medianas empresas invertir en I y D y lograr resultados ventajosos.

El planteamiento de la intervención del Estado y específicamente del gobierno no es aceptado por algunos economistas (Boletín N°2, SOTEC, op. cit.)

La defensa a esta última tesis es que el mercado debería pagar a las personas que posean capacidades tecnológicas de acuerdo a las demandas de cada país,

5

Andrés Sanfuentes "Financiamiento y Universidad : Antecedentes y Alternativas", publicado en "La Educación Superior en Chile : Riesgos y Oportunidades en los Ochenta", Corporación de Promoción Universitaria, Agosto 1985, Santiago (Chile).

lo cual permite que se traspase toda la responsabilidad al empresario, quien descubre las necesidades del consumidor, concibe un producto para esas necesidades, invierte en I y D y en comercialización y como premio recibe utilidad. Tal argumento puede tener validez para el desarrollo de productos, pero no para la investigación básica, la cual tiene muchas características de bien público. Puede ser una tesis defendible para cierto tipo de investigación que tiene el carácter de ser bien privado y que se explica en el siguiente párrafo :

## 2) LA INVESTIGACION APLICADA COMO BIEN PRIVADO.

Hay ciertas investigaciones con carácter específico a las cuales se les puede aplicar el principio de exclusividad, es decir, que para tener acceso al beneficio que se obtiene de un bien, su consumidor potencial debe comprarlo, de lo contrario queda excluido de su consumo. Por otro lado se le puede aplicar de cierta forma el principio de rivalidad ya que al ser comprado por alguien éste puede, por un tiempo determinado, impedir su disponibilidad para el resto. Se trata, pues, de una investigación eminentemente privada y que puede ser pagada directamente por el demandante o la organización que realiza la investigación.

En este caso la investigación aplicada se ha transformado en el desarrollo de un producto específico, el cual es comprado por el consumidor. En este sentido adquiere el carácter de bien privado. Sin embargo, hay que señalar que este bien privado tiene un tiempo determinado en el cual el propietario internaliza los beneficios de la investigación.

En general, a la investigación se le ha considerado como un bien público ya que los beneficios de ella producen efectos externos al consumo. Este es el caso de la investigación científica pura, la cual produce externalidades. Al producirse externalidades aparecen las ineficiencias en el mercado, lo que lleva al estado a tener una participación activa en la investigación. Consideramos, por ejemplo, las explotaciones agrícolas. En general, si los agricultores realizan investigación para mejorar sus rendimientos, entonces obtienen beneficios marginales privados escasos, de aquí que a los agricultores no invertirán en investigación. Llevando al extremo el argumento, si ninguno de ellos invierte en investigación se produce una externalidad negativa para la economía en su conjunto. Sin embargo, la sociedad se beneficia en su conjunto si se obtienen buenos resultados por la investigación agrícola. Ahora, si la economía es competitiva, entonces se pueden generar beneficios marginales que lleven a realizar investigación,

especialmente si existe dentro de la economía competitiva algunos monopolios, en cuyo caso realizan más investigación.<sup>6</sup>

Ahora si el monopolio no traspasa los efectos de la investigación a la sociedad al no difundirla, entonces dicha investigación no puede ser considerada como bien público, sino que se quedaría al nivel de investigación como bien privado.

De lo anterior se concluye que hay investigaciones que pueden ser realizadas ya sea por organismos públicos o por centros de investigación privados, y su financiamiento y precio dependerá del tipo de investigación que se trate y de la organización que la realice. Hay que señalar que el mercado de transferencia tecnológica es un elemento de difícil gestión.

Respecto a las condiciones de mercado J. Silva (1978)<sup>7</sup>, sostiene "Dada su importancia, es apenas natural que el proceso decisional de elección técnica reciba el máximo de interés de parte del empresario y que todos los esfuerzos dirigidos a mejorarlos tengan plena justificación, aún si ellos implican altos costos. Todo esto, sin embargo, es cierto en la medida que la suposición de competencia perfecta se cumpla". Si ello no se da, entonces el proceso de elección técnica pierde su carácter de fuente exclusiva de éxito económico. En este caso el empresario podrá obtener y consolidar una posición satisfactoria en el mercado a través del uso de mecanismos que nada tienen que ver con eficiencia económica ni costos de producción".

Respecto a la afirmación anterior conviene hacer referencia a dos aspectos básicos (J.R. Parada y Fernando Sepúlveda, 1983).<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Ver Samuelson y Nordhaus, pág. 871, Mc Graw - Hill, México, 1986.

<sup>7</sup> J. Silva "Ciencia, Tecnología y Desarrollo", Bogotá, Colombia, 1978.

<sup>8</sup> J. Parada y F. Sepúlveda, "La Gestión Tecnológica en la Formación del Administrador", III Encuentro de Facultades de Ciencias Económicas Chilenas, U. Austral, Valdivia, 1983.

- 
- a) En condiciones de competencia perfecta en mercado de bienes y factores, la labor del administrador de recursos se reduce a la búsqueda y desarrollo de los mejores métodos o combinaciones productivas, que aprovechando la disponibilidad limitada de factores aumente su productividad, tal que se minimicen los costos y así aumentar sus utilidades. Por tanto, en competencia perfecta la labor del administrador se centra fundamentalmente en la gestión tecnológica y lo que cobra o paga por tecnología es un precio que corresponde al equilibrio del mercado.
- b) En el mundo real los mercados no siempre cumplen con las condiciones de competencia perfecta. Esta situación permitiría que los administradores aprovechen las distorsiones del mercado en favor de su gestión. En este caso el precio que el empresario cobre o pague por la tecnología no asegura la eficiencia económica.

**CAPITULO IV**

**ENFOQUE ECONOMICO DEL  
PROGRESO TECNICO**

## CAP. IV ENFOQUE ECONOMICO DEL PROGRESO TECNICO

### 1. FUNCION DE PRODUCCION Y FACTORES DE PRODUCCION

Una de las identidades básicas usadas en microeconomía es definir los factores que generan una determinada cantidad de productos. A esto se le llama función de producción que es "la relación técnica que nos dice la cantidad máxima de producto que podemos obtener con todas y cada una de las combinaciones de factores productivos específicos. Se define para un estado dado de conocimiento técnico", (Samuelson, 1980) <sup>9</sup>. En su forma más amplia, la función de producción se describe mediante la siguiente ecuación :

$$Y = f(K, L) \quad (4.1)$$

En donde :

Y = Producción por Unidad de tiempo

K = Capital usado por unidad de tiempo necesario para producir Y.

L = Trabajo usado por unidad de tiempo necesario para producir Y.

En la ecuación 4.1 se considera que para producir una cantidad máxima de producto se deben usar los factores capital y trabajo como elementos básicos, considerando otros posibles factores como constantes o bien ignorándolos. En una economía pueden existir tantas funciones de producción como empresas existan por lo que se hace necesario plantear una función de producción agregada para toda la economía, la que representa la cantidad de producto generada por una economía sujeta a la oferta disponible de capital y trabajo.

<sup>9</sup> P. Samuelson. "Economía", Mc Graw - Hill, Undécima Edición, 1980, pág. 571.

La definición del capital y en particular, el uso de la demanda agregada para explicar modelos de crecimiento ha sido motivo de un amplio debate intelectual, que en palabras de H. Jones (1979) "Pocas controversias en la historia del pensamiento económico se han producido con tanta fuerza y, a veces, virulencias..., el debate ha generado una combinación de emociones y conclusiones; ha habido entusiasmo, desconcierto y en muchos casos indiferencia". Este debate ha sido, por un lado, encabezado por los economistas Joan Robinson y Nicolas Kaldor, de la Universidad de Cambridge, Inglaterra y un grupo de seguidores y en el otro lado por los economistas del Massachusetts Institute of Technology (MIT), Paul Samuelson y Robert Solow. Dado que el fin de este trabajo no es el estudio avanzado de economía, para conocer el debate mencionado, se sugiere al estudiante leer el Cap. VI de H. Jones.<sup>10</sup>

Al respecto es necesario señalar, sin inclinaciones acerca del debate, que como lo sostenía R. Solow (1956); "el arte de tener éxito en el análisis teórico consiste en formular los inevitables supuestos simplificadores, de tal manera que los resultados no se vean muy afectados". Para el caso de la definición de capital utilizado en estas notas, se entenderá como el stock de medios de producción producidos a disposición de una empresa o una economía en un momento determinado, o sea, la existencia de capital fijo. En las economías occidentales el concepto de capital esté sujeto a la propiedad, lo que implica un derecho a la participación de la utilidad para sus propietarios.

1.1. **La función de producción continua.** En forma tradicional la función de producción agregada se representa en un mapa cartesiano en donde se relaciona para una misma cantidad de producto la combinación de factores capital y trabajo necesario para producir ese producto. En gráfico N°4.1, se observa que la curva AB llamada Isocuanta muestra que se puede producir la cantidad Y con una combinación de capital  $K_1$  y trabajo  $L_1$ , en esta curva se pueden apreciar diversas posibilidades de sustitución de capital por trabajo o viceversa. Así, para producir la

<sup>10</sup> Haywell Jones. "Introducción a las teorías modernas de crecimiento económico", Antoni Bosch, Editor, España 1979.



misma cantidad de producto Y, ello se puede lograr con una combinación de Capital  $K_2$  y Trabajo  $L_2$ . Esto último indica que se ha aumentado la dotación de trabajo, sustituyendo una cantidad de capital. Un lector interesado en esta materia puede cuestionar la sustitución instantánea, temporal y espacial que subyace en las concepciones dadas, pero hay que considerar que este marco teórico constituye un elemento de análisis y las alteraciones no hacen variar la lógica como se verá más adelante.

Los supuestos centrales de la isocuanta del Gráfico 4.1 son las siguientes :

a) **Las productividades marginales del capital y trabajo son positivas**

Dado el carácter continuo de la isocuanta, se puede calcular, a través de derivadas parciales, la productividad marginal del trabajo, definida como la variación que se presenta en el producto Y ante cambios marginales en el trabajo manteniendo constante el capital. De igual forma se puede calcular la productividad marginal del capital, como la variación que se da en el producto Y ante variaciones marginales en el capital manteniendo constante el trabajo, o sea :

$$\frac{\delta Y}{\delta K} > 0 \quad \text{y} \quad \frac{\delta Y}{\delta L} > 0$$

Lo anterior implica que un incremento en el capital o en el trabajo incrementará siempre la producción Y.

b) **Las productividades marginales son decrecientes**

Un incremento durante la etapa de producción en el capital o en el trabajo produce incrementos decrecientes en el producto Y. Esto implica que existen rendimientos decrecientes de un factor manteniendo constante el otro factor; en términos matemáticos lo anterior significa lo siguiente :

$$\frac{\delta^2 Y}{\delta K^2} < 0 \quad \text{y} \quad \frac{\delta^2 Y}{\delta L^2} < 0$$

c) **La función de producción agregada es linealmente homogénea de grado uno**

Esto indica que la función de producción está sujeta a rendimientos constantes a escala. Lo anterior indica que si se aumenta el capital y el trabajo en un determinado tanto por ciento entonces el producto  $Y$  también se incrementará en ese mismo porcentaje. Rendimientos a escala es cuando todos los factores aumentan en la misma proporción.

d) **La producción de  $Y$  necesita de factores**

Si no existen factores de capital o trabajo no puede producirse cantidad alguna de producto.

Si consideramos que las productividades marginales de capital y trabajo son positivas (supuesto a) y agregamos que sin factores no hay producto (supuesto d) podemos representar la función de producción agregada en figura 4.2. Para ello se ubica en el eje de las ordenadas el producto obtenido por unidad de trabajo (o por trabajador) y en el eje de las abscisas la cantidad de capital por unidad de trabajo (o por trabajador) y obtenemos una función de producción  $Y = f(k)$ . En este gráfico se observa que la curva parte en el origen o debido al supuesto d, su pendiente es positiva por el supuesto a, y ésta empieza a disminuir por el supuesto b.

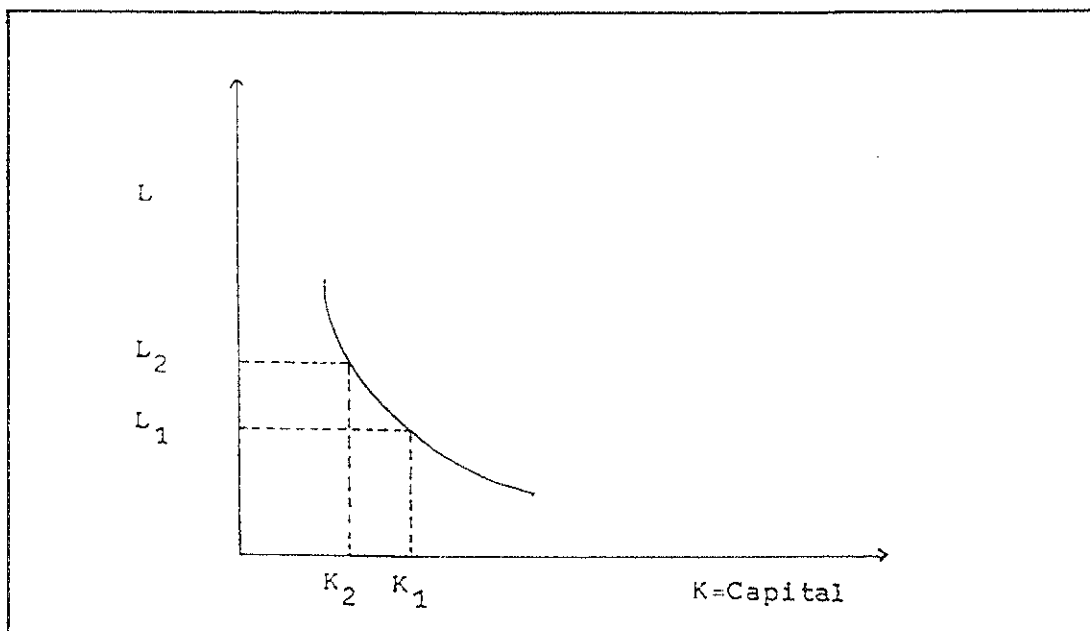


Gráfico 4.1.

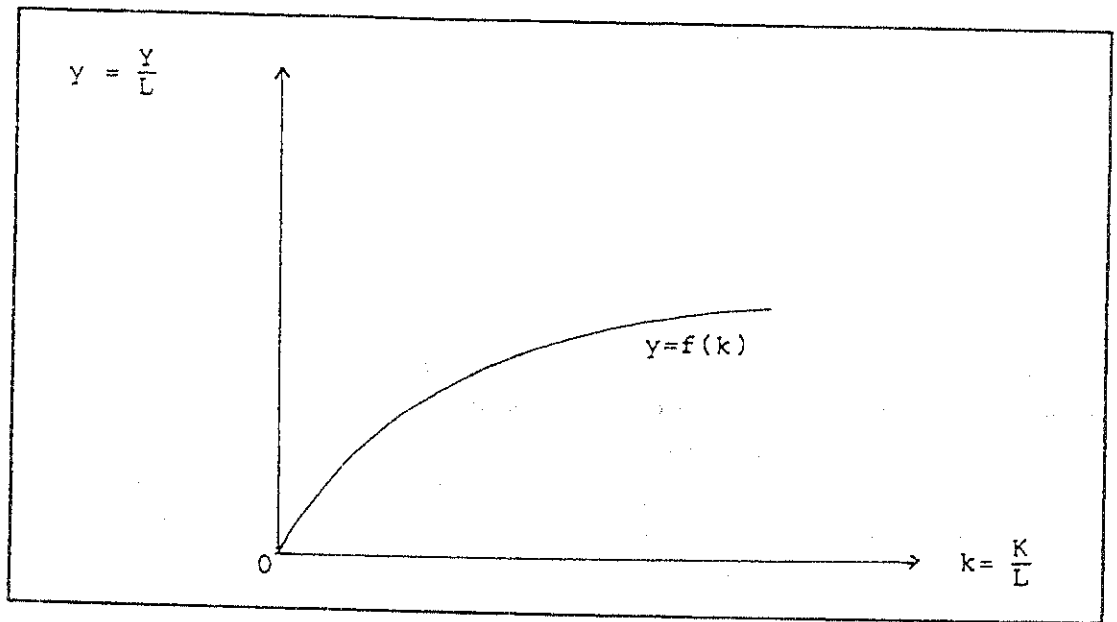


Gráfico 4.2.

El gráfico 4.2. indica que si no se tiene capital por trabajador no se puede obtener producto. A medida que se incorpora Capital por trabajador se obtiene, a una tasa creciente, mayor producto por trabajador. Sin embargo, la función  $y = F(k)$  es asintótica en algún punto que indica que cualquiera sea el aumento de capital por un trabajador entonces el producto por trabajador tendrá una variación muy pequeña o simplemente no la tendrá. Obviamente en este análisis se considera constante al resto de los factores que pudiesen alterar el producto total. Entonces los factores no incluidos están todos los elementos que conforma lo que es la "Teoría Magna", la cual es un enfoque no económico, pero que se ha utilizado por algunos economistas para explicar el crecimiento económico de los países. Esta teoría pretende entregar una visión global, no puramente económica, de los procesos de crecimiento a largo plazo. Se considera en ella una gran cantidad de factores tales como : políticos, sociológicos y sicológicos, los cuales se interrelacionan. El inconveniente de estas teorías, desde un punto de vista de modelación, es que muchas variables no se pueden tratar con cierta precisión y concretización y por lo tanto el análisis de su impacto en el producto final es muy difícil. Para

un mayor estudio de estas materias se sugiere ver a M. Blang<sup>11</sup>.

## 2. LA FUNCION DE PRODUCCION Y CAMBIO TECNICO

En la función de producción utilizada en economía ya se explicó que se usan dos factores para producir un producto, cualquier otro factor es constante. Sin embargo, la evidencia indica que hay otro factor que puede alterar radicalmente la función de producción y éste es el progreso tecnológico, el que es incorporado a esta función.

En una primera etapa se considera que la función de producción, como consecuencia del progreso tecnológico se desplaza hacia arriba, esto indica que con la misma cantidad de capital por trabajador se puede producir una mayor cantidad de producto por trabajador. Lo anterior implica que tanto el capital utilizado como el trabajo empleado pueden permanecer constantes y el progreso tecnológico lleva a un mayor producto. Podría presentarse el caso que baje la cantidad de factores de capital y trabajo y aumente el producto como consecuencia del progreso técnico. Ejemplo : puede ser que antes se necesitaban 10 trabajadores y 5 unidades de capital para producir 100 unidades. Puede ocurrir que aparezca una nueva máquina que sustituye trabajadores y que permite ahorrar capital de trabajo por mejor rendimiento de las materias primas y a la vez aumentar el número de unidades de producción, por ejemplo a 102 unidades, lo que solo es válido por el apareamiento de nuevas tecnologías.

<sup>11</sup> M. Blang "Economics Theory in Restrospect", 2ª Edición, Heineman, Londres, 1968.

En el gráfico 4.3 se presenta la explicación anterior :

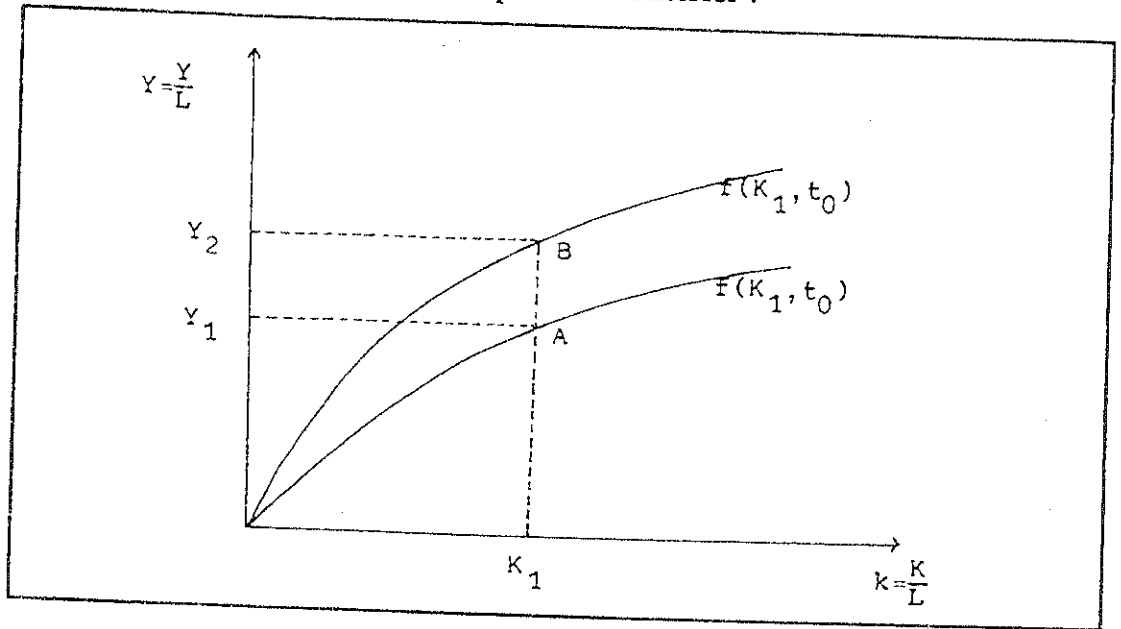


Gráfico 4.3

En gráfico 4.3. se tiene una función de producción  $f(k, t_0)$  con una tecnología inicial. La letra  $t$  indica tiempo y se supone que a medida que pasa el tiempo aparece el progreso técnico. Sobre esta curva se tiene que con una relación capital - trabajo de  $k_1$  se produce un producto de  $Y_1$ . Con el paso del tiempo de  $t_0$  a  $t_1$  puede haber progreso técnico, desplazando la función de producción de  $f(k_1, t_0)$  a  $f(k_1, t_1)$ . Inicialmente en el punto A con la tecnología de  $t_0$  se obtiene un producto de  $Y_1$ , ahora con el progreso técnico medido a través de la variable  $t_1$  se ve que para la misma relación de capital - trabajo  $k_1$  se produce un producto por trabajador de  $Y_2$  que es superior a  $Y_1$ . Se hace uso, pues, de mejor forma de los factores de producción.

La representación del gráfico 4.3 se usa para explicar modelos de crecimiento de un solo bien de manera simple, cuyo objetivo es considerar la variable progreso técnico y su relación en la cantidad de producto. Obviamente, no se necesitan grandes análisis para concluir que es una explicación muy resumida y objeto de severas críticas, las que se verán más adelante.

El método más general para explicar la función de producción es considerar explícitamente la variable tecnología y no asumir que el progreso técnico implícitamente afecta la relación Capital-Trabajo. En este sentido la función de

producción es la siguiente:

$$Y = F(K,L,t) \quad (4.2)$$

En 4.2 se tiene que la variable  $t$  mide el progreso técnico y se asume que la producción obtenida de una combinación fija de capital y trabajo aumenta a medida que transcurre el tiempo y aparece el progreso técnico. Así la función de producción por trabajador es :

$$Y = f(k,t) \quad (4.3)$$

En donde :

$y = Y/L =$  producto agregado por unidad de trabajo

$k = K/L =$  Capital por unidad de trabajo.

En modelo 4.3 se considera que el progreso técnico es medido a través del tiempo y en consecuencia siempre habría progreso técnico. Evidentemente que así es, pero parece no ser la manera adecuada de expresar un índice de progreso técnico en términos del tiempo, es decir, se considera que el progreso técnico vendrá a medida que pasa el tiempo y basta con esperar para tener progreso técnico, lo anterior es válido, pero ello es producto de inversiones en I y D que se han efectuado en el pasado. Esto lleva a dos situaciones, la primera es suponer que con el simple paso del tiempo llega el progreso técnico y que éste puede ser medido con la variable  $t$ , esto puede conducir a que el progreso técnico sería perfectamente predecible lo que, por la evidencia mostrada, no es así, ya que no se sabe en qué momento se producirán las innovaciones y la segunda es que cualquier proceso de progreso técnico implica esfuerzos de inversión en I y D, lo cual debe ser considerado explícitamente. Por otro lado, la función del progreso técnico medida a través de la variable  $t$  no necesariamente es continua ya que la evidencia muestra que han habido quiebres fuertes en el tiempo respecto a las innovaciones.

Otra forma de representación de la función de producción en función del progreso técnico es la siguiente :

$$Y = F(A(t)K, B(t)L) \quad (4.4)$$

En donde  $A(t)$  y  $B(t)$  son factores que miden la eficiencia del capital y del trabajo respectivamente (lo que no significa aumentar la calidad de los factores). En este sentido se habla de :  $A(t)K = \text{Capital Eficaz}$  y  $B(t)L = \text{Trabajo Eficaz}$ .

$$\text{Si } \frac{dA(t)}{dT} > 0$$

La ecuación anterior implica "Capital Eficaz". Aumenta a través del tiempo aún permaneciendo constante el capital disponible.

$$\text{Si } \frac{dB(t)}{dT} > 0$$

La ecuación anterior implica que la "Fuerza de trabajo eficaz" aumenta aun permaneciendo constante el trabajo disponible.

Se tiene, pues, que el modelo 4.4 considera explícitamente que como una consecuencia del progreso técnico aumenta la eficiencia de los factores. En dicho modelo se presentan las siguientes situaciones :

$$\text{Si } \frac{dA(t)}{dt} > 0 \quad \text{y} \quad B(t) = 1$$

entonces el cambio técnico aumenta la eficiencia del capital.

$$\text{Si } A(t) = 1 \quad \text{y} \quad \frac{dB(t)}{dt} > 0$$

entonces el cambio técnico aumenta la eficiencia del trabajo.

$$\text{Si } \frac{dA(t)}{dt} = \frac{dB(t)}{dt} > 0$$

entonces el cambio técnico aumenta, a la vez, la eficiencia del trabajo y del capital.

En algunos planteamientos teóricos se considera que el progreso técnico se produce a una tasa proporcional constante y que está dada externamente llevando el modelo 4.4 al siguiente planteamiento :

$$Y = A(t) F(K,L) \quad (4.5)$$

El modelo 4.5 supone que el progreso técnico aumenta a una tasa de  $dA(t)/dt = dB(t)/dB = m$  y asumiendo rendimientos constantes a escala. De acuerdo con lo anterior el aumento del progreso técnico afecta por igual a los factores capital y trabajo, supuesto obviamente simplificador y que puede confundir a un estudiante que inicia sus estudios en el tema. Además de ser constante, es externo o exógeno, supuesto que solo tiene validez en un contexto simplista (Hahn y Matthews, 1964)<sup>12</sup>.

### 3. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FUNCION DE PRODUCCION.

#### 3.1. ASPECTOS CONCEPTUALES

a) **Función de Producción** : Tal como se explicó en punto 1 de este capítulo, la función de producción representa la combinación de factores necesarios para obtener una cantidad de productos. La forma de esta función proviene de la isocuanta mostrada en gráfico 4.1, la cual muestra el cambio de capital por trabajo, o viceversa, que permite obtener una determinada cantidad de producto. El cambio de una isocuanta a otra representa factores que se habían considerado constantes y el más relevante es el cambio tecnológico. Por lo tanto, la aparición de nueva tecnología permite producir el incremento de la producción. Es decir, existen dos movimientos sobre un mapa de isocuanta, respecto a los factores capital y trabajo, el primero se da sobre la misma curva (es reemplazo de factores capital - trabajo) y el segundo, el traslado de una isocuanta a debido a cambio tecnológico.

<sup>12</sup> Hahn y Matthews "The Theory of Economic Growth : A Survey" American Association/Royal Economic Society, Vol. 2 1964.



Siguiendo a Nathan Rosenberg (1976)<sup>13</sup> la conceptualización anterior no es claramente explicativa de la movilidad sobre una isocuanta. Tal movilidad se puede presentar sólo sobre un pequeño segmento de la isocuanta debido a que cualquier cambio de capital por trabajo requiere costos de información, puesta en marcha y otros costos propios del reemplazo que restringen la movilidad factorial. Por lo tanto, cada empresario tiene un segmento reducido del cambio de factores, el cual depende de su capacidad tecnológica y de la combinación actual de factores capital - trabajo que se tiene, así como del costo de la tecnología.

Otro aspecto señalado por N. Rosenberg se refiere al hecho que a lo largo de una isocuanta también hay cambio tecnológico. En efecto, al existir información costosa y al considerar que el cambio de tecnología no siempre se consigue a bajos costos, entonces existen empresarios que realizan cierta actividad innovadora que no representa cambios tan radicales. No olvidemos que el traslado de una isocuanta a otra se debe a estos cambios radicales. Por lo tanto, existe cambio tecnológico realizado por el empresario sin que se realicen desplazamientos de la isocuanta, estos cambios no son considerados en la teoría. Así, el gráfico 4.3 que representa un cambio de la función de producción de  $f(k, t_0)$  a  $f(k, t_1)$  no muestra las innovaciones que se realizan sobre  $f(k, t_0)$ , las que probablemente no tengan repercusiones científicas como una innovación radical, pero sí pueden influir sobre el aspecto económico. En consecuencia, existe actividad innovadora sobre una misma isocuanta, es decir, a lo largo de esta curva pueden haber ciertas mejoras las cuales no deben ser obviadas en la teoría y conceptualización de las funciones de producción.

El cambio tecnológico se interna en la economía de diferentes formas y por diferentes caminos. Al respecto, Rosenberg dice : "Mi principal queja sobre la conceptualización limitadora que distingue enormemente entre cambio tecnológico y sustitución de factores es que cierra de manera algo arbitraria alguno de esos caminos. Al hacer esto elude a lo que es gran parte del empuje diario del cambio tecnológico" (op. cit. pág. 66).

13

Nathan Rosenberg, "Problems in the Economist's Conceptualization of Technological Innovation", *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, 1976.

Una función de producción que enfrente el cambio tecnológico debe incluir todos los posibles diseños que se pudieren realizar a partir de los conocimientos existentes y por lo tanto una isocuanta no solo debe incluir las técnicas inmediatamente disponible sino que la variedad más amplia de técnicas que podrían diseñarse con el stock de conocimientos existente (Salter, W., 1969)<sup>14</sup>.

b) **Cambio Tecnológico Exógeno.** En una primera etapa de los estudios del progreso técnico desde el punto de vista económico se ha considerado que éste es exógeno, y ese papel se le ha dado en estos modelos de simple crecimiento, aunque hay que señalar que esto es sólo por conveniencia analítica y no como una afirmación seria acerca del sistema económico (Nordhaus, 1969)<sup>15</sup>.

No cabe duda que el progreso técnico no es el resultado de la nada, es producto de inversiones en I y D, del stock de conocimiento existente, de la calidad del grupo investigador, de la capacidad empresarial y de otros factores señalados en la primera parte de este documento; de aquí que no se puede considerar al progreso técnico como algo que no procede de ninguna parte, como un dato que crece con el paso del tiempo, incluso llegando al extremo de considerar que aumenta a una tasa constante. Hay diversos trabajos que han incorporado los factores señalados, considerando el progreso técnico como resultado de elementos endógenos y exógenos, como se señaló en la primera parte de este trabajo.

<sup>14</sup> Salter, W. E. *Productivity and Technical Change*. Londres, Cambridge University Press, 1969.

<sup>15</sup> Nordhaus, W. D. *Invention, Growth and Welfare : A Theoretical Treatment of Technological Change*. MIT Press, Cambridge, Mass. 1969.

- c) **Tasa de Desarrollo del Progreso Técnico.** En la función de producción tradicional usada en economía, se hacen dos supuestos importantes; uno se refiere a que ésta es continua y el otro indica que esta es homogénea. En la primera parte de este documento se observa que la difusión, sustitución y frecuencia de la innovación tenían, con el paso del tiempo, una curva de tipo S que significa que las etapas anteriores tenían un inicio lento, una velocidad no constante y un grado de aceleración. Lo anterior implica que la función de producción incorporando el progreso técnico deberían tener de alguna forma representada estas tasas de aceleración y si es así, el supuesto de homogeneidad de esta podría ser puesto en duda ya que no necesariamente todos los factores (capital y trabajo) aumentan a una tasa constante.

Por otro lado, existen ciertos quiebres, aunque no tan radicales, que representan innovaciones incrementales dentro de la misma isocuanta (Rosenberg, op. cit.) que pueden romper la continuidad de la sustitución capital - trabajo por lo que habría que replantearse las tasas de productividades marginales, las cuales pudiesen mantenerse constante para algún tramo de la nueva isocuanta, la que en este caso no sería continua.

- d) **Traslado de la Curva de Producción.** En gráfico 4.4 se supone que existe un traslado de la curva de producción por trabajador a un nivel superior partiendo la separación de ambas curvas desde el origen del gráfico. Sin embargo, existen razones como las dadas en punto a y c que pueden hacer pensar que dicho traslado es del tipo presentado en el gráfico 4.4 pudiendo ocurrir que no toda la curva se desplace como consecuencia del progreso técnico ya que este puede presentarse solo en algunos procesos productivos de determinados sectores, pero que no afecta

significativamente la producción global, (Atkinson y Stiglitz, 1969) <sup>16</sup> y cuya forma se presenta en el gráfico 4.4.

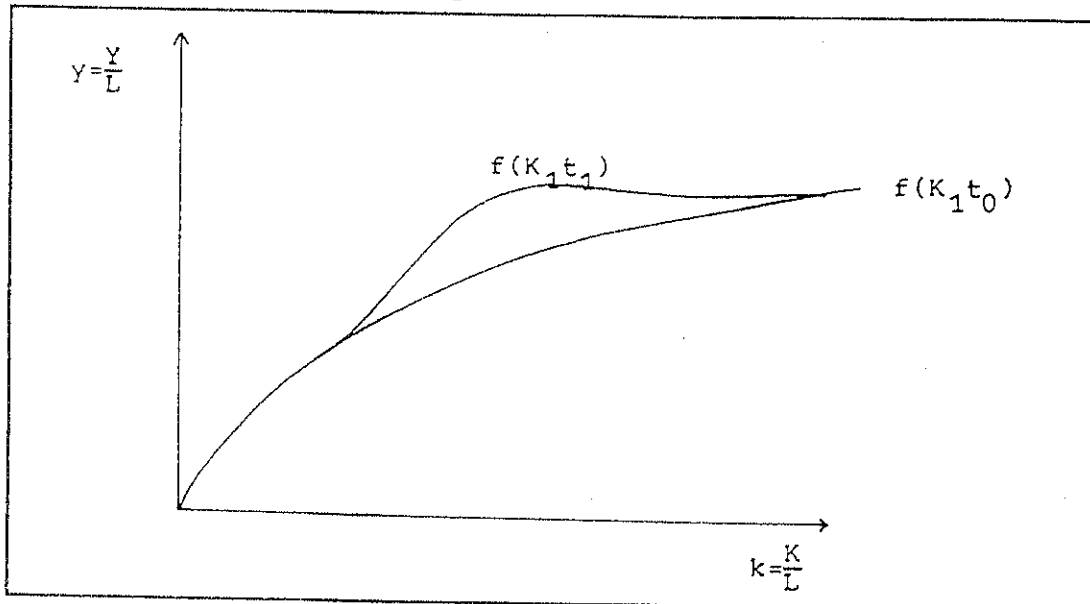


Gráfico 4.4

<sup>16</sup> Atkinson, A. B. y Stiglitz, J. E. "A New View of Technological Change", E. J. 1969.

**CAPITULO V**

**EFFECTOS DEL PROGRESO TECNICO EN  
LOS FACTORES TRABAJO Y CAPITAL**

## CAP. V EFECTOS DEL PROGRESO TECNICO EN LOS FACTORES TRABAJO Y CAPITAL

Hay varios estudios que han tratado de explicar el efecto del progreso técnico en los factores de trabajo y capital. En la literatura económica se habla de si el progreso técnico es ahorrador de trabajo, es ahorrador de capital o es neutral. Los modelos que han ido quedando en la bibliografía y que son clásicos corresponden a J.M. Hicks (1963), R.F. Harrod (1940), R. Solow (1957), E. Denison (1967), los cuales serán analizados en las siguientes páginas<sup>17</sup>.

### 1. INTERPRETACION DE PROGRESO TECNICO SEGUN JOHN HICKS

J. Hicks establece tres niveles de influencia del progreso técnico según éste sea ahorrador de trabajo, ahorrador de capital o neutro.

- a) **Ahorrador de Trabajo.** El progreso técnico, que se transforma en un desplazamiento hacia arriba de la función de producción por trabajador, es ahorrador de trabajo si se incrementa la relación entre el producto marginal del capital y el producto marginal de trabajo para un valor constante de la relación capital - trabajo.

Se sabe que :

$$Y = F(k, L)$$

en donde

$$\frac{\delta Y}{\delta K} = \text{Producto Marginal del Capital}$$

$$\frac{\delta Y}{\delta L} = \text{Producto Marginal de Trabajo}$$

<sup>17</sup> J. M. Hicks, "The Theory of Wages, 2ª Edición, Mc Millan, Londres 1963; R. F. Harrod "Towards a Dynamic Economics : Some Recent Developments of Economics Theory and their applications to Policy, Mc Millan, Londres, 1948; R. Solow "Technical Change and the Aggregate Production Function", R. of Economics and Statistics, 1957; E. Denison, "Why Growth Rates Differ", Washington, Brookings Institution, 1967.

Se sabe también que el valor del salario por trabajador es  $W$  e igual a  $(\delta Y/\delta L)L$  y el valor de la retribución del capital  $r$  es igual a  $(\delta Y/\delta k)k$ .

Si se calcula la relación renta del capital respecto al valor de los salarios reemplazando esta función de sus productos marginales, se tiene :

$$\frac{r}{w} = \frac{\frac{\delta Y}{\delta K}}{\frac{\delta Y}{\delta L}} \frac{K}{L} = \left( \frac{\delta Y/\delta K}{\delta Y/\delta L} \right) \left( \frac{K}{L} \right) \quad (5.1)$$

Como  $(\delta Y/\delta K)/(\delta Y/\delta L)$  aumenta según la definición de Hicks, mientras que la relación capital trabajo  $K/L$  se mantiene constante, entonces el valor de la renta pagada por el capital respecto al salario pagado al trabajador también aumenta, lo que indica a su vez que se reduce la relación salario - renta del capital. Esto último indica que el salario disminuye en relación a la renta que se paga al capital, siendo esto lo esperado debido a que después que aparece el cambio técnico, se necesita menos trabajo ya que el nuevo invento implica que se ahorra trabajo (número de trabajadores). Habiendo más trabajo libre éste se hace menos escaso con respecto al capital.

#### b) Ahorrador de Capital

El progreso técnico, que se transforma en un desplazamiento hacia arriba de la función de producción por trabajador, es ahorrador de capital si disminuye la relación entre el producto marginal del capital y el producto marginal del trabajo para un valor constante de la relación capital - trabajo.

Tomando la igualdad 5.1, tenemos que como  $(\delta Y/\delta K)/(\delta Y/\delta L)$  disminuye y la relación  $K/L$  es constante, según la definición de ahorrador de capital de Hicks, entonces la relación de renta del capital  $r$  respecto al salario también disminuye, o mirado de otro lado la relación salario a renta del capital aumenta. Esto último indica que la renta del capital se hace relativamente más barata. Esto implica que el nuevo invento es intensivo en mano de obra.

### c) Cambio Técnico Neutral

El progreso técnico, que se transforma en un desplazamiento hacia arriba de la función de producción por trabajador, es neutral si la relación entre el Producto Marginal del Capital y del Producto Marginal del trabajo se mantiene constante, para un valor constante de la relación capital-trabajo.

Esta última definición implica que la relación renta del capital respecto al salario es también constante.

En el gráfico 5.1 se observa que al pasar de una función de producción  $f(k, t_0)$  a una nueva función  $f(k, t_1)$  producto de un nuevo invento, se pueden hacer comparaciones del Producto Marginal del Capital o del Producto Marginal del Trabajo en puntos homogéneos, ya que dicha relación es diferente en cada punto de ambas curvas. Debe, pues, definirse con cuál punto de la nueva curva debe compararse. Si se compara el producto marginal del punto A con D es diferente la relación a comparar A con B, de aquí es que sea necesario definir un patrón de comparación homogéneo. Por tanto, es necesario comparar el Producto Marginal de Capital y Trabajo en A con B o en E con D, esto implica que la comparación se haga para un valor constante de la relación capital-trabajo. En el punto A y B existe una misma relación de  $k_1 = k_1/L_1$  y en los puntos E y D también es constante la relación  $K_2$ .

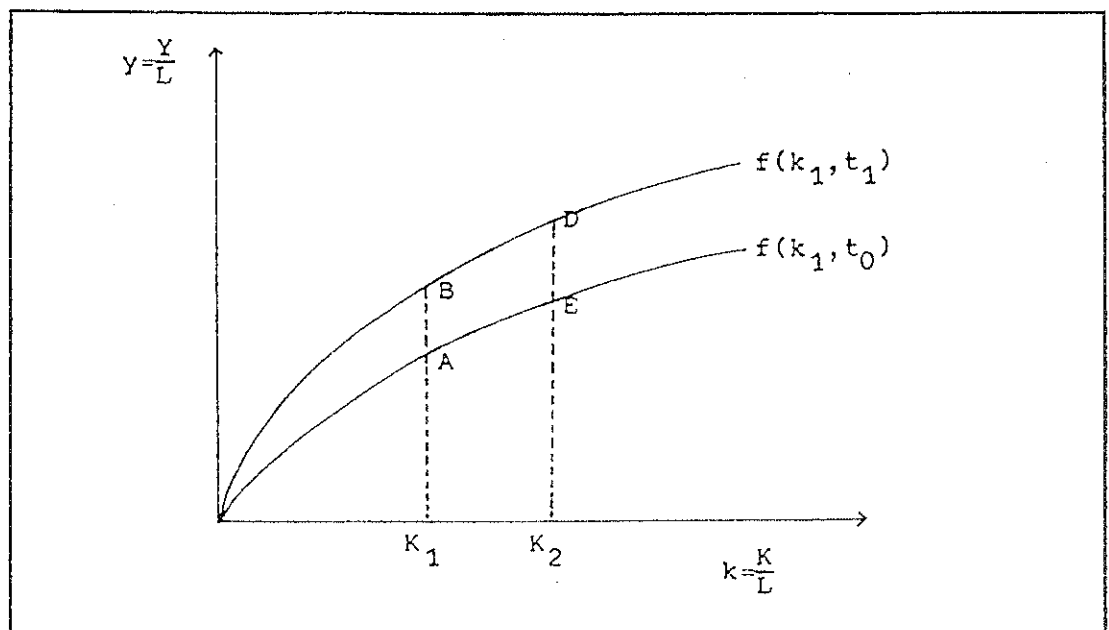


Gráfico 5.1



El progreso técnico neutral, según la definición de Hicks, es exactamente equivalente con el concepto del progreso técnico que aumenta por igual la eficiencia del capital y del trabajo en la función de producción de 4.5 en la cual se sostenía que este aumento es a una tasa constante de  $m$  (para mayor detalle ver Uzawa, 1969)<sup>18</sup>.

Otra forma de ver el cambio tecnológico, según Hicks, es tomar el gráfico 5.1 de trabajo-capital. Si vemos el gráfico 5.2, siguiendo las definiciones de efecto neutral se tiene las siguientes observaciones :

- Existe una situación inicial, representada por la curva  $Y_0 = 1$ , la cual señala que con una determinada combinación de capital - trabajo se produce una unidad.
- Existe un cambio técnico que permite producir la misma unidad, pero con menor cantidad de factores capital - trabajo. Por lo tanto existe un desplazamiento de  $Y_0 = Y_1$ . Ambas curvas muestran una unidad de producción.
- La pendiente de  $Y_0$  es  $A$  y la pendiente de  $Y_1$  es  $B$ . En este caso la pendiente representa la tasa de sustitución marginal de factores (TMS), pero que por definición de neutralidad de Hicks son iguales, o sea  $(\delta y / \delta k) / (\delta y / \delta L) = \delta L / \delta K = TMS$ . Es decir que el producto marginal del trabajo y el producto marginal del capital no han cambiado. Lo que implica que no incentiva a la empresa a cambiar la proporción capital/trabajo (R. Le Roy M., 1980)<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Uzawa, H. "Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium", R. Ec. Stud. 1960/1.

<sup>19</sup> L. Leroy Miller, "Microeconomía", Mc Graw - Hill, 1980, pág. 255 - 256.

### c) Cambio Técnico Neutral

El progreso técnico, que se transforma en un desplazamiento hacia arriba de la función de producción por trabajador, es neutral si la relación entre el Producto Marginal del Capital y del Producto Marginal del trabajo se mantiene constante, para un valor constante de la relación capital-trabajo.

Esta última definición implica que la relación renta del capital respecto al salario es también constante.

En el gráfico 5.1 se observa que al pasar de una función de producción  $f(k, t_0)$  a una nueva función  $f(k, t_1)$  producto de un nuevo invento, se pueden hacer comparaciones del Producto Marginal del Capital o del Producto Marginal del Trabajo en puntos homogéneos, ya que dicha relación es diferente en cada punto de ambas curvas. Debe, pues, definirse con cuál punto de la nueva curva debe compararse. Si se compara el producto marginal del punto A con D es diferente la relación a comparar A con B, de aquí es que sea necesario definir un patrón de comparación homogéneo. Por tanto, es necesario comparar el Producto Marginal de Capital y Trabajo en A con B o en E con D, esto implica que la comparación se haga para un valor constante de la relación capital-trabajo. En el punto A y B existe una misma relación de  $k_1 = k_1/L_1$  y en los puntos E y D también es constante la relación  $K_2$ .

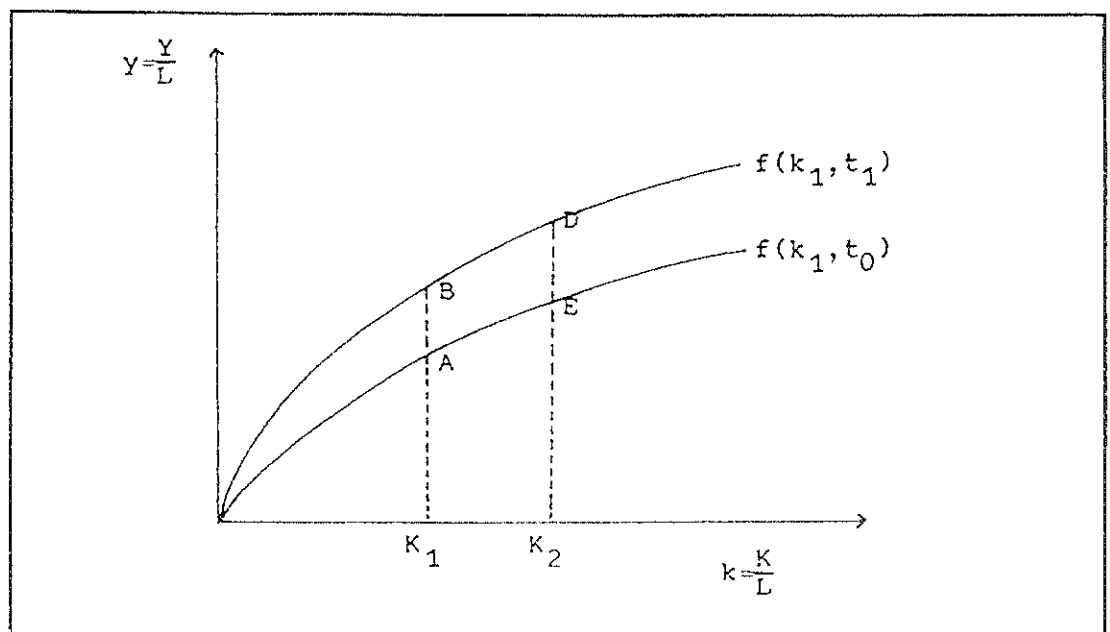


Gráfico 5.1

El progreso técnico neutral, según la definición de Hicks, es exactamente equivalente con el concepto del progreso técnico que aumenta por igual la eficiencia del capital y del trabajo en la función de producción de 4.5 en la cual se sostenía que este aumento es a una tasa constante de  $m$  (para mayor detalle ver Uzawa, 1969)<sup>18</sup>.

Otra forma de ver el cambio tecnológico, según Hicks, es tomar el gráfico 5.1 de trabajo-capital. Si vemos el gráfico 5.2, siguiendo las definiciones de efecto neutral se tiene las siguientes observaciones :

- Existe una situación inicial, representada por la curva  $Y_0 = 1$ , la cual señala que con una determinada combinación de capital - trabajo se produce una unidad.
- Existe un cambio técnico que permite producir la misma unidad, pero con menor cantidad de factores capital - trabajo. Por lo tanto existe un desplazamiento de  $Y_0 = Y_1$ . Ambas curvas muestran una unidad de producción.
- La pendiente de  $Y_0$  es A y la pendiente de  $Y_1$  es B. En este caso la pendiente representa la tasa de sustitución marginal de factores (TMS), pero que por definición de neutralidad de Hicks son iguales, o sea  $(\delta y / \delta k) / (\delta y / \delta L) = \delta L / \delta K = TMS$ . Es decir que el producto marginal del trabajo y el producto marginal del capital no han cambiado. Lo que implica que no incentiva a la empresa a cambiar la proporción capital/trabajo (R. Le Roy M., 1980)<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Uzawa, H. "Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium", R. Ec. Stud. 1960/1.

<sup>19</sup> L. Leroy Miller, "Microeconomía", Mc Graw - Hill, 1980, pág. 255 - 256.

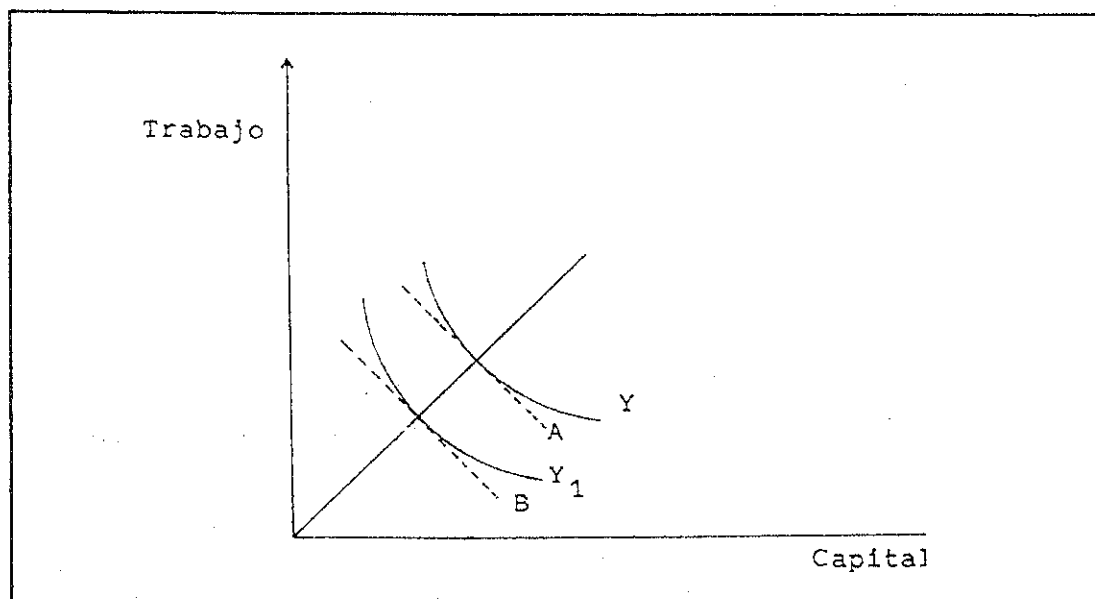


Gráfico 5.2

## 2. INTERPRETACION DEL PROGRESO TECNICO SEGUN ROY HARROD

Tanto la interpretación de Hicks como la de Harrod sobre el progreso técnico se han usado para la explicación de modelos de crecimiento. Desde este punto de vista la visión de Hicks se cuestiona para la explicación del crecimiento debido a que considera la relación capital - trabajo constante, (Hywell Jones, Op. Cit., pág 202). Se plantea, pues, como enfoque alternativo al análisis de Harrod.

### a) Progreso Técnico como Ahorrador de Trabajo según Harrod

El progreso técnico es ahorrador de trabajo, según Harrod, si para cualquier valor constante de la relación capital-producto aumenta la relación entre las participaciones relativas de  $\pi = rK/wL$ . Es decir, si  $K/Y$  es constante y  $d\pi > 0$  el progreso técnico es ahorrador de trabajo.

Mirado desde otro punto de vista, si la relación Capital/Producto ( $K/Y$ ) disminuye, manteniendo constante el tipo de interés  $r$ , (que es la productividad marginal del capital), esto implica que el capital se hace más eficiente, pero como la remuneración del capital es constante, entonces dada esta eficiencia se debería incorporar más capital y con ello se ahorra mano de obra, o sea, se ahorra trabajo.

## b) Progreso técnico como Ahorrador de Capital según Harrod

El progreso técnico es ahorrador de capital si para cualquier valor constante de la relación capital - producto, disminuye la relación de participaciones relativas entre  $rK/wL$ .

## c) Progreso técnico neutral

El progreso técnico es neutral si para cualquier valor constante de la relación capital-producto, el producto marginal del capital permanece constante. Se sabe que en mercados competitivos, el producto marginal del capital es la tasa de interés  $r$ .

La diferencia con el efecto neutral de Hicks, se refiere a que este toma como constante y por lo tanto como patrón de referencia la relación capital - trabajo.

Mirado desde otro punto de vista, el progreso técnico, que implica un desplazamiento de la función de producción hacia arriba, es neutral según Harrod, si para un valor constante de la relación capital - producto, la relación entre las participaciones relativas  $rK/wL$  se mantiene constante.

Varios autores <sup>20</sup> han demostrado que el progreso técnico neutral de Harrod es equivalente al progreso técnico que aumenta la eficiencia del trabajo, o sea, según la función de producción  $Y = F(K, B(t)L)$ , que es una extensión de la fórmula 4.4 en donde  $dB/dt$  puede aumentar a una tasa constante  $m$ . Es decir, se considera que el producto, cuando hay efecto neutral según Harrod, aumenta por la eficiencia del trabajo. Al revés en Hicks, se considera según su definición de efecto neutral, que todo aumento en el producto se debe a un aumento por igual a la eficiencia del capital y del trabajo, o sea, la función de producción es  $Y = A(t)F(k, L)$ , en donde  $dA(t)/dt = m$ .

20

Joan Robinson, publicado por Bergson, A., "A Reformulation of Certain Aspects of Welfare Economics", Q. J. E. 1938; Allen, R. "Mathematical Analysis for Economicists", Mc Millan, Londres, 1938; Uzawa, H. "Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium", E. Ec. Stud. 1960.

Por otro lado, se ha demostrado, que si la función de producción agregada es de tipo Cobb-Douglas, el progreso técnico puede interpretarse como neutral, tanto en la definición usada por Hicks como en la de Harrod <sup>21</sup>.

### 3. INTERPRETACION DEL PROGRESO TECNICO ATRIBUIDO A R. SOLOW <sup>22</sup>

En la interpretación de Hicks se considera como punto de comparación de las dos curvas de producción una relación de capital - trabajo constante, en Harrod se considera como constante la relación Capital - Producto y en Solow se considera como constante la relación trabajo - producto. El efecto neutral, según R. Solow, conduce a la conclusión que el progreso técnico aumenta la eficiencia del capital, es decir, la función de producción tiene las siguientes características :

$$Y = F(A(t)K,L) \quad (5.2)$$

Si la función de producción es del tipo Cobb - Douglas, el concepto de neutralidad de Hicks, Harrod y Solow tienen el mismo significado. Todas las definiciones anteriores se han usado para explicar los modelos de crecimiento, materia que no será tratada en estos apuntes, y que para un estudiante interesado se sugiere seguir a H. Jones, Op. cit.

### 4. MEDICION DEL PROGRESO TECNICO

El progreso técnico es de difícil medición desde un punto de vista empírico, y es lo que se abordará en los próximos párrafos. Se hace mención a dos estudios que han medido el progreso tecnológico y su incidencia en la variación del producto.

<sup>21</sup> Uzawa, Op. cit., Allen, Op. cit. pág. 248 - 251.

<sup>22</sup> Solow, R. "Technical Change and the Aggregate Production Function", R. E. C. Stat. 1957.

### a) Medición de R. Solow

R. Solow utiliza una función agregada, a pesar de los problemas teóricos que éste ha suscitado. La función usada es :

$$Q = F(K, L) \quad (5.3)$$

En donde :  
Q = Producto nacional  
K = Stock agregado de capital en la economía  
L = Fuerza de trabajo total

El valor del producto Q, Solow, lo mide por el precio. El valor del capital lo mide a través de dos formas siguientes :

- Se mide el capital futuro, como el valor presente de la corriente de ingresos que entregarán los bienes de capital, actualizados a una tasa de cambio tecnológico.
- El valor del capital pasado, lo considera como la suma de las inversiones que han tenido lugar en el pasado menos la depreciación.

Para la medición de los Productos Marginales de Capital y Trabajo se usa el siguiente modelo :

$$Q = \frac{\delta Q}{\delta K} K + \frac{\delta Q}{\delta L} L \quad (5.4)$$

Se usa una función de producción agregada antes de ocurrido el progreso técnico y otra después del progreso técnico, obviamente la segunda va por sobre la primera. El supuesto principal es que toda variación del producto que no sea explicada por variaciones en el capital y/o el trabajo, se debe al progreso técnico. Para ello, se usa la siguiente función de Producción :

$$Q = A(t) F(K, L) \quad (5.5)$$

En donde  $A(t)$  es el factor corrector que mide el progreso técnico y está dado en función del tiempo. Diferenciando la función anterior respecto al tiempo, se tiene :

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{dA}{A} + \frac{A\delta F}{\delta K} \left( \frac{dK}{Q} \right) + \frac{A\delta F}{\delta L} \left( \frac{dL}{Q} \right) \quad (5.6)$$

En donde :

$$(\delta F/\delta K) (dK/Q) =$$

Participación del capital en el total del producto =  $W_k$  y

$$(\delta F/\delta L) (dL/Q) =$$

Participación del trabajo en el total del producto =  $W_L$

La ecuación anterior muestra que la tasa de crecimiento en el producto  $Q$ , es igual a la tasa de crecimiento en el cambio  $dA/A$ , sumada a la tasa de incremento de los factores capital y trabajo. Solow reduce la ecuación anterior asumiendo que hay rendimiento a escala constante y que los factores de producción son pagados por su Producto marginal.

Se tiene :

$$W_L = 1 - W_k \quad \text{y} \quad \text{si} \quad Q/L = q \quad \text{y} \quad K/L = K$$

Entonces :

$$\frac{dq}{q} = \frac{dA}{A} + W_k \frac{dK}{K} \quad (5.7)$$

Por lo tanto el progreso técnico, emerge como un residuo, siendo igual a la tasa de crecimiento del producto por persona menos la tasa de crecimiento del stock de capital por personas ponderada por la proporción que ésta tiene en el ingreso nacional.



Solow usa la ecuación N° 5.7, para la economía de EE.UU. en el período 1909 - 1949. Sus resultados son :

12,5% del crecimiento en el producto por persona se debe al incremento de capital por persona.

87,5% del crecimiento en el producto por persona se debe al crecimiento del progreso técnico.

El autor hace algunos reparos a su modelo. Sin embargo los resultados obtenidos fueron claramente sorprendentes.

#### b) Trabajo de E. Denison <sup>23</sup>

Para su trabajo, E. Denison usa la función de producción Cobb - Douglas, o sea :

$$Q = AL^{\alpha} K^{1-\alpha}$$

El pago de la mano de obra es igual a :

$$L \frac{\delta Q}{\delta L} = L \alpha A L^{\alpha-1} K^{1-\alpha} = \alpha L^{\alpha} A K^{1-\alpha}$$

Es decir :

$$L \frac{\delta Q}{\delta L} = \alpha Q$$

El pago del capital es el siguiente :

$$K \frac{\delta Q}{\delta K} = (1 - \alpha) Q$$

<sup>23</sup> Denison, E. F. "Why Growth Rates Differ", Brooking Institutions, Washington 1967; Allen and Unwin, Londres 1968.

Por lo tanto, la mano de obra es  $\alpha\%$  del Producto y el pago al Capital es  $(1-\alpha)\%$  del producto.

Usando los datos, Denison hace un estudio para el Reino Unido en el período 1950-1962 y obtiene los siguientes datos :

Incremento en el producto por unidad	2,29
Incremento del factor capital por unidad	(0,51)
Incremento del factor trabajo por unidad	(0,60)
Incremento debido a Progreso Técnico	1,18 (51% del total)

El remanente calculado se debería, según Denison, a progreso técnico a pesar que en los resultados de su investigación hay varios rubros que no son progreso técnico propiamente tal, aunque de todas formas el % de incremento del producto unitario debido al Progreso técnico es alto.

Otro estudio que se puede citar respecto a la medición del progreso técnico es el de D. Jorgenson y D. Griliches, "The Explanation of Productivity Change", Review of Economic Studies (1967), Christensen, Cumming and Jorgenson (1984); y Balasa (1978).

## 5. ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LOS EFECTOS DEL PROGRESO TECNICO

A continuación se hacen algunas observaciones que se deben tener presente en la comprensión y explicación de las definiciones usadas en este capítulo :

- a) **La Tecnología como factor Implícito.** En la representación gráfica del progreso técnico se asume que una nueva tecnología implica un desplazamiento de la curva de producción hacia arriba, tal como se ha efectuado en el gráfico 5.1. Esto significa que se toma a la tecnología por los efectos que provoca en la combinación de factores capital y trabajo y además se desprende que el progreso técnico llega como algo exógeno que no requiere de ninguna inversión previa en I y D ni tampoco de adaptaciones del medio a esas tecnologías. Más aún, se asume implícitamente que el progreso técnico se refiere a innovaciones radicales, es decir, no se considera como un proceso continuo.

Es defendible la posición que la tecnología es un factor de producción al igual como lo es el trabajo, el capital y la tierra. Incluso llevado al extremo no es difícil pensar que el progreso técnico, como factor, puede ser relativamente más importante que los otros factores para cierto tipo de industrias automatizadas. De aquí que pudiese ser atractivo analizar la función de producción dependiendo explícitamente del factor tecnología y no implícitamente a través de efectos en los otros factores. Por facilidad de trabajo y de comprensión se han reducido las funciones de producción a un mapa cartesiano; un estudiante se puede dar cuenta, lo difícil que es imaginar un plano para representar la función de producción dependiendo de tres variables : capital, trabajo y tecnología. Esto hace que la tecnología se use implícitamente como traslado de curvas. Pero existe otra razón que lleva a no usar explícitamente en las representaciones gráficas la tecnología y ello se debe a su difícil cuantificación.

Siguiendo el gráfico 1.4 e incorporando la tecnología como factor de producción explícito por unidad de trabajo, se podría construir una función de producción del tipo del gráfico 5.3. En ese gráfico se ve que el producto por unidad aumenta a medida que se incorpora la tecnología, pero a una tasa no constante, lo que puede tener su explicación en el proceso de aprendizaje de la tecnología, en el desarrollo de la tecnología, a los gastos de incorporación, en el proceso de ajuste de la antigua tecnología a la nueva. Las reflexiones aquí presentadas tienen obviamente complicaciones, ya que es difícil construir un indicador de tecnología, que en el gráfico es  $t$ , y que sea independiente del tiempo. Una idea acerca de un índice de medición de tecnología ha sido dada por K. Arrow, (Op. cit.), a través de lo que llama curva de aprendizaje. Otra dificultad práctica de construir una curva del tipo 5.3 es el cálculo de la aceleración a nivel agregado, ya que no existe acuerdo acerca de la medición de lo que constituye progreso técnico.

Respecto a la tasa exógena a la que se incorpora el progreso técnico y a los conceptos de neutralidad, ahorrador de trabajo o capital, hay fuertes críticas y actualmente el progreso técnico se considera como variable exógena y endógena a la vez (Kaldor<sup>24</sup>, Schumpeter).

24 Kaldor, N. : "Alternative Theories of Distribution", Rev. Eco. Stud. 1955/1956.

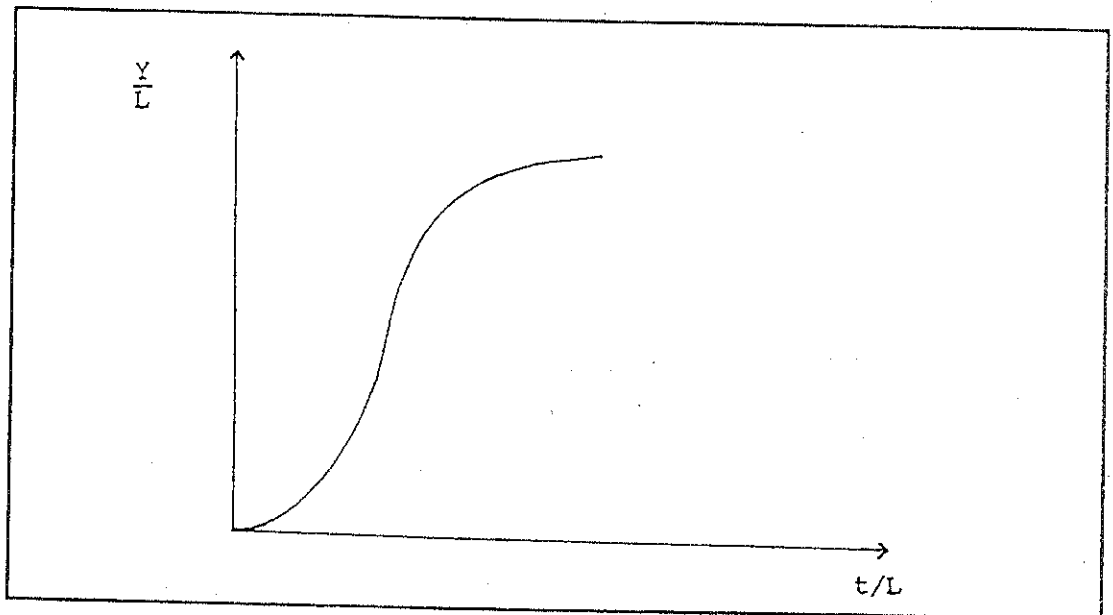


Gráfico 5.3

- b) **El Progreso Técnico como residuo.** Es discutible la generalización de que toda la variación del producto unitario que no sea explicado por variaciones en capital y trabajo se debe al progreso técnico. A. Abramovitz (1956) llamó el residuo irónicamente, "la medida de nuestra ignorancia". Hay factores motivacionales y sociopolíticos que pueden hacer aumentar el rendimiento de los trabajadores de manera significativa sin que exista progreso técnico y que éste, al ser calculado como residuo podría llegar a la conclusión que aumenta el rendimiento del trabajo debido a un posible progreso técnico. Es decir, metodológicamente, es cuestionable que el residuo sea identificado en su totalidad como progreso técnico.
- c) **El Progreso Técnico como Ahorrador de Trabajo.** Una de las discusiones en el mundo de hoy es si el progreso técnico ahorrador de trabajo desplaza fuerza de trabajo y crea desempleo. Esta inquietud está presente desde que los obreros de la población textil de Nottingham en Inglaterra destruyeron las recién inventadas fábricas tejedoras por el temor a perder sus puestos de trabajo.

En general el progreso técnico no es uniforme, algunos sectores en el corto plazo se han visto más afectados que otros y cierto tipo de trabajadores son reemplazados con más rapidez que otros.

Hay ciertas tesis que argumentan lo contrario, es decir, que la innovación tecnológica implica cambio de puestos de trabajos y generación de nuevos empleos. R. Kutscher (1986)<sup>25</sup> dice que en los Estados Unidos para el período 1972 - 1982 se muestra que para las industrias de alta tecnología les correspondió del 5% a 15% del crecimiento del empleo. En un estudio del Ministerio de Investigación y Tecnología de Alemania (1986)<sup>26</sup> se concluye que junto con "aquellas empresas de poco crecimiento y con escasa aplicación de nuevas tecnologías donde han corrido y corren peligro puestos de trabajo (lo que debilita aún más su competitividad) existen otras empresas de ramas fuertemente innovadoras que aumentan su productividad gracias al empleo de nuevas tecnologías y pueden crear sobre esta base nuevos puestos de trabajo". A conclusiones parecidas se llegó en un estudio de H. Browa y otros (1979)<sup>27</sup> para el caso alemán.

Frente a las posiciones anteriores existen planteamientos diferentes para solucionar los probables desempleo tecnológicos, esta son :

- Los liberales que apoyan la no intervención en el mercado, sostienen que el desempleo debe ser combatido a través de reducciones en los pagos de desempleo, los beneficios de los sistemas previsionales y disminución del poder sindical.
- Los que propugnan el pleno empleo han propuesto que se de preferencia a los procesos de trabajo intensivo por sobre las tecnologías que ahorran mano de obra.

25 Citado Perspectiva Económica, año 1986, pág. 4.2 N° 4.

26 "Los Robots no son enemigos", Revista Escala 4/1986, R. D. A.

27 H. Browa y otros "Technological Progress : its impact upon the economy and labour market", Basle/Luton, Octubre 1979.

- Frente a los planteamientos anteriores W. Leontief (1986) sostiene que una baja general y drástica en los salarios podrían detener temporalmente la adopción de nuevas tecnologías. Por otro lado, usar procesos intensivos en trabajo retrasaría el progreso técnico. Propone la posibilidad de reanudar el proceso de reducción gradual de la jornada laboral, transformando el tiempo libre en aumentar los avances educacionales y culturales que colaboren al progreso técnico y no ir contra él.

d) Factores no considerados en Función de Producción. En el capítulo anterior se analizó que la función de producción se desplaza solo por cambio en innovaciones radicales. Sin embargo, existen innovaciones en "que no hay avance en el conocimiento científico, pero sí lo hay en otros tipos de conocimientos : Ingeniería, diseño, etc., que tienen gran importancia económica por los recursos que requieren y los resultados a que conducen", (O. Suris, Op. cit. pág. 69). Estos procesos de innovación no se consideran en los desplazamientos de las funciones de producción porque a veces no son cambios espectaculares, pero si son modificaciones que se pueden estar haciendo rutinariamente y ellas pueden conducir a un aumento de la productividad.

Otra situación, que puede complicar el significado del traslado de curvas se puede aclarar con el ejemplo del rendimiento de la escritura a máquina de una secretaria (H. Jones, Op. cit. pág. 220). Consideremos que una secretaria escribe 2.000 palabras por hora, si su producción aumenta hasta 3.000 palabras por hora producto de una nueva máquina de escribir; en el incremento de 1.000 palabras, según lo expresado en el capítulo, éstas se deberían al progreso técnico, sin embargo en su incremento pueden ocurrir los siguientes factores que influyen :

- i) Producto de la experiencia de la secretaria puede incrementar el rendimiento.
- ii) Desarrollo de nuevas sillas y muebles más cómodos para el trabajo de la secretaria.
- iii) Cambio físico del lugar de trabajo a otro más agradable y cómodo.
- iv) Cambio en las funciones de la secretaria.

Los factores i a iv tienen que ver más con la motivación de la persona y el rendimiento de ellas puede ser afectado por lo tanto no puede atribuirse todo el rendimiento al progreso técnico. En el otro lado y suponiendo que no hubo progreso técnico, los factores que van de i a iv no se expresarían en los gráficos de función de producción como desplazamientos de la curva. Sin embargo puede ser evidente que hay ciertas innovaciones que influyen sobre el rendimiento económico.

- e) El Progreso Técnico y su Transmisión. Una de las críticas a los modelos simples es que se considera el progreso técnico como que viene de la nada y que éste no se transmite. R. Solow (1960)<sup>28</sup> desarrolló un modelo en el que la nueva inversión es el mecanismo de transmisión de las nuevas ideas.

En este modelo se separa el stock de capital en máquinas antiguas y máquinas modernas que son más eficientes que las antiguas porque incorporan la última tecnología. Elabora un índice de "capital eficaz" en el que da menos ponderación a las máquinas más viejas. Supone que las máquinas antiguas se deprecian a una tasa constante, por lo tanto van disminuyendo su stock. Se asume que el Producto Agregado (Y) para toda la economía está en función de la cantidad de máquinas antiguas, del grado del progreso técnico incorporado en dichas máquinas y del trabajo necesario para hacer funcionar dichas máquinas. Se usa una función del tipo Cobb-Douglas en la cual expresa el progreso técnico. Asume que la Productividad Marginal del trabajo para máquinas antiguas y nuevas son iguales, obteniendo finalmente una

28

Solow, R. M. "Investment and Technical Progress" en Arrow K. "Mathematical Methods in the Social Sciences", Stanford, 1960.

función agregada del siguiente tipo :

$$Q(t) = B \delta^{\alpha t} J(t)^{\alpha} L(t)^{1-\alpha}$$

En donde :

$Q(t)$  = Producto agregado en el momento  $t$ .

$\delta$  = Tasa de depreciación constante de las máquinas antiguas.

$\alpha$  = Exponente de la Función Cobb - Douglas

$J(t)$  = Suma de todas las máquinas de diferentes generaciones con una ponderación menor a las máquinas viejas y es el índice que incorpora la transmisión del conocimiento técnico pasado.

Por lo tanto  $Q(t) = F(L(t), J(t))$  significa que la función de producción influye la heterogeneidad de los bienes de capital en términos de su edad, siendo este el principal aporte del modelo de R. Solow. Sin embargo, la incorporación práctica de  $J(t)$  y su medición no es sencilla. A este tipo de modelo se les denomina funciones de producción con generaciones.



**CAPITULO VI**

**LA EMPRESA ANTE EL  
PROGRESO TECNOLOGICO**

## CAP. VI LA EMPRESA ANTE EL PROGRESO TECNOLÓGICO

### I. LA GRAN EMPRESA

Al intentar buscar variables que expliquen el comportamiento de las empresas frente al progreso técnico se deben separar éstas de acuerdo a su tamaño en gran empresa y pequeña empresa. La evidencia indica que es la gran empresa y específicamente las corporaciones multinacionales con casa matriz ubicada principalmente en los países desarrollados, las que hacen I y D. Al respecto es interesante señalar : "Noventa y ocho por ciento del dinero destinado a investigación y desarrollo en los países no socialistas, se gastan en países ricos". (Denis Goulet, 1979)<sup>29</sup>. Las empresas transnacionales defienden su posición casi monopolista afirmando que sólo los países avanzados tienen capital disponible, investigadores expertos y están cerca de los centros de fabricación y distribución, lo que crea un ambiente favorable hacia la investigación.

Por otro lado está la pequeña y mediana empresa de los países avanzados que tienen un comportamiento diferente al de la gran empresa. También muestran un comportamiento radicalmente distinto las empresas de los países menos desarrollados.

Stephen P. Magee (1977)<sup>30</sup> ha observado el comportamiento respecto a las empresas frente al desarrollo tecnológico tomando como referencia la "Teoría de la apropiabilidad" de información tecnológica de las compañías multinacionales. Esta teoría sugiere que las corporaciones multinacionales son especialistas en la producción de información, la cual es menos eficiente de transmitir a través de los mercados que dentro de la firma. Las observaciones

<sup>29</sup> Denis Goulet, "La dinámica de la tecnología flujo", Perspectivas Económicas Nº 23, año 1979, International Communication Agency, EE.UU.

<sup>30</sup> Stephen P. Magee, "Multinational Corporation the Industry Technology Cycle and Development", Journal of World Trade Law, Vol. 11, Nº 4, Julio - Agosto 1977.

principales de Magee son :

- Las corporaciones multinacionales producen sofisticadas tecnologías porque la apropiabilidad de este tipo de tecnología es mucho más alta que el de las tecnologías simples. Esto implica que al existir apropiabilidad se ponen barreras a la entrada de nuevos competidores.
- La gran proporción del trabajo altamente calificado que se usa en las empresas multinacionales es consecuencia del proceso de creación y apropiabilidad de la información.
- La relativa abundancia de mano de obra especializada en los países desarrollados determina que ellos tienen ventajas comparativas en la creación y exportación de nueva información. Esto a su vez explica que la mayoría de los centros de investigación están en países en donde se ubican sucursales.
- Los rendimientos de la información tecnológica son decrecientes a corto plazo. Esto se debe a que los gastos por I y D, especialmente cuando se centralizan en Investigación Básica, son elevados en los primeros años y sus beneficios se perciben a más largo plazo.
- El crecimiento del producto dentro del sector de empresas multinacionales es ahorrador de información. Esto implica que a medida que el producto se estandariza entonces las necesidades de información disminuyen.

La hipótesis de Magee es que la estructura de la industria y la creación de tecnología son variables endógenas conjuntamente determinadas. En su opinión "La presencia de monopolio u oligopolio, ceteris paribus, alienta la investigación y desarrollo y otras inversiones en innovación porque los costos de apropiabilidad son más bajos para ese tipo de estructura de industria". Los planteamientos anteriores se muestran tanto desde un punto de vista descriptivo como deductivo, lo que pone una nota de atención acerca de los límites que se les debe dar a los planes de desarrollo de I y D en los países menos desarrollados.

Hay diferentes estudios en los que se trata de dimensionar el tamaño de la empresa con el monto destinado a I y D y no tienen conclusiones convergentes en cuanto a la relación entre las actividades de I y D de la empresa y factores de estructura de mercado, lo que ha sido motivo de

discusión desde que J. Schumpeter (1947) afirmó que los mayores incentivos para hacer I y D los tienen las empresas monopolistas. A raíz de la discusión teórica, D. Needham (1978)<sup>31</sup> sostiene que dado lo poco concluyente que resulta la investigación teórica sobre estructura de mercado y empresa se justifica claramente la investigación empírica. Para el estudiante interesado en esta materia se sugiere leer a Kamien, M.I.<sup>32</sup>. Un estudio de Dasgupta, y Stiglitz (1980) da algunas pautas del análisis del comportamiento de la industria frente a las inversiones en I y D, las conclusiones relevantes son las siguientes :

- Cuando el grado de concentración de la industria es pequeño, entonces los esfuerzos de I y D de la industria están positivamente correlacionados con la concentración, sin embargo, los altos grados de concentración no siempre indican con evidencia una ausencia de competencia. Por otro lado el grado de concentración está positivamente correlacionado con el monopolio.
- Tanto el gasto óptimo de I y D así como el gasto de I y D por empresa en una economía de libre mercado, aumenta con el tamaño del mercado. Por otro lado, estos gastos en I y D disminuyen con costos crecientes asociados a la tecnología de I y D si la demanda es elástica y crecen cuando la demanda es inelástica.
- Si se ponen barreras a la entrada de nuevas empresas, entonces un crecimiento en el número de empresas resultaría en una disminución en el monto de I y D por empresa, aunque el producto de la industria aumentaría y por consiguiente disminuiría el grado de monopolio.

Los puntos anteriores son en cierto sentido coincidentes con los de Magee. Sin embargo, la investigación de Dasgupta y Stiglitz, argumenta que un monopolista puro, es decir, protegido por barreras a la entrada no tiene incentivo suficiente para emprender inversiones en I y D ni para comprometerse en investigaciones arriesgadas. Por otro lado, también influye el grado de competencia que enfrenta la empresa.

31 D. Needham, "The economics of industrial structure, conduct and performance", Londres, Holt, Rionchardt and Winston, 1978.

32 Kamien, M. I. y Schawartz, N. L. "Market structure and innovation : a survey", Journal of economic literature, March, 1975, pág. 1 - 35.

## 2. LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA CON RESPECTO A INVESTIGACION Y DESARROLLO

Los estudios realizados sobre este tema no conducen a las mismas conclusiones. Sin embargo, de los trabajos empíricos se pueden concluir :

- Para Francia, Gran Bretaña y los EE.UU. los programas de I y D se concentran en todos los países para los que existe información empírica. La mayoría de pequeñas empresas (95% aproximadamente) no realizan programas de I y D (Freeman, 1974).
- El éxito de la innovación es independiente del tamaño de la empresa (OCDE, 1970).
- Tomando la relación I y D/Producción las grandes empresas son las que aportan las más grandes tecnologías. Las pequeñas y medianas empresas son las que más aportan a la innovación siguiendo el ratio Innovación/Producción (Mansfield, 1963).

En general se puede decir, de acuerdo a la evidencia, que :

- a) No se puede plantear el problema entre gran empresa y pequeña empresa como alternativas de quien realiza más I y D. Tanto la gran empresa con la pequeña y mediana han contribuido de modo significativo a la innovación.
- b) Se da una división del trabajo entre la gran empresa y la pequeña y mediana, pero con roles interdependientes.

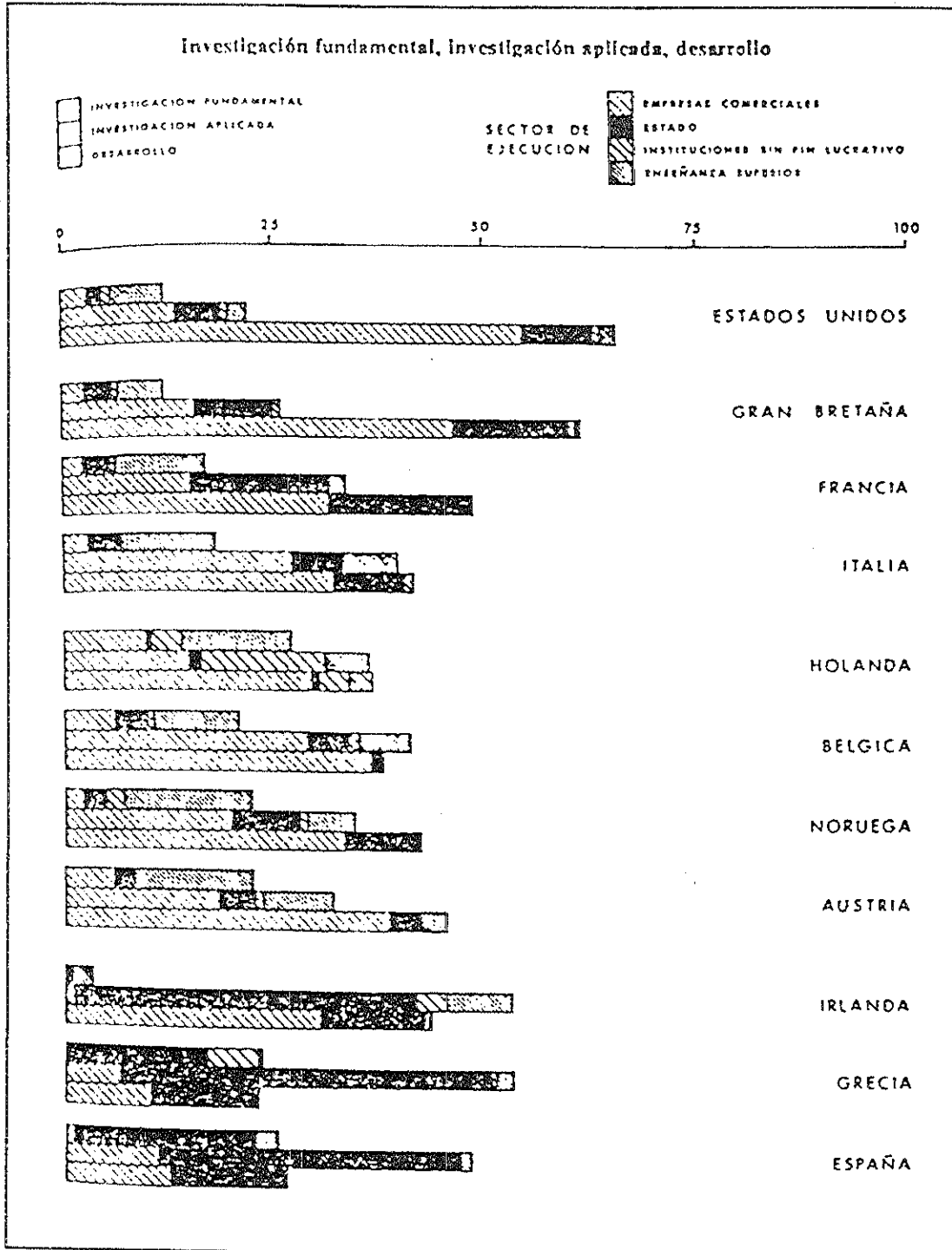
La pequeña y mediana empresa tiene algunas ventajas respecto a la gran empresa, para hacer I y D, así, por ejemplo, requiere recursos no muy cuantiosos, pero sí muy especializados; pueden conseguir no ventajas a escalas de producción al incorporar innovaciones, sino que ventajas en la tecnología; dado lo turbulento de los entornos tecnológicos una empresa pequeña y mediana tiene mayor flexibilidad para adecuarse a los cambios; respecto a la tecnología la gran empresa es un buen cliente para la pequeña y mediana.

Obviamente, todos los estudios citados corresponden a las empresas de países avanzados y no a los países menos desarrollados, aspecto que se verá más adelante.

Al definir gran empresa y pequeña se ha supuesto implícitamente que ellas corresponden al sector privado, sin embargo, en I y D actúan diferentes sectores, tal como se explicó en la primera parte, atendiendo al carácter de Investigación Básica, Aplicada o Desarrollo. La evidencia muestra que es difícil encontrar empresas que realicen Investigación Básica, que es la que presenta mayores problemas para el sector privado, debido principalmente a sus inciertos resultados, el riesgo involucrado, su relativamente largo período de maduración y su carácter de bien público, entre otros factores. Esto lleva a que existan otras organizaciones que realicen I y D, instituciones tales como : organismos públicos, universidades, institutos de investigación sin fines de lucro. Al respecto, ver Cuadro N°6.1, tomado de J. Suris (1986), pág. 79, op. cit.) Las observaciones principales de este Cuadro son las siguientes :

- a) Para casi todos los países, el mayor porcentaje está concentrado en Desarrollo de Productos y en segundo orden en la Investigación Aplicada.
- b) La Investigación Básica es realizada en mayor proporción por organismos de enseñanza superior y por empresas comerciales. El nivel de Investigación Básica es bastante inferior al realizado en Investigación Aplicada y Desarrollo.
- c) El estado desempeña un papel en los once países como ejecutor de investigación. Es muy activo en Irlanda, Grecia y España. En Holanda y Bélgica tiene una participación relativa como ejecutor no muy activa.
- d) La participación de Instituciones sin fines de lucro en la ejecución de proyectos no es muy activa.

Cuadro N° 61



Tomado de J. Suris, Op. cit. pág. 79.

### 3. INTRODUCCION ENTRE ORGANISMOS INVESTIGADORES

Se deduce, pues, que si bien la empresa comercial tiene una fuerte incidencia en el I y D, existen otras organizaciones privadas o estatales que participan activamente en I y D. Estas organizaciones trabajan interrelacionadas y se observan ciertas tendencias en ese sentido.

#### a) Relación Universidades - Empresas

Las Universidades son por definición generadoras de ideas y uno de sus objetivos básicos es la investigación y por tanto lograr progresos científicos, pero para tales tareas no es fácil obtener dinero. Por otro lado, la empresa necesita ideas que las puede transformar en productos y así obtener logros económicos-financieros. El planteamiento anterior genera una complementación de lo que unos tienen con las carencias del otro. Para el caso de EE.UU., la cooperación universidad-empresa no es elevada. Herbert I. Fusfeld, director del Centro para la Ciencias y Tecnología de la Universidad de Nueva York, expresó que de los 6.300 millones de dólares gastados por las Universidades americanas en investigación y desarrollo en 1981, la industria aportó 240 millones, o sea, un 4% del total, aunque reconoció que por la falta de métodos centralizados para recopilar la información, esa cifra puede ser hasta 30% superior. Un 20% de esa suma procedía de dos compañías, por otro lado indicó que un 85% de los fondos federales van de 100 a 200 "universidades investigadoras" y 25% llega a las 10 principales (M. Ledger, 1983<sup>33</sup>).

Para el caso americano, se observa que la fuente de apoyo principal para I y D realizado por académicos proviene de los Gobiernos Federales y el apoyo de la industria se mantiene casi constante, tal como se ve en gráfico N° 6.2.

33

Marshall Ledger, "Empresas y Universidades : Cambio en sus relaciones", Perspectiva Económica, N° 44, año 1983, Agencia de Información del Gobierno de EE. UU.



Fuentes de apoyo para I y D  
Académicos, 1960 - 1981

Miles de millones de dólares constantes de 1972

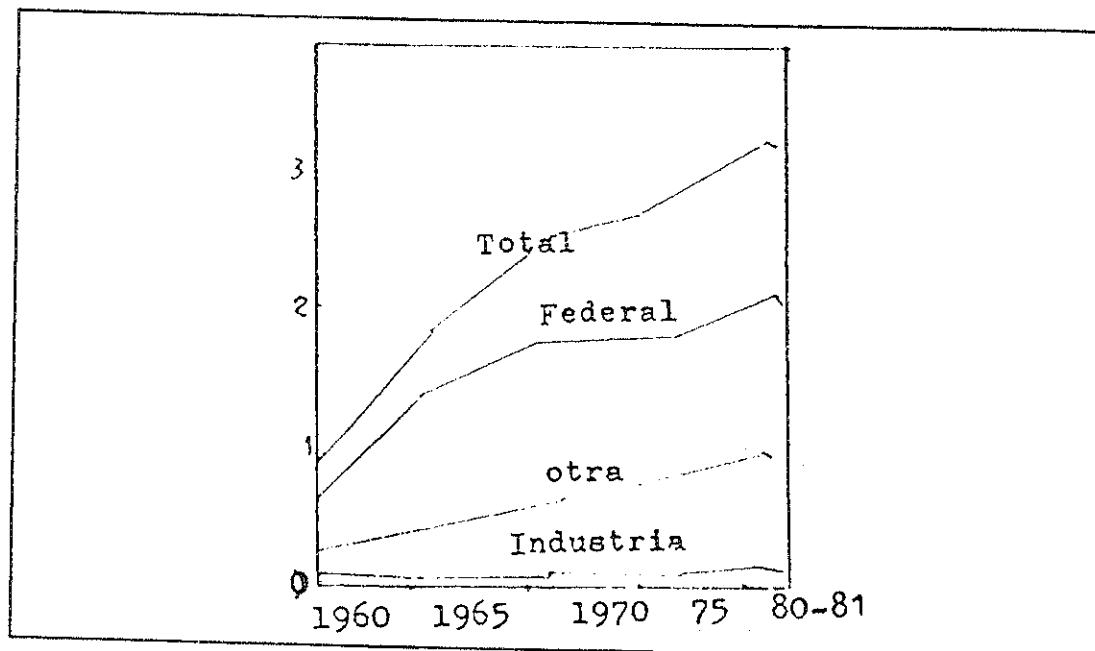


Gráfico 6.2

FUENTE : Fundación Nacional de Ciencias, Estados Unidos.

Para explicar por qué las empresas en el caso americano no tienen un aporte significativo a la I y D, se deben considerar algunos aspectos que crean ciertas dificultades a la relación Universidad-industria. Por el lado de la Universidad se plantean problemas prácticos, tales como : si aparecen innovaciones ¿de quién es la patente, de la Universidad o de la empresa?; ¿a quién le deben lealtad los investigadores por el trabajo que realizan?; ¿quién asume la responsabilidad de productos defectuosos?; dado el carácter muchas veces secreto de la investigación, esto no se puede discutir ni publicar al interior de las universidades, se puede producir desintegración de Facultades por recibir fondos competitivos. Por el lado de la empresa, es ésta quien asume los riesgos y además ésta necesita productos que sean comercializables lo que puede estar en contraposición con el tipo de investigación que realiza la Universidad (M. Ledger, 1983, op.cit.).

## b) Cooperación Empresa - empresa

Dado el alto nivel competitivo en I y D ya no sólo a nivel empresarial sino que de países, se han intentado organizar empresas colectivas de I y D en áreas específicas, evitando costosa duplicación en la investigación y aprovechar las experiencias conjuntas.

El caso más importante es el de las 12 principales empresas de alta tecnología de los EE.UU. en computación y microelectrónica. Se concentran en el diseño y fabricación de computadoras, arquitectura para computación avanzada y tecnología de programas. Casi todas las empresas de la Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) son compañías americanas reconocidas en electrónica y computación, aunque los gigantes de la industria, American Telephone and Telegraph e IBM, no figuren entre ellos. Esta asociación de empresas tiene algunos inconvenientes desde el punto de vista del monopolio que se pudiese crear.

## 4. CUANDO ADOPTAR UNA TECNOLOGIA

En un mercado competitivo en avances tecnológicos las empresas deben decidir cuando se adopta una nueva tecnología. Esto se puede plantear desde un punto de vista propio de gestión de tecnología, aspecto que se analizará en la segunda parte de este documento, o bien, desde una óptica de funcionamiento del sistema económico como un todo y a partir de ahí buscar la explicación acerca de lo que le conviene a una determinada empresa. Este último enfoque corresponde a lo que se denomina Organización Industrial que es un área de la economía. Respecto a la adopción de nuevas tecnologías, hay algunos trabajos que se recomiendan a los estudiantes : Reinganum (1981), Sherer (1980), Rao y Rutenberg (1979), Gilbert y Harris (1984), Funderberg y Tirole (1985).

Funderberg y Tirole, centra su trabajo analizando de qué forma la estructura de mercado (Duopolio, Monopolio y Competencia), afecta la decisión de adopción de una nueva tecnología. Se analiza un mercado en el cual las firmas están decidiendo adoptar una nueva tecnología. La decisión de adoptar nuevas tecnologías se basa en una comparación ante el flujo de utilidades de adoptar una tecnología, el que se iguala al costo marginal de adoptarla más temprano.

Las observaciones relevantes de estos autores son :

- a) Un monopolista podría no adoptar inmediatamente la innovación sino que podría esperar hasta incrementar el flujo de utilidades justo hasta que iguale el costo marginal de adoptarla pronto.
- b) Si el mercado no es monopolio una parte de cada retorno individual de la firma cuando adopta una nueva tecnología es hecho a expensas de otras empresas competidoras, de modo que el retorno individual excede al retorno de la industria. Se podría esperar, entonces que el equilibrio se alcance más pronto producto de la adopción de nuevas tecnologías.
- c) Si el rezago de la información es corto, en un mercado competitivo, de modo que las firmas pueden observar y responder a las acciones de sus competidores, entonces la firma tiene un incentivo para dar prioridad a la adopción de nuevas tecnologías.
- d) En caso de duopolio, la respuesta del seguidor es continuar tras el líder de la adopción. Cuando hay más de dos firmas esta continuidad desaparece.
- e) Si la prioridad de adopción de la nueva tecnología es rentable, entonces el equilibrio de mercado implica la adopción y difusión más prematura de la tecnología nueva.

Para otros autores, críticos de la economía de la innovación, (Rosenberg, 1977; J. Suris, 1986), aseguran que no es fácil asignar fechas al invento y a la innovación así como buscar el significado económico que este intervalo de tiempo tiene; en palabras de Suris : "Si analizamos a fondo la fecha en que ocurre una invención y su primera aplicación comercial (innovación) aparecerá la enorme dificultad que esto tiene. Desde un punto de vista estrictamente técnico, la invención no nace plenamente formada; es el resultado de la incorporación sucesiva de pequeños avances técnicos, ocurridos a veces lejos del sector al que corresponde la invención. ¿Cuál de ellos es el decisivo?, ¿Qué fecha consideramos? Lo máximo que podemos hacer es referirnos a fechas en las cuales se produjo algún avance significativo. Reducir a ellas la invención es ignorar la importancia de los pequeños avances.

Un proceso semejante de crítica se refiere a la separación entre innovación y difusión. Una buena cantidad de invenciones se encuentran en un estado no comercial cuando son reconocidas por primera vez. Ejemplo de esto son los descubrimientos de los superconductores en la Física. Estas invenciones en una primera etapa no se adaptan a las necesidades de los potenciales usuarios, por lo tanto su difusión puede ser baja. Estas innovaciones deben tener modificaciones hasta que puedan estar disponibles económicamente y adaptada a las necesidades de sus potenciales usuarios.

Las razones anteriores llevan a una reflexión respecto a la separación que se hacen en los estudios económicos de las fases de I y D. Ellas están interrelacionadas y la empresa usuaria de determinada tecnología no solo considera la relación ingreso marginal-costo marginal para la elección de adoptar determinadas tecnologías. Este es un proceso que involucra otros factores; Schumpeter (1974, Vol. I, pág. 84) manifiesta "La producción de la innovación y el desarrollo de la innovación correspondiente son, económica y sociológicamente, dos cosas totalmente distintas", pero habría que agregar que deben ser analizadas y evaluadas a la hora de tomar decisiones de elección de tecnologías.

**CAPITULO VII**  
**LA GESTION TECNOLOGICA**

## CAP. VII LA GESTION TECNOLOGICA

El concepto de Planificación, Control, Dirección y Organización desarrollado en Gestión de Empresas se ha transmitido a la Gestión Tecnológica. Sin embargo, tal acoplamiento no es simple dadas las peculiaridades que tiene la investigación y desarrollo en la empresa. Pero no solo se necesita planificación de I y D sino que se debe poner especial atención a las funciones de organización, control, presupuestos y dirección. La literatura sobre estos temas está dispersa en artículos de revistas de temas de gestión generalmente referidos a empresas tecnológicamente intensivas, las cuales presentan unas características marcadamente diferentes a las empresas tradicionalmente productoras de bienes.

### 1. LA GESTION DE I y D

La Gestión de I y D, en empresas de tecnología intensiva se transforma en la Gestión de las unidades de I y D, las cuales pueden tener el carácter de Departamentos, Proyectos, Empresas o actividades. Estas unidades presentan características diferentes a la tradicional departamentalización de empresas no tecnológicamente intensivas. Se entiende para fines de este trabajo, que empresas tecnológicamente intensivas son aquellas que realizan investigación y desarrollo. Pueden existir empresas que no realizan I y D directamente, pero si pueden efectuar transferencia de tecnología, las cuales también requieren gestión un tanto diferente a las tradicionales empresas.

¿Porqué la gestión en un Departamento de I y D es diferente a otros departamentos? Una respuesta a este planteamiento nos la da W. Randle<sup>34</sup>, este autor hace referencia a una investigación que cubrió actividades de investigación y desarrollo para más de 100 compañías americanas y que abarcó a más de 3.500 científicos e ingenieros en 23 laboratorios. Los aspectos diferenciadores de las actividades de I y D son los siguientes.

34

W. Randle, "Problems of R & D Management", Harvard Business Review.

- **Rápido crecimiento en Investigación y Desarrollo.** Este crecimiento se observa en los Fondos destinados a I y D, el número de personal empleado, el número de empresas que tienen departamentos de I y D, entre otros.
- **Características diferenciadoras del personal Investigador.** Las personas que integran estos departamentos son altamente calificadas, la gran mayoría de ellas tiene uno o varios títulos académicos, son generalmente grupos jóvenes y dinámicos.
- **Impactos del Departamento de Investigación en otras Areas de la Empresa.** En estas empresas de alta tecnología, el departamento de I y D tiene mucha influencia en el resto de los departamentos. Es el departamento esencial en cuanto a la generación de nuevos productos, que lo lleva a actuar coordinadamente con las funciones de Marketing, Producción, Finanzas y Personal.
- **Creencias sobre I y D.** Existen ciertas creencias sobre I y D que a veces no son ciertas, así por ejemplo : se cree que el departamento de I y D debe seleccionar sus propios proyectos, situación no del todo cierta ya que como se vio en el punto anterior se requiere una actuación mancomunada de los departamentos de la industria. Otra creencia es que el departamento debe descentralizarse debido a que tiende a aislarse, esto puede crear problemas de comunicación.

Los principales conflictos que se crean, dadas las características especiales de estos departamentos son :

- a) El departamento de I y D, respecto a los Departamentos de Finanzas, Personal y Ventas, es el que presenta el menor porcentaje de veces en que las políticas figuran por escrito. El Director o Jefe de este Departamento es el que menos participa respecto a los otros departamentos en la determinación de políticas.

En la etapa de planificación adquiere notoriedad, de acuerdo a la investigación citada por Randle, la menor participación del Director de I y D. Una de las causas es que los resultados en I y D, son de difícil medición; por otro lado, dado el carácter aleatorio de los fondos invertidos en I y D existe la probabilidad de no obtener rentabilidad, dificultando aún más de evaluación y medición del desempeño.

- b) Problemas de comunicación entre Gerente General y Jefe de Unidades de I y D. Este problema se puede crear debido a que el Gerente General puede no tener formación tecnológica y por el otro lado se puede encontrar con un jefe de la Unidad de I y D, el cual es un científico. Otro problema de incomunicación puede ser la incomprensión de los fracasos temporales en I y D por parte del Gerente General.
- c) Incapacidad del director de I y D para establecer una organización interna adecuada. En esta función se debe tener claridad respecto a la verdadera motivación de los componentes de este departamento para establecer un sistema de promoción interna, supervisión y coordinación. Estos últimos factores son básicos para obtener buenos resultados en I y D. Dadas las características del personal que forma I y D, puede a veces ser difícil de encontrar a un buen jefe con buena capacidad de gestión y que a la vez sea un buen investigador.

## 2. PLANIFICACION ESTRATEGICA DE I Y D

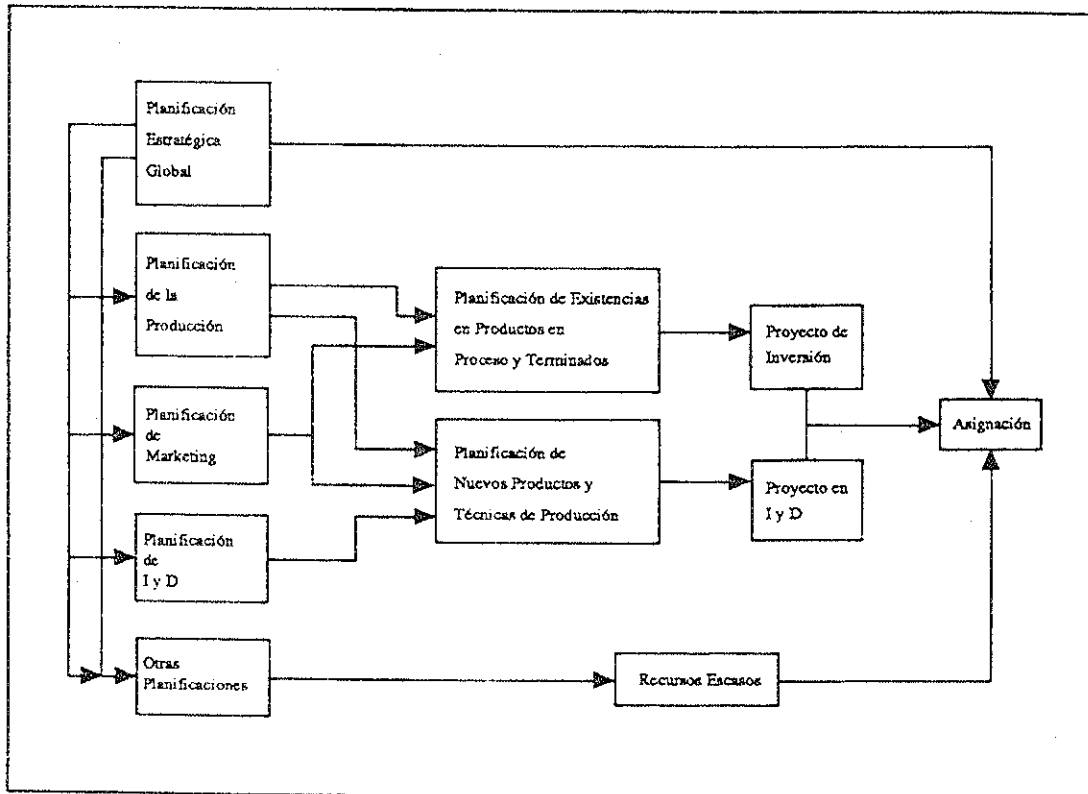
Pareciera que la actividad de I y D por su creatividad no debiera planificarse ya que ésta pudiere restringir la capacidad de innovación al ponerle unas marcas a veces rígidas como son las pautas y normas de planificación. Es defendible la posición, desde un punto de vista propio de gestión, que la planificación en todas las actividades de la empresa es necesaria y es un proceso que inicia y realimenta el proceso de gestión. ¿Qué podría, pues, eximir a las actividades de I y D, de ser objeto de un programa? No existen razones de fondo que pudieren impedir los pasos o etapas de la planificación. A través de estas se puede conocer el medio ambiente tecnológico, sus realidades presentes y probables tendencias, así como las actitudes global de la empresa frente a I y D. Resulta obvio que el proceso de planificación de las otras funciones de la empresa, pero se debe señalar que ésta no puede ser separada de las actividades de planificación de las otras actividades de la empresa.

La Figura N° 7.1 muestra el proceso general de planificación de una empresa. Se han puesto los planes más comúnmente usado. Existen otros procesos de planificación no señalados, como es el caso de Planificación de Recursos Humanos; Planificación de Abastecimiento, los cuales se pueden agregar al primer nivel básico. En esta figura se observa que la empresa, para fines de planificación y obviamente de gestión, es un todo, un sistema integrado que



es quizás la principal razón que justifique la planificación en las actividades I y D; mirado por el lado contrario, es decir, planificar todo menos I y D

Figura N° 7.1. Planificación de la Investigación y Planificación Global



Fuente : Th. Bewelmans, Long Range Planning, Vol. 12, N° 2, Abril 1979.

(debido a las dificultades que esto pudiere originar a la creatividad, resulta evidente que sería una actividad que no estaría en sintonía con el resto de las funciones. En tal situación ¿Cómo se podrían asignar recursos a I y D? Sería un proceso de residuos, es decir, asignar a I y D todo lo que sobra del resto de las actividades, sin embargo, las otras actividades necesitan de I y D como insumo, así por ejemplo, la etapa de planificación de nuevos productos y técnicas de producción, tal como se ve en figura 1, requiere de I y D.

Para formular los proyectos de I y D, se requiere como insumo administrativo la planificación de I y D, la Planificación de Producción y la Planificación en Marketing. En la etapa posterior de asignación de recursos escasos se debe determinar el presupuesto, separándolo en actividades de proyectos de Inversión y en Proyectos de I y D. Estas actividades compiten por la captación de los recursos limitados disponibles. Como un ejercicio mental, se

podría eliminar dentro del plan estratégico global, la planificación de I y D, quedando la figura para el caso de empresas que no realizan I y D. En este caso ¿cómo podríamos asignar el presupuesto global, cuando efectivamente una empresa realice I y D? Sería una respuesta operativamente complicada y confusa, aunque hay que señalar que en gestión empresarial, no existen modelos de administración generales aplicables como un estándar; pudiese ser que en una primera etapa de la creación de la actividad de I y D no se desarrollará el proceso señalado en figura N°7.1 en tal caso se puede formular un plan muy global que no requiera de las etapas técnicas de planificación que se realiza en otra empresa que ya tenga historia en I y D. Se trata, pues de dos situaciones diferentes. Un departamento y por lo tanto las actividades de I y D que recién se crean tienen todas las complejidades que esta tarea requiere, siendo así aún más difícil planificar por la falta de experiencia de la empresa en I y D. Es una actividad que requiere de apoyo y estímulos para desarrollar I y D necesita además crear un espíritu de cuerpo, aspectos todos diferentes al caso de empresa con experiencia en I y D. A pesar de las complejidades de este tipo de empresa, no se exime la posibilidad de fijar planes, estos se deben plantear, pero con flexibilidad en ciertas tareas.

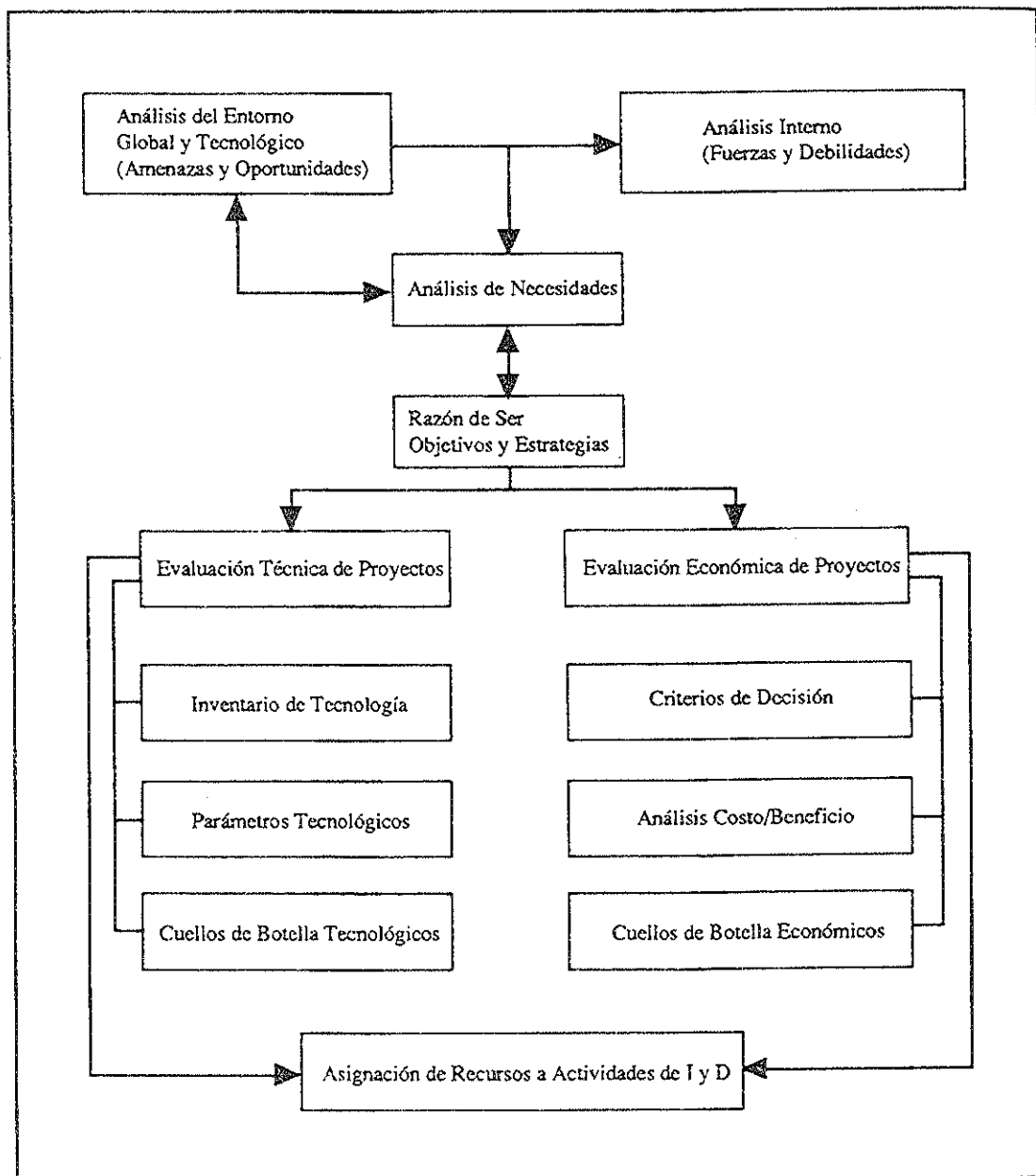
Las etapas de planificación en las otras actividades mostradas en figura N°7.1 no difieren grandemente de las empresas que no realizan I y D, de allí que en este capítulo no se hará mayor cuestión sobre ellos, y se recomienda leer los textos tradicionales en Administración de Negocios.

Se puede establecer un paralelo entre el concepto y proceso de Planificación Estratégica de Empresas y su aplicación al concepto de estrategia en I y D. En el campo de la I y D, existe un entorno tecnológico, el cual presenta amenazas y oportunidades para su desarrollo y por otro lado la empresa presenta fuerzas y debilidades frente a la I y D. De la intersección de estos dos aspectos (entorno-tecnología) se puede desarrollar una estrategia cuya área de actividad sería la selección tecnología/Producto, en vez de Producto/Mercado como sería el caso de la estrategia empresarial global. En figura N° 7.2 se muestran las fases de la planificación estratégica aplicada a I y D.

En la figura N° 7.2 se presenta el esquema global de planificación estratégica de una empresa intensiva en tecnología. Los aspectos relevantes son casi análogos a un proceso de planificación estratégica de una empresa no necesariamente intensiva en tecnología.

El análisis de entorno tecnológico permite tener una idea global respecto al

Figura N° 7.2. Procesos de Planificación Estratégica de I y D



Fuente : Th. Bewelmans, op. cit.

futuro de las empresas, permitiendo definir escenarios futuros probables de actuación de la industria. Definido el escenario de entorno, corresponde

analizar con qué capacidades internas se cuenta en investigación y desarrollo para enfrentar los posibles escenarios.

Con la claridad que puede aportar el entorno tecnológico y las capacidades internas de la empresa se puede plantear la razón de ser tecnológica. Pero paralelo a la confrontación del aspecto interno con el externo se obtendrá la determinación de necesidades para hacer frente a posibles nuevos escenarios. Estos aspectos condicionan la razón de ser de la empresa y a la vez permiten determinar el gran objetivo estratégico - tecnológico.

El plan estratégico tecnológico con sus escenarios y objetivos definidos debe estar relacionado internamente y externamente con el plan estratégico global de la empresa. Internamente se refiere a que en su concepción lleva incorporada todas las características de la empresa y externamente porque debe tener los canales de comunicación y ensamblamiento con el plan global de la empresa.

Una vez que se ha definido el futuro a través del plan estratégico global se deben formular planes tácticos que abarquen objetivos concretos para posteriormente asignar los recursos a I y D. Tal como se aprecia en la figura 7.2 hay dos etapas que pudiesen ser paralelas. Estas son la Evaluación Técnica de Proyectos y la Evaluación Económica de Proyectos. La Evaluación Técnica comprende algunas etapas tales como : conocimiento del inventario de tecnologías existentes; definición de parámetros tecnológicos que pueden servir para describir tendencias tecnológicas y por último el análisis de cuellos de botellas tecnológicos, la que se sugiere sea determinada a través de la diferencia entre el valor deseado del desarrollo tecnológico más grande y de los más altos esfuerzos de investigación.

Respecto a la Evaluación Económica de Proyectos, ésta comprende : la definición de criterios de decisión que serán adoptados; la determinación de ratios económicos (Beneficio-Costos; Valor actual neto, etc.), y por último los cuellos de botella económicos a través de un inventario de lo que se quiere hacer y qué personas son deseables para llevar adelante el proyecto.

Como resultado de la Evaluación Técnica y Económica se establecen los planes operativos que se transforman en el desarrollo de presupuestos y la asignación de recursos. Sin embargo, el proceso anteriormente señalado que parece muy simple de efectuar en la práctica no lo es así. En muchos casos es imposible indicar al principio del proyecto de I y D cuáles serán los beneficios

y los costos involucrados. Los modelos de asignación de recursos pueden diferir dependiendo de la etapa de la investigación. Las complicaciones principales de definición de modelos de asignación de recursos son las siguientes :

- Dificultad de hacer análisis cuantitativo debido a que los proyectos de investigación aplicada son de largo plazo lo que lleva implícito mucho riesgo en el cálculo de probables costos y beneficios.
- Difícil identificación de objetivos debido al amplio espectro que puede tener la investigación y a los resultados inesperados que se pudieren conseguir y que pudieren alterar los objetivos previamente presentados.

En resumen, se presentan aspectos que revelan que el proceso de planificación en I y D no es fácil de llevar y sus soluciones no son del todo generalizable, cada organización tiene su propio estilo de gestión, pero los pasos señalados en las páginas anteriores tienen la ventaja de ser metodológicos y se pueden aplicar en los diferentes tipos de organización, pero solo como un esquema global de análisis.

### **3. FACTORES QUE DEBEN SER CONSIDERADOS EN LA DETERMINACION DE ESTRATEGIAS**

- a) **Sector Industrial en el que se mueve la industria.** Se debe estudiar el posicionamiento del producto de la empresa respecto al resto de productos de la industria. Una forma de efectuar este análisis es elaborar una matriz en que por el eje de ordenadas se presenta el origen del producto por funciones. Esto significa que se pueden agrupar por I y D, Producción, Marketing. En el eje de abscisas se presenta la dificultad en el desarrollo del producto clasificado en alto, mediano y bajo. Lo anterior significa que pueden existir productos en que sus ventas dependen de tareas de I y D; puede ocurrir que otras empresas tengan una alta dificultad en el desarrollo de productos y que estén basados en estrategias anteriores de I y D. Esto implica que estos productos podrían necesitar de mayores gastos de I y D para obtener buenos resultados. Las intersecciones de las distintas opciones pueden generar estrategias diferentes de desarrollo de productos.
- b) **Previsión del entorno tecnológico.** Los objetivos de las previsiones del entorno tecnológico son captar las tecnologías de la competencia, las probables tendencias del mercado presente y traducirlas en amenazas y

oportunidades. Sin embargo, la previsión tecnológica no es del todo fácil. En las próximas páginas se analizarán algunos métodos de previsión tecnológica.

- c) **Determinación de probables ciclos de vida de la tecnología.** La tecnología, al igual que el caso de productos, tiene ciclos que condicionan los costos del proceso tecnológico y obviamente de los productos, aspectos que a su vez influyen sobre las estrategias en I y D.
- d) **Análisis de Capacidades Internas.** Esto requiere conocer lo que hoy se tiene en I y D y lo que se necesita en el futuro para enfrentar I y D. El análisis de las capacidades internas permite orientar la empresa respecto a sus fuerzas y debilidades tecnológicas. Metodológicamente este punto puede enfrentarse planteándose cuestionarios acerca de diferentes aspectos como : Costos en I y D, Análisis de Posicionamiento y Naturaleza de los Consumidores; el Tamaño y Estructura de Mercados; Políticas de Precios; Costos de Marketing, Costos de Producción, Recursos Humanos, Mercados Financieros, Estructuras Financieras Internas, etc. (Bemelmans, 1979).

#### **4. TIPOS DE ESTRATEGIAS QUE SE PUEDEN ADOPTAR EN I y D**

Existe un conjunto de estrategias que se pueden aplicar en I y D; éstas pueden ir desde estrategias más agresivas a las más conservadoras. Se pueden señalar las siguiente :

- a) **Estrategia ofensiva en investigación,** que es propia de empresas multinacionales y que desean ser líderes en el mercado. Esta estrategia requiere de fuertes sumas de dinero destinadas a I y D. Es propia de empresas que se encuentran en la frontera de la tecnología y en consecuencia son empresas líderes en tecnología.
- b) **Estrategia defensiva de innovación.** Esta es propia de empresas más pequeñas; puede ser una estrategia adecuada de aquellas que realizan innovaciones incrementales. Esta estrategia, a pesar de ser defensiva, requiere estar al día en los avances de investigación y desarrollo y el desembolso de dinero no es tan elevado como el caso de la estrategia anterior; esta última característica la puede presentar como una opción atractiva para países en desarrollo.

- c) Estrategia de compra de Licencia. Es también una estrategia del tipo defensivo y es aplicada por empresas que están alejadas geográficamente de los principales centros que realizan I y D. La desventaja principal de esta estrategia es que se crea un grado de dependencia de la empresa que compra la Licencia, asumiendo un riesgo de no poder seguir avanzando en la competencia cuando aparezcan innovaciones en los productos que poseen la licencia.
- d) Estrategia seguidor del Líder. Esta estrategia es aplicada por empresas medianas y consiste en buscar los espacios que dejan las grandes empresas y ocupar esos segmentos. Es una estrategia que requiere un grado de I y D más desarrollado que una estrategia defensiva y obliga a estar captando constantemente las señales que emite el entorno tecnológico para optar por planes contingentes ante posibles cambios de estrategia de los líderes.
- e) Estrategia de formación de grupos internas de I y D, o bien contratación externa.

## 5. EL CONTROL DE LOS GASTOS EN I y D

En las páginas anteriores se han planteado ciertas dificultades en la formulación del plan de I y D; estas desventajas dificultan la etapa de control en los gastos de I y D; los problemas para el control de gastos en I y D se pueden agrupar en los siguientes : (J. Dearden, 1976).

- a) Dificil medición cuantitativa de los resultados. Ya se sabe que el resultado de I y D puede tener productos no tangibles y difíciles de valorar, por ejemplo : patentes, productos nuevos, pequeñas innovaciones, etc. Esto dificulta la etapa de control, porque cuando se planteó el plan de I y D no se sabía cual sería el resultado.
- b) No se sabe el tiempo en que los investigadores conseguirán resultados, este puede ser en corto plazo (a veces fortuitos) o en el largo plazo. Esta situación hace que los gastos necesarios para realizar I y D, si se hace por ejemplo un presupuesto anual, no tengan relación con el producto obtenido por la labor de I y D en ese año. Pudiese ocurrir que el resultado obtenido por I y D sea una consecuencia de la labor de I y D en ese año. Pudiese ocurrir que el resultado obtenido por I y D sea una consecuencia

de la labor realizada en años anteriores y sea difícil identificar el gasto en I y D con el producto cuando se tienen organizaciones del tipo matricial.

- c) A pesar que se pudiesen determinar los resultados de la I y D, es a veces muy difícil poder evaluarlos.
- d) Es difícil establecer medidas de eficiencia, del tipo insumo/resultado.

Lo anterior lleva a que la planificación de I y D por tanto el control no sean iguales a los productos normales de la empresa no intensiva en tecnología. El presupuesto de I y D más que servir como medio de control es un medio de participación.

- e) Objetivos no homogéneos entre ejecutivos de I y D y empresa. Dadas las características de los ejecutivos de I y D, generalmente científicas, estos no siempre coinciden en cuanto a su motivación personal y con el objetivo de la empresa. El primero buscar investigar nuevos productos, a veces obviando la medida beneficio/costo, la segunda busca la maximización del beneficio. Esto puede crear conflictos a la hora de evaluar el resultado ya que los objetivos implícitos de ambas pueden ser no congruentes.
- f) Desde el punto de vista del plazo de control, generalmente un año, el presupuesto de I y D no es una buena herramienta de control. En general el monto de I y D, debe considerarse como una inversión cuyos resultados se pueden tener efectos en el largo plazo.

Como técnica de control de gastos de I y D, J. Dearden (op. cit. pág. 288), propone que dado la inutilidad del presupuesto anual para estos gastos se use un Plan a largo plazo donde se detalle la cifra que se va a invertir en I y D durante los próximos años, así como proyectar el destino del gasto y evaluar la efectividad (nótese efectividad y no eficiencia) del grupo investigador. Este plan de largo plazo puede tener dos objetivos :

- Servir como una guía para la aprobación de proyectos específicos los cuales tienen un fin concreto.
- Servir como guía para la aprobación del presupuesto anual.

A través de este esquema se enlaza el presupuesto global de la empresa con las actividades en I y D y la posterior asignación de recursos.



**Caso de Proyectos Específicos.** Aquí se propone que la gerencia controle la **orientación del gasto**, de tal manera que cada vez que se pida mayores gastos para el proyecto o se inicie uno nuevo lo que se controla es si el monto asignado va efectivamente a ser usado en el proyecto específico. Cada proyecto que se presenta debe formularse con un presupuesto, de tal forma que cuando la gerencia o bien los comités de gerencia encargada de proyectos tengan que resolver sobre montos asignados, se comparen estos montos con el presupuesto. De esta forma se controla indirectamente el valor gastado en I y D. Se controlan, pues, dos cosas : la orientación del gasto, es decir, si el dinero se está gastando en el proyecto específico y a la vez se obliga a un autocontrol de los grupos en I y D, ya que los encargados del proyecto, al pedir autorizaciones para nuevas asignaciones deben superar las instancias superiores de la empresa para conseguir nuevos recursos.

Por otro lado, se ejerce un tercer control ya que se puede comparar el costo real por proyecto con el costo presupuestado, lo que sirve para mejorar las nuevas previsiones. Esto no significa que de la comparación entre lo real y presupuestado se pretende medir eficiencia ya que el producto conseguido en I y D no es necesariamente anual; para el caso que la medida (costo real/costo estimado) es una medida de eficiencia porque para el costo estimado se determina un resultado específico, por ejemplo, un cierto volumen de ventas en el año. En el caso de I y D, ese resultado específico no se puede asociar a un período específico.

### **Presupuestos anuales**

El presupuesto anual de la empresa es el resumen de ingresos y costos desembolsables de todas las actividades de la empresa. Si existe un plan de I y D a largo plazo, éste debe tener los valores estimativos que se necesitarán cada año, de aquí es que si se logran identificar los desembolsos de los proyectos de I y D en cada año, es fácil traspasar los planes del largo plazo a presupuestos anuales. Esto permite a la gerencia tener una visión global de la influencia de los gastos en I y D dentro de la asignación global empresarial. Por otro lado permite ir controlando indirectamente a los encargados de I y D en el avance, al menos en los costos, de los programas de I y D.

El planteamiento de presupuestos anuales requiere también por parte de la unidad de I y D, preparar informes de los gastos reales anuales los que deben ser confrontados con los presupuestos, pero como se planteó en el punto anterior no para medir eficiencia, sino que para ayudar a los ejecutivos en la

planificación de gastos y a la vez le permita a la gerencia analizar si los gastos se están usando en los programas previstos. También se deben preparar informes técnicos, especialmente para el caso de proyectos específicos, para detectar desviaciones del proyecto original, para replantearse o terminar proyectos en los que no se vislumbran resultados positivos. Estos informes tienen destinatarios que pueden ser diferentes, lo que dependerá del grado de organización de la empresa así como de los sistemas de dirección empresarial que existan ya sean del estilo autoritario o democrático. Estos informes constituyen la base de retroalimentación del sistema de gestión, ya que permiten evaluar al menos los grados de avance, de las inversiones en I y D.

## **6. EL PROCESO DECISIONAL DE INVERSION EN I y D**

La toma de decisiones en I y D es un proceso que está íntimamente relacionado con el proceso de planificación y control al igual como lo es para todas las áreas funcionales de la empresa. Por esta razón el modelo decisional en I y D no es diferente al modelo decisional general de la empresa.

En figura N° 7.3 se reproduce un esquema que engloba el proceso decisional en I y D dentro del contexto de la empresa. Se pueden distinguir dos tipos de decisiones, la primera es de carácter estratégico. Se refiere a la definición estratégica que significa tomar una decisión acerca del objetivo global y elección de las opciones estratégicas que se le han presentado a la empresa.

Para llegar a esta decisión se deben considerar aspectos tanto internos de la empresa como externos a ella, tal como se mencionó en las primeras páginas de este capítulo y que en la figura 7.3 está representada en la parte superior.

El segundo tipo de decisión que se observa en figura N° 7.3 es de carácter más operativo y se refiere a la definición de proyectos y programas que servirán para el cumplimiento del objetivo estratégico. Estas decisiones, así como la evaluación de proyectos obliga a una formulación tanto técnica como económica de los proyectos que se decidan impulsar. De igual forma dentro de las decisiones operativas se debe formular los programas de I y D.

Un tercer nivel decisional planteado en la figura 7.3 se refiere a los aspectos de rutina propios de la ejecución de los programas de I y D.

El esquema expuesto no se debe tomar como una norma estándar del proceso decisional en I y D. Cada empresa puede esbozar su propio modelo

decisional, sin embargo, el modelo presentado tiene coherencia y por tanto puede ser un buen esquema metodológico del proceso de toma de decisiones y en ese marco se ha planteado en este capítulo.

Figura Nº 7.3

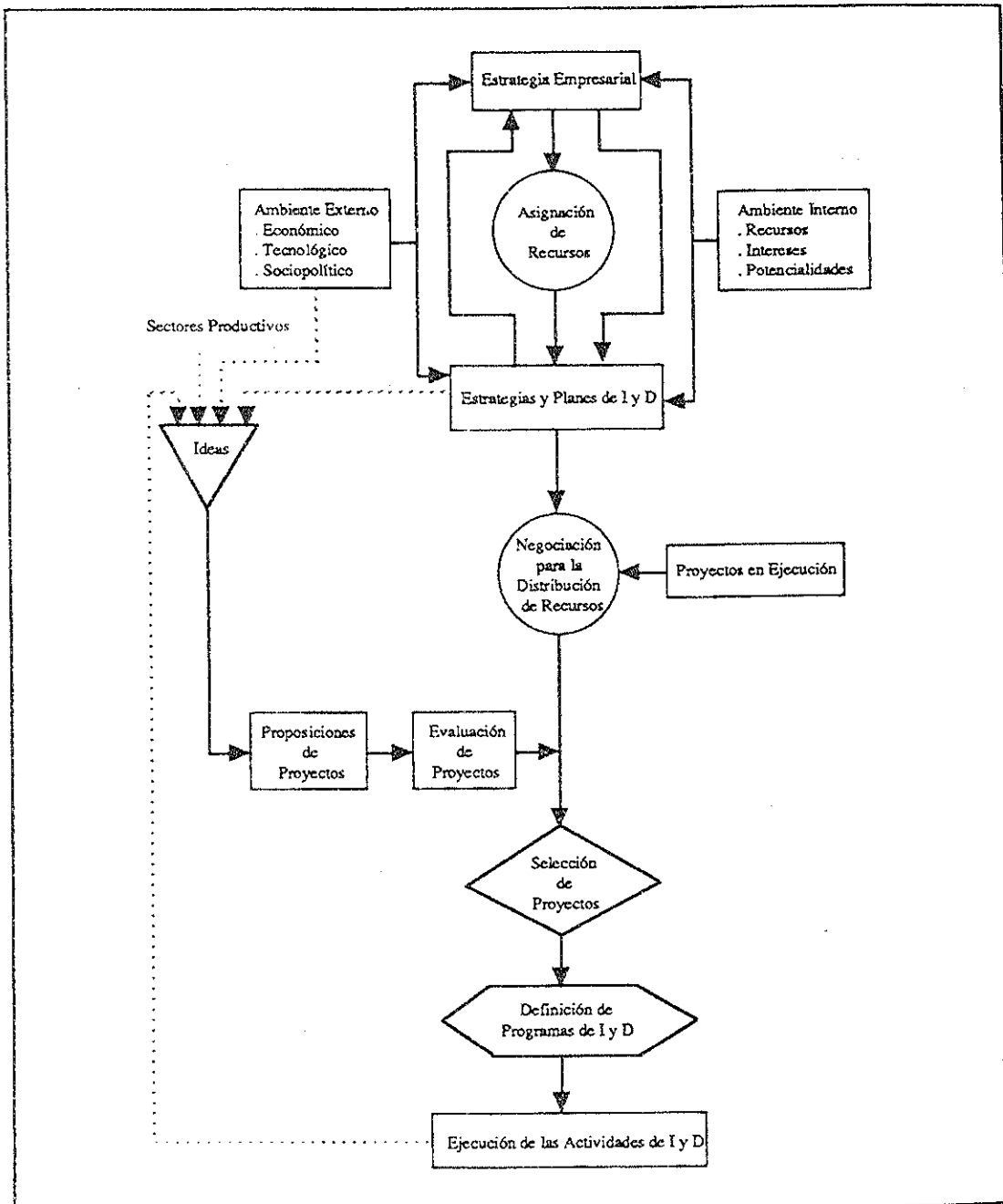


Gráfico de Proceso Decisional de inversión en I y D

Fuente : "Curso de Gestión Tecnológica", publicado por CINDA, Santiago, 1981.

**CAPITULO VIII**

**EL COMERCIO INTERNACIONAL  
Y LA INNOVACION TECNOLOGICA**

## CAP. VIII EL COMERCIO INTERNACIONAL Y LA INNOVACION TECNOLOGICA

En este capítulo se explica la influencia del desarrollo tecnológico en el comercio internacional. Para ello se hará una breve reseña de la evolución histórica de la teoría del comercio internacional. Esta reseña solo tiene fines explicativos para relacionarlo con la tesis de la innovación y su influencia en el comercio internacional, por esta razón se recomienda leer a J. Schumpeter, "Historia del Análisis Económico" (1984), en lo referente a la historia inicial de las teorías económicas de comercio internacional.

### 1. DE LOS MERCANTILISTAS A LOS CLASICOS

Los primeros progresos analíticos acerca de la formulación de una teoría sobre el comercio internacional fueron elaborados por algunos autores mercantilistas del siglo XVII. Así, por ejemplo, Child (1630-1699), "infirió de su teoría del dinero la consecuencia de que el dinero, por ser una mercancía igual que el vino, el aceite, el tabaco, el vestido o las materias primas, se puede a menudo exportar en beneficio de la nación, igual que cualquier otra "mercancía", (Schumpeter, op. cit. pág. 415). Esta teoría lleva a formular corolarios de que ya no es necesaria la exportación ni importación de oro y plata y que su incorporación (importación) no añade a una nación más riqueza que la importación de materias primas. Estas proposiciones y otras de autores mercantilistas empiezan a dar nacimiento a las ideas de comercio internacional. La idea central del pensamiento mercantilista giró alrededor de la proposición de que una nación se beneficia con el comercio internacional solo cuando tiene un saldo favorable en su balanza comercial.

El planteamiento mercantilista implicaba exportar productos caros, esencialmente productos manufacturados e importar productos baratos, aumentando el saldo de la balanza comercial, lo que permitía generar nuevos medios de pago (se usaba un sistema monetario basado en padrón oro, plata o en ambos metales preciosos), con esto se incrementa la demanda agregada.

La posición mercantilista empieza a tener contradictores en la Teoría clásica y uno de ellos fue Adam Smith, quien en su obra "La riqueza de las Naciones", planteaba sus ideas acerca del comercio internacional. Postulaba, A. Smith, amplia libertad en el campo del comercio internacional, proponiendo que cada

país produjese un bien determinado cuando su costo absoluto<sup>35</sup> interno de producción fuese más bajo que el del producto extranjero, a la vez sostenía que resultaba absurdo luchar contra las pequeñas ventajas de los países sean éstas naturales o adquiridas.

El economista David Ricardo (1817) plantea la teoría de las ventajas relativas en el comercio internacional. En este sentido postula que las decisiones de importar y exportar dependían de los costos comparativos de producción de cada producto para países específicos. El costo relativo se medía en unidades de trabajo, es decir, horas hombres. Se calculaba, pues, el costo de producción por hora hombre y no el costo de producción unitario global (costo absoluto) como la planteaba A. Smith. En la teoría de las ventajas comparativas se postulaba que cada país tiene características propias, ya sean naturales o adquiridas que hacen que sus costos comparativos relativos sean más bajos que en un país que no posea esas ventajas comparativas. Para que se den las condiciones de D. Ricardo, se necesita formular algunos supuestos, a saber :

- a) En cada país tanto el trabajo como los otros costos de producción sean usados en proporciones fijas.
- b) Se produce en rendimientos constantes de escala.
- c) El trabajo es homogéneo, o que se pueda comparar en unidades homogéneas.
- d) Hay perfecta movilidad de la mano de obra en cada país así como competencia entre los trabajadores de un mismo país.
- e) Los precios de oferta de los productos deben ser proporcionales a los costos en base a unidades de tiempo de trabajo dentro de cada país.

<sup>35</sup> El término "absoluto" no está literal tomado del texto original. En este sentido y al revés de D. Ricardo, se podría decir que A. Smith se refería a las ventajas "ventajas absolutas".

El siguiente ejemplo (R. French-Davis, 1979, pág. 27) <sup>36</sup> sirve para explicar los conceptos usados por A. Smith y D. Ricardo. Sean dos países A y B que producen dos artículos Pan y Vino, los datos son :

	País A	País B
a) Horas hombres necesarias para producir una unidad  1. Pan 2. Vino	  100 120	  90 80
b) Producción por cada mil horas-hombre  3. Pan 4. Vino	  10 8,3	  11,1 12,5
c) Costos comparativos  (4) : (3) = (1) : (2)	  0,83	  1,13

Ambos bienes, Pan y Vino, tienen un costo absoluto, expresado en horas - hombre necesarios para producir una unidad, más bajo en el país B. De acuerdo con A. Smith sería el país B el que produce los dos artículos ya que sus costos absolutos son más bajos que producirlos en el país A, y si se produce el comercio internacional, entonces el país A tendría una balanza comercial deficitaria.

Pero según lo planteado por D. Ricardo, lo que interesa es el costo relativo medido por la producción por un total de mil horas. Entonces los costos relativos del pan y vino son más baratos en A que en B; esto se debería a que el país A tiene ciertas ventajas comparativas que hace que los productos sean más eficientemente producidos en A.

<sup>36</sup> Ricardo French - Davis, "Economía Internacional, Teorías y Políticas para el desarrollo", Fondo de Cultura Económica, México, 1979.

Con la información anterior se puede calcular el costo comparativo de ambos países. Se ve que en el país A por cada una unidad de pan se produce 0,83 unidades de vino y en el país B por cada una unidad de pan se produce 1,13 unidades de vino. Por lo tanto el precio relativo del pan es más barato en A que en B, esto llevaría que el país A pueda intercambiar una unidad de pan por 1,13 unidades de vino del país B, y sacrifica 0,83 unidades de ese artículo y cuando saca de la actividad de producción una unidad de pan. Entonces a A le conviene producir pan e importar vino. Lo contrario hace el país B.

Para estudiar con más detalle este punto y dado que no es el objetivo de este capítulo, se sugiere leer R. French-Davis, Op. cit.; J. Schumpeter, op. cit., P.T. Ellsworth en Comercio Internacional, Fondo de Cultura Económico 1962, entre otros.

## 2.- LOS NEOCLASICOS

En una etapa posterior del análisis de la teoría del comercio internacional se plantearán otras formulaciones como la teoría de los costos de oportunidad (Gottfried Haberler, 1936) y que consiste en expresar el valor de un bien en función de los factores de producción que se han dejado de utilizar por producir otros bienes en otros sectores de la economía, en palabras simples es el costo de lo no producido por haber optado por otra alternativa. Esta teoría se ha usado posteriormente para explicar las inversiones y sus criterios de evaluación. Sin embargo, al igual que las teorías de los clásicos, esta última descansa sobre unos supuestos muy estrictos y difíciles de relajar para explicar la realidad del comercio internacional, lo que motiva al estudio y desarrollo de nuevas teorías. Dentro de este contexto se debe mencionar a autores como W. Leontief (1933), Samuelson (1938).<sup>37</sup>

37

P. Samuelson, "Welfare Economics and International Trade", American Economic Review, Junio 1938; "Gains from International Trade", Canadian Journal of Economics, May 1939. V. Leontief "The Use of Indifference Curves in the Analysis of Foreign Trade", A. Journal of Economic, 1933.



Con la información anterior se puede calcular el costo comparativo de ambos países. Se ve que en el país A por cada una unidad de pan se produce 0,83 unidades de vino y en el país B por cada una unidad de pan se produce 1,13 unidades de vino. Por lo tanto el precio relativo del pan es más barato en A que en B, esto llevaría que el país A pueda intercambiar una unidad de pan por 1,13 unidades de vino del país B, y sacrifica 0,83 unidades de ese artículo y cuando saca de la actividad de producción una unidad de pan. Entonces a A le conviene producir pan e importar vino. Lo contrario hace el país B.

Para estudiar con más detalle este punto y dado que no es el objetivo de este capítulo, se sugiere leer R. Ffrench-Davis, Op. cit.; J. Schumpeter, op. cit., P.T. Ellsworth en Comercio Internacional, Fondo de Cultura Económico 1962, entre otros.

## 2.- LOS NEOCLASICOS

En una etapa posterior del análisis de la teoría del comercio internacional se plantearán otras formulaciones como la teoría de los costos de oportunidad (Gottfried Haberler, 1936) y que consiste en expresar el valor de un bien en función de los factores de producción que se han dejado de utilizar por producir otros bienes en otros sectores de la economía, en palabras simples es el costo de lo no producido por haber optado por otra alternativa. Esta teoría se ha usado posteriormente para explicar las inversiones y sus criterios de evaluación. Sin embargo, al igual que las teorías de los clásicos, esta última descansa sobre unos supuestos muy estrictos y difíciles de relajar para explicar la realidad del comercio internacional, lo que motiva al estudio y desarrollo de nuevas teorías. Dentro de este contexto se debe mencionar a autores como W. Leontief (1933), Samuelson (1938).<sup>37</sup>

<sup>37</sup>

P. Samuelson, "Welfare Economics and International Trade", American Economic Review, Junio 1938; "Gains from International Trade", Canadian Journal of Economics, May 1939. V. Leontief "The Use of Indifference Curves in the Analysis of Foreign Trade", A. Journal of Economic, 1933.

Sin embargo, los autores clásicos dentro de la teoría del comercio internacional son los economistas suecos Eli Hechkscher (1919) y Bertil Ohlin (1933) cuyos estudios tenían por objeto mostrar que las diferencias de costos entre países se debe a la abundancia o escasez relativa de los factores de producción. Estas teorías, al igual que toda la teoría económica, tiene unos supuestos restrictivos los cuales se pueden resumir en lo siguiente:

- a) Funciones de producción homogéneas de grado uno e iguales para cada producto en ambos países.
- b) Competencia perfecta, pleno empleo, movilidad factorial y no existencia de costos de transporte.
- c) Factores homogéneos en ambos países, o que se pueden expresar en función de unidades homogéneas.
- d) Existencia de dos bienes, dos factores de producción y dos países o grupos de países.

La idea central de estos autores es que un país exporta los bienes en cuya producción se utilizan en forma intensiva los recursos relativamente abundantes e importa aquellos bienes que utilizan intensivamente sus factores relativamente escasos. Lo anterior significa que aquellos factores que se tienen en abundancia son más baratos, por lo tanto producir artículos con estos factores lleva a que sus costos monetarios sean bajos y si son inferiores al de otro país entonces puede exportar este bien ya que al otro país le sale más caro producirlo porque tiene los mismos factores de producción que son relativamente escasos y por lo tanto más caros. De lo anterior se deducen dos elementos :

- El costo monetario de un producto depende de los precios relativos de los factores de producción.
- Los precios de los factores de producción dependen de la abundancia o escasez relativa de ellos.

Un estudio que también es un clásico en la economía internacional es el que se refiere a la "Paradoxa de Leontief" (1954) <sup>38</sup>. En un estudio empírico realizado por W. Leontief se analizó la intensidad del uso de los factores de intercambio comercial de EE.UU. y encontró que este país estaba exportando bienes intensivos en mano de obra. Esta situación era contradictoria con la visión que se tenía de que EE.UU. es un país que poseía factor capital relativamente más alto que otros países y en consecuencia debería haber exportado bienes intensivos en capital y no en mano de obra, que fue el resultado de Leontief. Se contradecía, pues la teoría que hasta ese momento era aceptada y de ahí el nombre de Paradoxa de Leontief.

### 3. LA INNOVACION COMO FACTOR EXPLICATIVO DEL COMERCIO INTERNACIONAL

A partir de los sesenta se desarrollan nuevos avances teóricos que permiten conocer algunos factores, no mencionados en los enfoques anteriores, que explican el intercambio entre países. Así se considera a la mano de obra especializada y los recursos naturales de cada país como factores influyentes en el comercio internacional (D. Kessing, 1966); se explicita la diferenciación de productos y su efecto en el comercio internacional a través de la Teoría de las semejanzas en las preferencias (S. Linder, 1961).

Todos los enfoques anteriores no consideraban explícita y conceptualmente al factor tecnológico como un componente relevante en el desarrollo del comercio internacional. Ha sido R. Vernon (1966) <sup>39</sup> quien ha planteado un nuevo enfoque formulando su tesis del Ciclo del Producto y su influencia en el comercio internacional. Este autor concede gran importancia al gasto que se realiza en I y D, como elemento explicativo del comercio internacional. Hay que hacer notar que la tesis de R. Vernon, fue formulada para explicar el comercio internacional de EE.UU. así como la inversión que éste realiza, y no hay que perder de vista este enfoque particular para explicar la situación de EE.UU. Sin embargo, el razonamiento lógico, y con cierto sentido común, ha hecho que este planteamiento adquiera relevancia y sea citado en todos los

<sup>38</sup> Wassily Leontief : "Domestic Production and Foreign Trade : the American Capital Position Re - Examined ", *Economía Internazionale*, Febrero 1954.

<sup>39</sup> R. Vernon, "International Investment and International Trade in the Product Cycle". *Quarterly Journal of Economics*, Mayo 1966.

---

textos sobre comercio internacional. Como el objetivo de este capítulo es explicar la innovación en sus facetas económicas, se analizará a continuación la teoría de R. Vernon. Los puntos de esta tesis son :

a) Localización de Productos

Se postula que el conocimiento científico es una variable independiente en las decisiones de intercambio. Por otro lado, se sostiene que aunque exista igual acceso a los conocimientos científicos en todos los países desarrollados esto no significa que exista igual probabilidad de aplicación de estos conocimientos en la generación de nuevos productos. Existe normalmente un desfase en el tiempo entre el conocimiento de un principio científico y la incorporación de ese principio a un producto comercializable.

El hecho de que la investigación por el conocimiento sea una parte inseparable del proceso de toma de decisiones y la relativa facilidad del acceso a los conocimientos pueden alterar el resultado de las decisiones. Esto lleva a que los productores estudien muy bien la localización de sus productos y elijan los mercados adecuados debido al riesgo que enfrentan, obliga a los productores a ser más cautos en el lanzamiento e introducción de nuevos productos.

La tesis de R. Vernon es que el mercado de EE.UU. ofrece condiciones que permiten tener mayor seguridad que otros mercados para el lanzamiento de productos. Las características del mercado de EE.UU. son:

- 1) Tiene consumidores con alto promedio de ingresos y
- 2) Se caracteriza por alto costo de la mano de obra y por una relativa ilimitada cantidad de capital con respecto a otros mercados comparables con el americano.

De acuerdo con lo anterior los productores norteamericanos están dispuestos a ser los primeros en buscar en su país oportunidades de nuevos negocios en productos destinados a los sectores de mayores ingresos y que a la vez sean ahorradores de costo en mano de obra, sustituyendo trabajo por capital. Los que tendrían las mayores posibilidades de producir tales artículos son las empresas norteamericanas. Aunque R. Vernon, aclara que lo anterior no es una proposición evidente

por sí misma ya que existen empresas de EE.UU. localizadas territorialmente, tanto en inversiones como en productos, fuera de sus territorios.

#### b) Ciclo del Producto

La etapa siguiente de análisis es considerar el ciclo de vida del producto. Dadas las características del mercado norteamericano, las empresas deberían realizar una proporción relativamente más alta de I y D que otros países para satisfacer la demanda de los consumidores de altos ingresos de EE.UU. y la vez buscar métodos de producción ahorradores de mano de obra. Por lo tanto, en el Ciclo de Vida inicial del producto, estos serían producidos en EE.UU. y para su mercado y las características de éstas serían :

- 1) Alto costo de mano de obra;
- 2) Dificil estandarización de productos;
- 3) Baja elasticidad precio de la demanda;
- 4) Se obliga a una veloz y ágil comunicación entre productores, abastecedores de insumos y consumidores.

Existen, pues, razones que "detrás de las simples consideraciones de un análisis de costo y transporte" (Vernon, op. cit.) han influido en la localización de las plantas y el lanzamiento de nuevos productos.

Cuando el producto está en su etapa de madurez existe cierta estandarización, lo que da lugar a economías de escala a través de la masificación del producto. En esta etapa empieza a tener más importancia el costo de producción unitario que las características especiales y distintivas de los productos. Aquí se inicia el comercio internacional y se empieza a exportar a mercados especialmente de Europa Occidental. Esto ocurrirá hasta que el costo marginal del producto más el costo de transporte del producto que se exporta sea más bajo que el costo promedio de importar dicho producto a EE.UU. lo que impedirá, si se cumple esa regla, que EE.UU. realice inversiones de instalación en los nuevos mercados y de allí llevarlos a EE.UU.

Pero existen otras razones que llevan a los inversionistas americanos a instalar fábricas en los nuevos países (seguridad militar, protección de importaciones, generación de empleos en otros países, etc.), para producir

los artículos que primitivamente tuvieron como objetivo el mercado de los consumidores de altos ingresos de EE.UU.

Por lo tanto se plantea que en las primeras etapas de productos EE.UU. exporta productos para consumidores de altos ingresos, los cuales como se dijo, tienen incorporados costos altos por mano de obra y gastos en I y D. Más tarde importa esos productos. Sin embargo, aún relativamente el costo de mano de obra es alto debido a que la mano de obra es habilidosa.

Pero todavía la etapa de estandarización de la industria no es muy amplia y solo vendrá cuando el volumen de producción sea alto y el agrado de incertidumbre sea bajo. Cuando se den estas dos últimas características aparecen países menos desarrollados que pueden ofrecer ventajas comparativas para instalar fábricas de productos que primitivamente fueron instaladas para satisfacer al mercado norteamericano. Según Vernon esta afirmación "puede hacer ruborizar al teorema de Hoechkscher-Ohlin". En esta etapa EE.UU. puede convertirse en importador neto del producto, más si se considera los menores costos de mano de obra de otros países.

De las líneas anteriores se ve, siguiendo la lógica de Vernon, que los EE.UU. exportan bienes intensivos en mano de obra, porque esta es cara en EE.UU. y además porque existen fuertes gastos en I y D, lo que podría explicar la Paradoxa de W. Leontief. En la etapa de estandarización del producto, E.E.UU. importa dicho producto de países menos desarrollados que poseen algunas ventajas para la instalación de las fábricas en sus territorios. Se deduce, pues, que el ciclo de vida del producto sería el que explica el comercio internacional y no solo la dotación de factores como se afirma en las otras teorías. Pero conjuntamente con el ciclo de vida adquiere relevancia el gasto en I y D, el cual por ser alto es realizado por empresarios cautelosos y que buscan retornos, los que pueden ser ofrecidos inicialmente por el consumidor de altos ingresos norteamericano.

Diversos trabajos empíricos se han realizado siguiendo las ideas de R. Vernon. Uno de ellos de Gruber, Mehta y Vernon (1967) <sup>40</sup> en el que se estudió a la relación entre el esfuerzo realizado en I y D y la actuación en el Comercio Internacional de la Industria de EE.UU. Los resultados centrales son :

- a) Las cinco industrias que mostraban mayor esfuerzo en investigación y desarrollo, eran también las cinco industrias con la posición exportadora más favorable de acuerdo a los indicadores utilizados.

Las industrias eran : material de transporte (especialmente aéreo), maquinaria eléctrica, equipo profesional y científico, industrias químicas y maquinaria no eléctrica.

- b) La fuerza exportadora industrial de EE.UU. se concentra en los cinco sectores de la industria manufacturera intensiva en I y D.
- c) Las industrias intensivas en I y D son aquellas más orientadas a la introducción de nuevos productos.

Otros estudios confirman las evidencias de esta teoría (Wells, 1969), Hufbauer (1970), Baldwin (1971), Weiser y Jay (1972). <sup>41</sup>

41

Wells, L. "Test of the Product Cycle Model", *Quarterly Journal of Economics*, Feb. 1969.

Hufbauer, G. "The Impact of National Characteristics and Technology on the Commodity Composition of Trade in Manufactured Goods" mencionado, R. Vernon, "The Technology Factor in International Trade, NBER.

Baldwin, R. "Determinants of the Commodity Structure of US Trade" *American Economic Review*, March 1971.

Weiser, L. y Jay, K. "Determinants of the Commodity Structure of US Trade : Comment," *American Economic Review*, Jun. 1972.

#### 4. CONSIDERACIONES SOBRE LA TEORIA DE R. VERNON

- a) Uno de los principales aportes de la tesis de R. Vernon está en la explicitación de variables no puramente económicas en la explicación del comercio internacional. Es decir, costos, precios y dotación de factores de trabajo y capital son importantes en la determinación del comercio internacional pero no son los únicos, siendo necesario mirar aspectos que tienen que ver con la tecnología y específicamente con el monto de gasto en I y D y además con la capacidad de los países para comunicarse con el entorno tecnológico.

La hipótesis referida también menciona aspectos de comercialización, que cambian el gusto de los consumidores y que obviamente afectan el intercambio internacional. Por otro lado, al considerar el desarrollo tecnológico como elemento explicativo del movimiento del comercio internacional le da a esta variable una relevancia que no se le había otorgado en las otras teorías.

- b) No debe perderse de vista el entorno en el cual se explica esta teoría. Es aplicable para la gran corporación americana y para la realidad de ese país, lo cual exige control en su generalización. Se puede mencionar como contra ejemplo el caso de las empresas estadounidenses instaladas en el sector manufacturero latinoamericano, las cuales vendían hacia finales de los sesenta un 93% de sus ventas en el mercado del país latinoamericano y solo el 7% alcanzaba a mercados externos (R. French-Davis, op. cit. pág. 407).

Por tanto, la validez espacial de este enfoque debe ser mirado con extremada mesura para explicar la realidad del comercio internacional con leyes generales.

- c) En general las teorías puras sobre el comercio internacional hasta los años cincuenta consideraban que los países eran más o menos semejantes, en cuanto al poder de negociación. No se advertía diferencias significativas, lo que se puede generalizar diciendo que el poder de negociación de ellos es más o menos similar. Sin embargo, Vernon habla de países diferentes en adelante, así considera implícitamente a EE.UU. como país desarrollado y en la etapa de abierta estandarización introduce la existencia de países menos desarrollados que entran a participar en el comercio internacional.



Si bien es necesario esta diferenciación de países, es claro que solo se refiere a comercio internacional de productos manufacturados y no al comercio de materias primas. Existen muchos países en vías de desarrollo cuyo comercio internacional no queda explicado por la teoría de Vernon; es el caso de varios países latinoamericanos los cuales basan su comercio internacional en la venta de materias primas con bajísima proporción de valor agregado y en la compra de productos manufacturados por otro lado. En estos países sigue teniendo importancia la innovación tecnológica, pero centrada básicamente en el proceso de extracción y no necesariamente en la producción. Si se consiguen tecnologías de extracción eficientes, se puede mejorar el rendimiento de las materias primas, haciendo bajar sus costos y permitiendo de esta forma seguir compitiendo en el comercio internacional. Se ve que esto es ajeno a la tesis de Vernon.

**CAPITULO IX**  
**TRANSFERENCIA TECNOLOGICA**

## **CAP. IX TRANSFERENCIA TECNOLOGICA**

Transferencia Tecnológica consiste en la transmisión de conocimiento por diferentes medios y a través de diferentes zonas geográficas.

La Transferencia adquiere diferentes formas, así se puede mencionar :

- Transferencia de conocimientos incorporados en el capital, equipos y bienes.
- Transferencia incorporada en el hombre, a través del conocimiento, capacidades y habilidades.
- Transferencia almacenada en libros, manuales, películas, vídeos, etc.

La transferencia tecnológica también se puede realizar dentro de sectores de la economía. Sin embargo, en la literatura sobre la materia se ha asimilado generalmente el concepto de transferencia con la transmisión de tecnología de países desarrollados (PD) a países menos desarrollados (PMD) y en general se ha concentrado la atención en las formas y efectos que ha tenido la transferencia hacia los PMD. Usualmente en estos enfoques no se desarrolla un marco analítico usando el instrumental de la teoría económica para tratar de explicar, ex-ante, como pudiese ser el cambio decisional entre pagar por transferir tecnología de los PD o bien que los PMD realicen I y D interna, entendiendo a esta última como aquella financiada y manejada por los PMD. En los siguientes párrafos se analizará la relación entre transferencia tecnológica e I y D interna en un marco económico.

### **1. ENFOQUE ECONOMICO DE LA TRANSFERENCIA TECNOLOGICA**

La dicotomanía a la cual se enfrentan los PMD es si realizan I y D internamente o bien adquieren tecnología de los PD a través de diferentes maneras. La evidencia empírica muestra que el camino elegido o forzado, por los PMD ha sido incorporar más transferencia de tecnología externa que producir conocimiento propio. Diversos factores han condicionado este camino y si se observa los indicadores básicos usados convencionalmente para medir I y D, se deduce que la diferencia entre lo destinado a I y D en los PD y PMD es abismante. En un estudio de la UNESCO en 1965 se obtuvo que de 25 PMD el gasto per cápita en I y D promedio fue de \$US 0,45, en comparación a los cinco países más desarrollados de occidente, los cuales

usaron \$US 60 por persona, es decir 133 veces más. En 1984, según Maddison <sup>42</sup> (1988), en promedio Alemania, EE.UU., Francia, Japón, Países Bajos y Reino Unido gastaban un 2,4% del Producto Interno Bruto, y en total gastaban US\$ 192 mil millones de dólares (moneda a precios de 1984). En datos comparativos, en 1977, Brasil destinaba un 0,31% de su PIB, Corea 0,47%, México 0,13%, Chile un 0,5%. En promedio América Latina destina un 0,3% de PIB <sup>43</sup>. Los datos anteriores revelan que el esfuerzo por I y D interna en los PMD es pequeño y siguiendo, pues, el camino de la transferencia tecnológica proveniente de los PD.

Un buen elemento analítico que permite visualizar la dicotomía en estas decisiones es el uso de la Tasa Interna de Retorno (TIR) con las limitaciones propias que este instrumento tiene, así como las peculiaridades del bien al que se aplican. Para el uso de TIR en I y D se necesita conocer los siguientes componentes :

- a) El costo de adquisición de la tecnología ya sea de la transferencia o de la I y D interna.
- b) Los probables flujos de utilidades de la producción marginal que se obtendrían con la adopción y aplicación de las nuevas tecnologías. Los probables flujos requieren conocer las funciones de probabilidades de éxito o fracaso de las nuevas tecnologías.
- c) Duración probable de la inversión.

Sin embargo, el uso del instrumento TIR para I y D es diferente al de aquellas situaciones en que normalmente se utiliza. Para el caso del conocimiento se presentan las siguientes características :

<sup>42</sup> Angus Maddison, "Avances y retroceso en las economías capitalistas evolucionadas", Re. "Comercio Exterior", Vol. 38, Nº 6, Junio 1988, México.

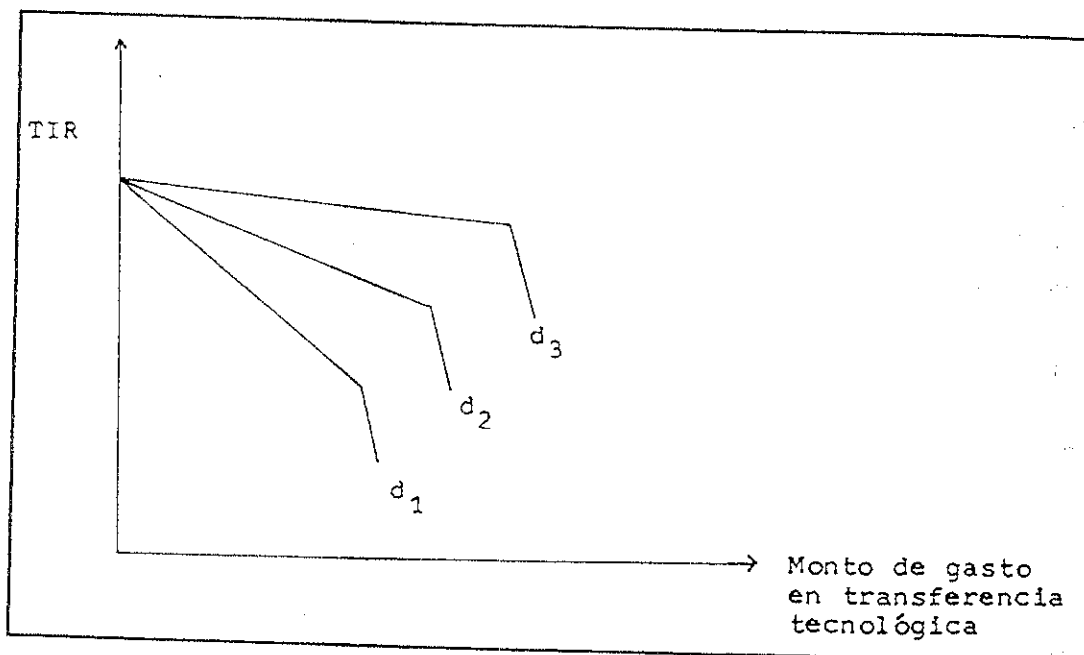
<sup>43</sup> "La Tecnología en el Desarrollo Nacional", SOTEC, Sept. 1985, Santiago, Chile.

- 1.- Cuando se compra un activo determinado se sabe lo que se logrará con su uso, en cambio para la adquisición de conocimiento (incorporado en capital, trabajo o almacenado) no se sabe qué tanto se va a lograr sino hasta que se obtiene realmente.
- 2.- Cuando se compran equipos o activos, el proveedor trata de proporcionar el máximo de información para el uso del equipo, en cambio los propietarios de conocimiento protegido (usada la I y D como bien privado) hacen esfuerzos para conservar el secreto dentro de sus propias organizaciones.
- 3.- En el caso de compra de equipo, la inversión producirá unos flujos de utilidades a partir del momento en que se ha puesto en funcionamiento la planta o equipo, o bien tardará poco tiempo en concretarse. Para el caso del conocimiento no existe la certeza de que puede provocar flujos futuros al no concretarse los conocimientos de I y D en algún equipo específico; esto lleva a que se produzca un desfase incierto desde el momento en el cual se hace la inversión y el momento en el cual se empezará a producir el primer flujo.
- 4.- El supuesto implícito de reinversión de flujos de la TIR puede no ser tal irreal para el caso de equipos o plantas, en cambio para el caso del conocimiento tal reinversión que se efectúe a la misma tasa no queda clara. En efecto, que los flujos financieros originados del conocimiento se reinviertan a esa tasa es discutible, especialmente para proyectos que no pudieren resultar exitosos.
- 5.- No siempre se pueden identificar los flujos con un determinado nivel de inversión en I y D ya que el resultado positivo de alguna investigación puede ser la resultante de investigaciones anteriores que dieran origen a otros sucesos.

Con las salvedades anteriores se puede aplicar el siguiente criterio : conviene adquirir tecnología en el exterior si la TIR es superior a la tasa de interés, la que se puede identificar con la tasa de otros posibles proyectos de inversión como en salud, educación, etc. A partir de este criterio y siguiendo a D.

James <sup>44</sup> se puede construir una función de demanda por investigación científica y tecnológica. En Gráfico N°9.1 muestra en el eje de abscisa el monto del gasto en transferencia tecnológica y en el eje de ordenada la TIR por adquisición y aplicación del conocimiento.

Gráfico N° 9.1 : Compra de Tecnología al Exterior



Las líneas  $d_1$  ,  $d_2$  ,  $d_3$  son las funciones de demanda por adquirir tecnología o conocimiento en el exterior, que en este caso se puede identificar con la tecnología extranjera que adquieren los PMD a los PD. Se ve que a mayor gasto pagado por transferencia tecnológica, disminuye la TIR de la adquisición de la tecnología, suponiendo el resto de los elementos incluidos en la TIR constante, esto implica que a menor tasa de rentabilidad menos están dispuestos los PMD a invertir en transferencia tecnológica, debido a que

<sup>44</sup> Dilms D. James, "La conveniencia económica de fortalecer la investigación propia en los países menos desarrollados", publicado en el libro "Progreso Tecnológico en América Latina". Ed. Enero, México, 1982.

pueden existir en la economía proyectos alternativos con rentabilidad social mayor. Por tanto, la demanda de transferencia tecnológica de los PMD hacia los PD disminuye con la caída de la TIR alternativa y en consecuencia menos están dispuestos a gastar en transferencia. Sin embargo, los países gastan más en comprar tecnología que en producir investigación propia, ¿a qué se debe esto?. Hay que analizar más en detalle las curvas d para dar respuesta a la interrogante.

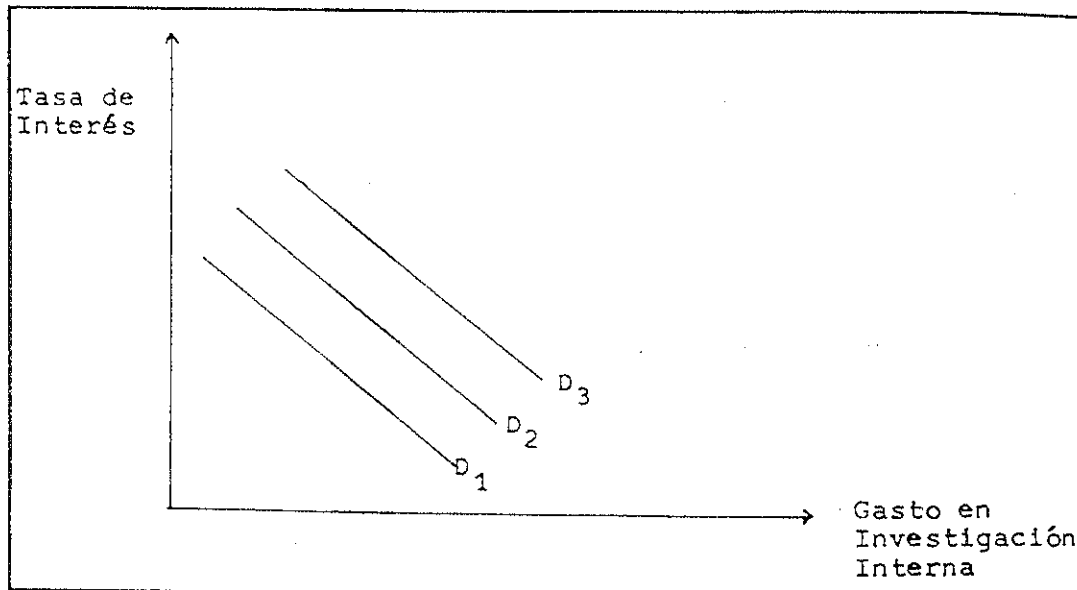
El segmento menos inclinado de las curvas d, se debe a lo siguiente :

- a) El conocimiento disponible es libre, es por tanto un bien público. De acuerdo a esto, en el extremo, cualquiera sea el monto gastado en transferencia tecnológica la TIR será la misma.
- b) La demanda del conocimiento no influye en el precio, debido a que se puede usar el conocimiento sin que disminuya la oferta.
- c) Las existencias de conocimiento, para efecto de los PMD, no son faltantes para los que ellos necesitan. Esto no significa que el conocimiento sea infinito, sino que relativamente hoy exceden de acuerdo a las necesidades de los PMD.
- d) El conocimiento se puede transferir sin necesidad de adaptación. Las curvas d tienen pendiente negativa debido a que la TIR está influida por condiciones de costos crecientes y por rendimientos decrecientes del conocimiento aplicado. Esto significa que para producir nuevo conocimiento los costos son cada vez mayores y no a la inversa y por otro lado el nuevo conocimiento, en algún punto de inflexión, empieza a decrecer lo que hace cambiar la elasticidad de curva.

Por otro lado, los países pueden hacer investigación interna. Siguiendo las pautas anteriores se puede construir una función de demanda para hacer investigación interna, la que se presenta en el Gráfico N° 9.2.

En Gráfico N° 9.2 se tiene que el gasto de investigación interna se relaciona con la tasa de interés prevaleciente. Así si la tasa de interés cae, implica que la demanda por investigación interna aumenta. Se puede asimilar las curvas D como las tasas internas de rendimiento esperadas en los stock de conocimiento de la tecnología interna.

Gráfico N° 9.2 : Demanda por Investigación Interna



Como todo marco analítico, en el desarrollo de las funciones de demandas definidas en Gráficos 9.1 y 9.2 hay supuestos implícitos, los que condicionan la interpretación de ellos. Estos supuestos son :

- Existe disponibilidad de reserva de conocimiento en un amplio grado para los países que quieren adoptar tecnología externa.
- Los costos de transferir y aplicar conocimiento son relativamente bajos.
- No se consideran ventajas sociales que pueden ser originadas por la investigación interna.

A continuación se analizará el impacto de estos supuestos :

a) Disponibilidad del conocimiento : Existen suficientes razones como para aseverar que no toda la tecnología de PD puede estar disponible para los PMD. Por otro lado la evidencia indica que hay tecnologías que sólo circulan entre países desarrollados. Entre estos problemas que impiden transferir tecnología están :

- No todos los países están en condiciones de pagar los altos costos para algunos casos de transferencia de tecnología. Los déficit fiscales, lo reducido de las economías, el atraso en la infraestructura productiva de



algunos países le hacen difícil que participen en el mercado de transferencia tecnológica.

- Las tecnologías de las PD están adecuadas a sus zonas geográficas y generalmente no consideran las condiciones de otros países. Aspectos como el clima, región y otros afectan la adaptación y transferencia de tecnología.
- Se pueden presentar faltas de insumos adecuados que también condicionan la adopción y transferencia de tecnologías.

Los problemas anteriores pueden incentivar el desarrollo de proyectos de investigación internos ya sea como innovación de los existentes o la creación de nuevas tecnologías locales que sean técnicamente factible y económicamente rentables. Ahora si estos proyectos tienen expectativas de rendimientos internos que van de aquellos con mayores rendimientos hacia los de menores rendimientos, entonces la cantidad de proyectos vinculados con cada nivel de rendimiento aumentará, lo que provocará un desplazamiento de la curva de demanda de investigación interna, tal como se ve en Gráfico 9.2 al pasar de una línea D1 a D2 o D3, lo que para una misma tasa de interés provocará un aumento en el gasto por demanda interna.

- b) Costos de Transferencia de Tecnología : En la primera parte se hizo mención a la crítica que Rosenberg efectuó respecto a que en el uso de las isocuantas de producción se considera que el proceso de innovación se hace a costo cero. Tal aspecto es evidente que debe ser replanteado. En general, todo proceso de adaptación de tecnología externa tiene varios costos directos e indirectos; factores climáticos, geográficos, disponibilidad de recursos y otros obligan a efectuar ciertos costos de adaptación que incluso pueden ir destinados hacia la innovación. Existen costos legales de adaptación, costos de imperfecciones debido a las dificultades del mecanismo de transferencia.

Hay, pues, costos que llevan a modificar el esquema analítico propuesto. Así, al existir costos de transferencia disminuyen las tasas internas de rendimiento debido al stock de conocimiento disponible en los países receptores lo que lleva a un traslado de la curva de demanda de tecnología extranjera, la cual cambiará de d3 a d1 en Gráfico 9.1, pero esto a la vez puede llevar, si los costos de adaptación y aplicación son muy altos, a un traslado de la curva de demanda por investigación interna de D1 a D2 o

D3. Ambos traslados llevan a cambios en las cantidades destinadas a gastos en transferencia y a los gastos destinados a investigación interna.

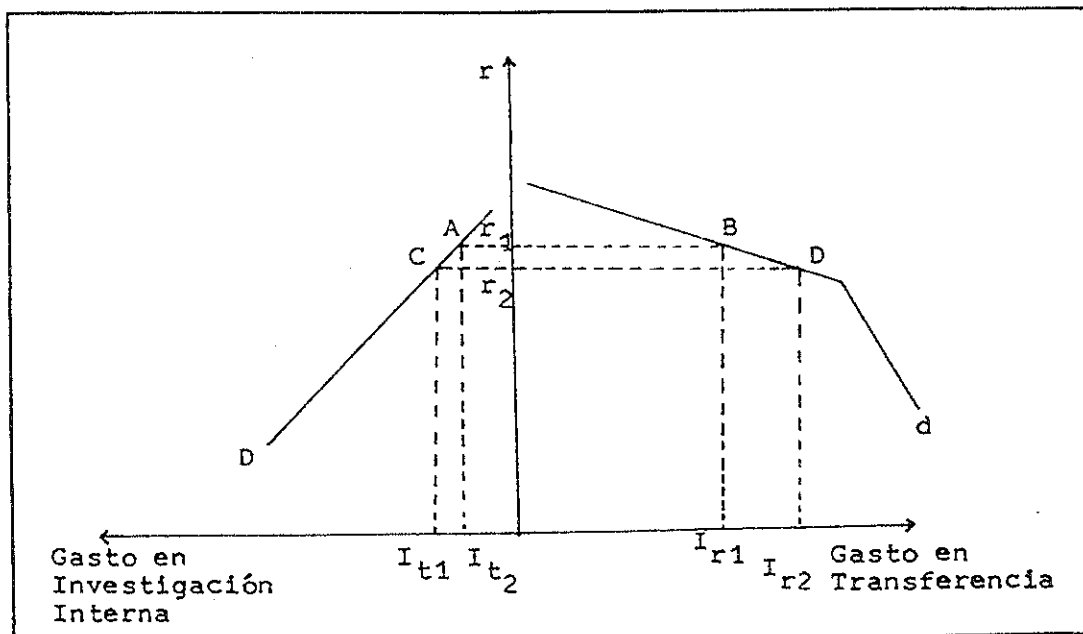
- c) Rendimientos de la Investigación Interna : Paralelo a la investigación interna existen ciertos beneficios sociales al interior del país, a veces difíciles de cuantificar, pero sí visibles, por ejemplo : disminuir la fuga de profesionales y científicos en el caso de PMD; aumento de capacidad de negociación de nuevas tecnologías ya que el país que hace investigación interna puede estar en mejores condiciones de negociar nuevas tecnologías; conseguir cierta autonomía tecnológica rompiendo en parte las barreras de dependencia tecnológica especialmente de los PD.

El considerar los beneficios sociales mencionados puede llevar a aumentar la TIR social de los proyectos de investigación nacional lo que lleva a un desplazamiento de la curva de demanda de D1 a D2 o D4 y a una elevación del gasto en Investigación nacional. Por otro lado, al existir mayor capacidad de conocimiento nacional puede disminuir el costo de transferencia de la tecnología que se importa, aumentando así la TIR de los proyectos que usan transferencia lo que lleva a su vez a un desplazamiento de la curva de demanda por tecnología externa de D1 a D2 o D3.

Con el marco analítico anterior se puede interpretar desde el punto de vista económico, el porqué los PMD gastan más en transferencia tecnológica que en hacer investigación interna. Una de las limitantes más serias para hacer la investigación interna es la falta de recursos para llevarlas adelante, principalmente, por problemas de prioridad en la asignación de recursos. Esta variable frena grandemente el traslado por demanda de transferencia tecnológica, es decir la movilidad de la curva D es reducida. Por otro lado, cada vez los PD van siendo propietarios de mayores avances en investigación y permite que los inventos pasados de los PD vayan quedando obsoletos y disponibles a costos más bajos para los PMD, lo que lleva a que la curva de demanda por transferencia tenga mayor elasticidad y correspondería a la parte superior del Gráfico 9.1. Esta situación se presenta en Gráfico N° 9.3.

En Gráfico N°9.3 se observa la situación resumida de los Gráficos 9.1 y 9.2. El lado derecho muestra la línea de demanda por investigación interna. Si suponemos que la tasa de interés es igual para los gastos de transferencia y los gastos de investigación interna, entonces la cantidad

Gráfico N° 9.3.



gastada sería  $I_{t1}$  y  $I_{r1}$  respectivamente, las cuales para fines de simplificación son iguales. Si baja la tasa de interés de  $r_1$  a  $r_2$ , entonces se tienen nuevos gastos de transferencias y de investigación interna  $I_{t2}$  y  $I_{r2}$  respectivamente, sin embargo el incremento en gastos de transferencia es mayor que el incremento en gastos en investigación interna, debido a que la elasticidad de la demanda por transferencia es superior a la elasticidad de la demanda por Investigación Interna.

Si la curva de demanda por investigación se hace difícil de desplazar debido a la carencia de recursos de los PMD, la investigación es cara y por otro lado se encuentran equipos disponibles en el mercado de los PMD que para ellos son ya obsoletos tecnológicamente, puede ser posible que el gasto dedicado a la transferencia tecnológica sea superior al gasto de investigación para el caso de igualdad en las tasas de rendimiento. Esta pudiese ser en parte la razón económica de porqué los PMD gastan más en transferencia que en investigación propia.

## 2. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA POR CORPORACIONES MULTINACIONALES

En un artículo de D. Germidis <sup>45</sup> se analiza con detalle el impacto de las corporaciones multinacionales (CM) en la transferencia de tecnología hacia los países menos desarrollados que son los receptores de tecnología tal como se mencionó en el punto anterior.

El papel de las CM en la transferencia de tecnología hacia los países menos desarrollados ha sido controvertido, debido a la relación que surge de este intercambio. Así se ha considerado que las multinacionales desarrollan la relación de transferencia de la casa matriz a la filial que poseen en el país receptor y por tanto se trata de una recepción de tecnología dentro de la propia multinacional de la cual el país receptor no ha participado directamente, siendo receptor de la transferencia en forma indirecta. En efecto, las CM se preocupan de la I y D de su empresa, lo que implica usar sus propias organizaciones de I y D a veces no considerando las capacidades teóricas y científica de los países receptores; esto implica que la I y D se realiza generalmente en la casa matriz, por otro lado se ha observado que los países menos desarrollados poseen bajo potencial respecto a los estándares de I y D de las CM. Además la competencia obliga a mantener el secreto.

### a) Relación de la filial de la Casa Matriz con el país receptor

La relación entre la filial de la Casa Matriz con el país receptor se puede resumir en los siguientes puntos:

Contratación y formación de personal en los PMD, relación de IyD local; relación con proveedores locales y venta del producto en el mercado local.

<sup>45</sup> Dimitri Germidis, "Transfer of Technology by Multinational Corporations and Absorptive Capacity of the Developing Countries. A Synthesis", O.E.D.E Development Centre Paris, 1977.

Referente a la contratación y formación de personal se debe señalar que los efectos observables son : Difusión del conocimiento a través de la movilidad de personal, generación de puestos de trabajo de alta calificación; adecuación de programas de estudios hacia los requerimientos de las Casas Matrices. En los estudios empíricos respecto a este tema se ha observado que existen dificultades en el reclutamiento de personal directo local, lo que obliga a las Casas Matrices a emprender tareas de formación de personal, lo que se da una baja movilidad observándose a su vez que las propias Casas Matrices ponen obstáculos a la movilidad.

Respecto a la relación de I y D de las Casas Matrices con los PMD receptores de tecnología se ha observado que existe centralización de la I y D en el país de origen y no en el país receptor. Frente a esa realidad de los PMD y dadas sus características propias, se les presentan ventajas tales como la posibilidad de imitar creativamente y un mayor poder de negociación, teniendo también cierta capacidad de hacer mayor IyD propia.

La relación de las filiales con los proveedores y clientes locales se manifiesta por una parte en la necesidad de que los mercados de los PMD provean de materias primas adecuadas a los procesos productivos, lo que crea demanda adicional activando a las empresas de los PMD proveedores de materias primas. Por otro lado las filiales inducirán a nuevos equilibrios en la adaptación de precios a las condiciones de los mercados locales de insumos y de productos finales.

### **3. ASPECTOS IMPLICITOS DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

El uso del concepto de transferencia tecnológica tiende a considerar que ésta involucra aspectos claramente diferenciables y explícitos. Así se piensa en alguna tecnología de un proceso productivo, en un equipo nuevo, en transmisión de conocimiento a través de videos, películas, libros u otro mecanismo visible de transmisión. Sin embargo, conjuntamente con la transferencia tecnológica van algunos elementos implícitos y a veces no tan evidentes y que sólo se puede conocer debido al contraste que produce la transmisión del conocimiento proporcionado por la transferencia y su aplicación en una realidad concreta. Estos aspectos son los que se abordarán a

continuación, siguiendo las ideas de D. Goulet.<sup>46</sup>

La transferencia tecnológica se ha realizado de manera significativa de los países industrializados de occidente hacia el resto de otros países. Por tanto, en este traspaso ha existido implícitamente un modo cultural transferido que incluye conceptos tales como racionalidad, eficiencia y solución de problemas.

Para los occidentales el significado de racionalidad implica que cada problema o experiencia puede ser dividido en partes componentes, las cuales a su vez forman la totalidad. Estas partes separadas son ajustadas y manipuladas en forma práctica y a la vez se miden los efectos de cada parte. Esto implica que las sociedades occidentales son reduccionistas en oposición a otras sociedades que no analizan los fenómenos por parte sino que en su totalidad, así pues, el concepto racionalidad es un enfoque de partes y no necesariamente de totalidad y que proviene de las sociedades occidentales. Ahora bien, esta forma reduccionista es incorporada en la transferencia tecnológica en forma implícita.

Otro elemento incorporado en la transferencia tecnológica es la idea de eficiencia y productividad. La eficiencia es una relación general y su dimensión es relativa pudiendo ser medida a través del concepto de productividad, el cual es una relación entre el producto final obtenido y los insumos utilizados en su obtención, es decir la cantidad de trabajo, la cantidad de materias primas utilizadas y el capital invertido en las maquinarias utilizadas. Por tanto, el concepto de productividad es perfectamente identificable y medible; desde un punto de vista puramente económico y desde un ángulo propio de la empresa la productividad considera costos e ingresos identificables y comunes con la propia empresa, o sea sólo las "internalidades". Sin embargo, existen efectos propios de la actividad económica de la empresa pero que afectan a otras personas que no participan en la producción y que son las llamadas "externalidades".

<sup>46</sup> D. Goulet, "The two - edged sword", *The Uncertain Promise*, N. Y. Año 1979.

Las externalidades son, a veces muy difícil de medir y en las mediciones de la productividad no se incluyen. Habría que considerar, pues, que la productividad de la empresa pudiere estar sobrevalorada debido a que no se consideran los efectos sociales negativos, por ejemplo contaminación ambiental. En algunas sociedades no occidentales se incorporan formas diferentes de definir la eficiencia al destacar valores religiosos y éticos en la concepción de la eficiencia. Incluso dentro de las propias sociedades occidentales existen rubros que harían ineficiente, desde un punto de vista económico e ingenieril la producción, pero que son costos incurridos en satisfacer necesidades sociales.

Otro aspecto incorporado en la tecnología occidental es el concepto de resolver problemas ("problem - solving"); esta postura se contrapone al concepto de "problematización" de la sociedad. Este último concepto se refiere a tratar de explicar los problemas en general y ofrecer una visión crítica. La problematización se asocia con el vocabulario de los agentes del cambio revolucionario. La postura de "resolver problemas" de la tecnología apunta en cambio a obtener resultados frente a determinados problemas, generalmente parciales. Los resolvedores de problemas son a veces incapaces de comprender la totalidad.

**CAPITULO X**

**IDEAS PROSPECTIVAS CONSIDERANDO  
EL DESARROLLO TECNOLOGICO**



## CAP. X IDEAS PROSPECTIVAS CONSIDERANDO EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

### I. ANALISIS GLOBAL

Al analizar el impacto de la tecnología es conveniente buscar explicaciones de su impacto actual y futuro o desde una perspectiva global e iniciar a la vez un intento de búsqueda de tendencias que se podrían dar en el futuro. Tales inquietudes nos llevan necesariamente a afectar estudios prospectivos. Al respecto, Alvin Toffler (1980) <sup>47</sup>, sostiene que : "formular las más amplias preguntas sobre nuestro futuro no es una simple cuestión de curiosidad intelectual. Es una cuestión de supervivencia".

Es necesario recurrir a autores que en los últimos años han escrito sobre prospectiva, tanto desde un punto de vista científico como literario. En los primeros hay que detenerse necesariamente en el estudio efectuado en 1967 por Hernan Kahn y Anthony J. Wiener en el libro "The Year 2000". En los segundos se puede señalar a Alvin Toffler y Jean J. Servan - Schreiber <sup>48</sup>, los cuales, a partir de una descripción de situaciones de las últimas décadas, intentan dar ideas de cual sería la evolución en los próximos años.

Es interesante comprobar como aquellas "tendencias múltiples básicas de largo plazo", citadas por Kahn y Wiener en el año 1967 se han ido cumpliendo, lo que nos indica que el estudio prospectivo por ellos realizados ha tenido validez. Las tendencias que han sido identificadas y que tienen posibilidades de continuidad las han agrupado en trece, entre las cuales están :

<sup>47</sup> Toffler, Alvin "La Tercera Ola", Ed. Plaza Janes, Barcelona, 1980.

<sup>48</sup> Servan - Schreiber, Jean "El desafío mundial", Ed. Plaza - Janes, Barcelona, 1980.

Desarrollo progresivo de culturas sensualistas; constitución de élites; ampliación del conocimiento científico y tecnológico; institucionalización del cambio en lo referido a investigación, desarrollo, innovación y difusión : Industrialización y modernización a escala mundial; Opulencia creciente y ocio; aumento de la población; Urbanización y establecimientos de muchos centros poblados. A través de estas tendencias múltiples que se remontan desde hace muchísimos años, estos autores proyectan lo que serían los acontecimientos desde 1967 al año 2000, entre los que se pueden mencionar : Continuación de las tendencias básicas múltiples de largo plazo; aparición de una cultura denominada **postindustrial**; aptitud a nivel mundial para aceptar y comprender las nuevas técnicas; altas tasas de crecimiento, las cuales y según los autores serán del orden de 1 a 10% del Producto Nacional per cápita; se acentuará la idea del "sentido y finalidad"; disturbios en las nuevas naciones; segundo auge de Japón, el que podría convertirse en una tercera potencia mundial; algunos nuevos avances en Europa y China; aparición de nuevas potencias intermedias : Brasil, México, Pakistán, Alemania Oriental, Indonesia y Egipto; cierta decadencia relativa de los EE.UU. y la URSS.

Las proyecciones anteriores son las más importantes y se pueden observar como ciertas muchas de ellas cuando ya han transcurrido más de dos décadas de sus predicciones. La más interesante es aquella referida a la aparición de una cultura postindustrial. También estos autores mencionan la aparición de una gran depresión y frente a este hecho sostienen que sus proyecciones pueden cambiar sustancialmente.

### ¿ EN QUE MOMENTO NOS ENCONTRAMOS ?

El análisis de Kahn y Wiener, nos sirve como primera aproximación al momento en que nos encontraríamos. Una complementación de lo anterior nos la dan Alvin Toffler y Jean J. Servan-Schreiber por separado. Las hipótesis por ellos planteadas son interesantes de analizar y ver su relación con países como el nuestro.

A partir de la conclusión de Kahn y Wiener referente a la aparición de una cultura postindustrial se puede pensar que estaríamos ya, en los inicios de esa etapa y es esto lo que plantean Toffler y J. Servan-Schreiber, al considerar que la crisis que hoy enfrentamos sería el "punto de inflexión del desarrollo de la humanidad que nos llevará a las nuevas formas de vida, a una nueva civilización". Se afirma que los cambios que hoy se generan son parte de un

fenómeno mucho más amplio que se ha estado gestando desde los años sesenta hasta principio de los ochenta.

La especie humana ha experimentado hasta ahora dos grandes olas de cambio, cada una de las cuales ha sepultado culturas anteriores y las ha reemplazado por nuevas civilizaciones. Estas olas son : la civilización agrícola que tardó miles de años en desarrollarse; la civilización industrial que necesito trescientos años y la tercera ola que sería en la que estamos en sus inicios y que Servan-Schreiber la llama sociedad informatizada. Se afirma que en los inicios de la nueva era : "La empresa está siendo sacudida, agitada y transformada por la tercera ola de cambio". Esta crisis se diferencia de las anteriores porque la inflación y el desempleo se han presentado casi simultáneamente y no en forma sucesiva. Se sostiene que esta tercera ola se desarrollará en pocas décadas, esto debido a que el crecimiento industrial y tecnológico es exponencial. En este último aspecto es interesante lo observado por el economista N. Rosenberg (Op. Cit.), quien señala la importancia de los cambios tecnológicos, a la vez que critica las formas de enfocar la investigación y desarrollo en los estudios económicos referentes al impacto de los cambios tecnológicos.

Podemos resumir entonces que estamos en los inicios de una nueva civilización, como consecuencia de la revolución tecnológica que se ha estado desarrollado, y que es esto lo que ha provocado tensiones sociales, económicas y políticas que son las manifestaciones de la actual crisis en que; "las tasas de interés zigzaguean y las monedas experimentan verdaderas sacudidas". Esta verdadera crisis alcanza no sólo a los países de cultura occidental, sino que también a los países de economías centralmente planificadas, ya que el progreso tecnológico ha sido un proceso mundial y comunicante, especialmente entre países desarrollados que de una u otra forma disponen de la información y de los medios para estar a la vanguardia de la investigación básica, aplicada e innovación.

Frente a este fenómeno los autores antes señalados son optimistas y afirman que el presente inestable e inseguro tiene un futuro promisorio, incluso llegando a predecir una disminución del desempleo.

## SECTORES QUE CRECERIAN EN ESTA NUEVA ERA

Las sociedades de la era agrícola (primera ola) explotaban **fuentes renovables** de energía, es decir, caballos, bueyes, bosques, vientos y ríos. Es decir, se habría consumido el "interés" producido por el "capital de la naturaleza".

Las sociedades industriales (segunda ola) obtenían energías de **fuentes no renovables**, es decir, se empezó a consumir el "capital de la naturaleza", se buscó energía en el carbón, gas, petróleo, de combustibles fósiles irremplazables. Pero estas fuentes de energía han existido simultáneamente con las fuentes renovables.

En la tercera ola, se sigue en la búsqueda de energía. Las industrias que se convertirán "en las industrias vertebrales de la era". Serán cuatro :

- 1º Industria de la electrónica y computadoras, cuya utilización influirá sobre todas las actividades humanas. El desarrollo de esta industria será el que condicionará el avance de los otros tipos de industria. Servan-Schreiber sostiene que el desarrollo de la industria estará basado totalmente en la informatización.
- 2º Industria espacial, en las cuales se puede mencionar plataformas espaciales para generación de energía, medicinas, utilización de semiconductores, materiales para óptica, nuevos tipos de aleaciones, etc.
- 3º Industria de penetración en las profundidades del mar, en ella se hace referencia a "rebaños de peces", "cosechas de plantas", "algas con alto contenido de petróleo", "impresionante variedad de materiales", "nuevas drogas", "ciudades flotantes para llevar a cabo cultivos marítimos".
- 4º Industria genética; en ellas se mencionan "microbios sacadores de metal, bacterias capaces de convertir la luz solar en energía eléctrica, producción de plásticos, ropas, pinturas, pesticidas y por que no, desarrollo de la industria de armas bacteriológicas.

Pero la industria clave en la era post-industrial es la utilización de microprocesadores y el desarrollo de las telecomunicaciones, que permitirá realizar todo tipo de tareas sin tener en cuenta las distancias. Las sociedades

sufrirán grandes transformaciones, pues los computadores permitirán incluso realizar los trabajos directamente desde nuestros hogares.

### ¿ Qué sucederá con el empleo ?

La mayoría de los estudios del efecto del cambio tecnológico son positivos en este aspecto, se puede mencionar por ejemplo el efectuado por Mackintosh Consultants Company, acerca del impacto en la economía y el mercado laboral de Alemania Occidental, publicado en Octubre en 1979, donde se observa que existirá en 1990 un aumento del empleo y un cambio del tipo de empleo. También en un estudio de la OCDE "Les effects en retour des transferst de technology", publicado en París en 1981, se hace referencia a la creación de empleo, en los países desarrollados, como un efecto del avance tecnológico, el que será resultado de un conjunto de factores a largo plazo como por ejemplo : apertura de nuevos mercados; dinámica de reconversión industrial hacia tecnología de avanzada, aclaración de la innovación de procesos y productos, y creación de nuevos productos.

Las ideas anteriores nos llevan a las siguientes conclusiones :

- 1.- Nos estaríamos situando en una etapa de inflexión histórica, y que representa una revolución en la sociedad, con características diferentes a las otras grandes transformaciones de la historia de la humanidad. Este proceso se ha desarrollado desde la década de los años cincuenta y se ha profundizado en la década de finales del 70 y principios de los ochenta.
- 2.- Esta transformación social tiene como base el desarrollo de la industria de la informatización. Esto es fácil verificarlo en nuestra realidad. Por ejemplo, se puede observar las comunicaciones que hoy tenemos a través de discado directo a todo el país; los laboriosos y complicados cálculos que en las empresas se hacían en calculadoras de baja potencia, a fines de la década del sesenta, hoy ya son reemplazados por computadores personales.
- 3.- Se producirá un cambio en la estructura del empleo, caracterizándose por un aumento del empleo en las actividades terciarias, las cuales, prestan servicios a las primarias. En este aspecto los estudios de prospectiva comentados tienen una clara inclinación optimista.

- 
- 4.- Como consecuencia del desarrollo de tecnología de avanzada o punta, los países desarrollados traspasarán tecnologías a los países subdesarrollados, ya sea tecnología incorporada o tecnologías directas. Esto llevará a que nuevos países participen del desarrollo tecnológico.
  - 5.- Se observa que las industrias señaladas como claves en la nueva era ya se han empezado a desarrollar, y al respecto podemos observar que en nuestro país, se han estado usando y reproduciendo algunas plataformas de prospección submarina. También, se observa en el país una cantidad importante de computadores disponibles en el mercado.
  - 6.- En la última década, se ha observado también que la velocidad del cambio es exponencial.
  - 7.- Que dadas las características propias de la etapa que enfrentamos, las teorías y doctrinas de solución basadas en etapas anteriores no han sido suficientes para la solución de los problemas que enfrentan nuestras economías y se puede observar que frente a distintas ideologías los problemas de fondo son los mismos.
  - 8.- Se hace necesario preparar y aceptar que se está en una etapa de cambios y transformaciones sociales y que se requiere de una capacidad de creatividad y adaptabilidad hacia lo que nos deberemos enfrentar.

## 2.- SITUACION DEL PENSAMIENTO ECONOMICO SOBRE INNOVACION TECNOLOGICA

"Cualquiera puede convertir a un loro en un sabio economista : todo lo que debe aprender son las dos palabras "oferta" y "demanda" (P. Samuelson) <sup>49</sup>. Si tomamos la frase anterior en el sentido que cualquier persona puede hablar de economía sin saber Teoría Económica, acarrea un grave riesgo. Desde que la economía empezó a llamar la atención en las ciencias (aproximadamente desde la época de los fisiatras), ha sido motivo de discusión y hasta cierto punto de hostilidad. Esta situación no es distinta que hoy se hace es que los enfoques teóricos no han sido capaces de incorporar la variable tecnológica y sus efectos directos e indirectos. <sup>50</sup>

Para comprender las críticas hay que entender que la Teoría Económica en un sentido amplio está formada por hipótesis explicativas. Como en otras ciencias, la teoría económica trata de reproducir la realidad a través de modelos analíticos en los cuales se hacen abstracciones y simplificaciones para obtener conclusiones que pudiesen tener validez general. La razón de estos modelos es que la realidad económica y social (la teoría económica es ciencia social) no es fácil de explicar ni tampoco se pueden hacer observaciones directas en condiciones experimentales como se realiza en otras ciencias. Hay, pues, que fijar algunas variables ("Ceteris Paribus") para ver como reaccionarán las otras variables y obtener unas conclusiones que son válidas sólo para la situación simulada. La anterior es la metodología global utilizada en la Teoría Económica. Se puede decir que si un modelo no coincide temporal ni espacialmente con una realidad concreta entonces la

49 Paul Samuelson, "Economía", Undécima Edición, 1980, Ediciones Mac Graw - Hill, pág. 58.

50 Lester Thurow, "Dangerous Current", Random House, 1983; Robert Reich, "The next american frontier", Times Book, N. Y. 1983.

teoría económica no es válida y en sentido exagerado inútil. Usando una analogía con la Medicina, se podría afirmar que mientras los científicos no consigan aclarar la causa de las enfermedades virales, entonces la medicina, como ciencia, no sirve; es obvio que no se puede inferir tal conclusión ni para la medicina ni para la economía. Hay que señalar que lo que no sirve para las ciencias puede ser una determinada técnica. En este sentido, si un país no logra controlar la inflación, no invalida el estudio teórico y los modelos de estudio de la generación, transmisión y efectos de la inflación, los que si se invalida es el uso de una determinada técnica (los economistas la llaman "instrumento") que no ha sido eficaz para el control de la inflación.

Las razones por las cuales se duda sobre la teoría económica son resumidas por J. Shumpeter (Historia del Análisis Económico, Pág. 54) y son las siguientes :

- a) En todas las épocas, si se analiza la teoría económica con las exigencias y particularidades de cada período entonces la teoría queda por debajo de una expectativa razonable.
- b) El rendimiento insatisfactorio del punto a) ha sido siempre acompañado por unas pretensiones injustificadas y "particularmente por aplicaciones irresponsables a problemas prácticos" las cuales estaban en la teoría fuera del aparato analítico contemporáneo.
- c) La teoría económica ha estado fuera del alcance de la mayoría de las personas interesadas, las cuales no conseguían entenderla y muchas han reaccionado con resentimiento a los refinamientos analíticos. (Ejemplo de resentimiento, según Shumpeter, son las críticas que se hacen a los supuestos de los modelos por la variedad de hechos que se ignoran y por otro lado, están aquellos que no les dan valor a lo que no sea práctico o que no tenga utilidad, o sea, son personas que carecen del espíritu científico).
- d) Las alianzas políticas que han establecido históricamente algunos teóricos de la economía con determinados sistemas políticos. Esto aleja al científico económico de buscarla verdad y de demostrar hechos. En este aspecto el científico económico debe no caer en dogmas y evitar tomar ciertas parcelas de la realidad para adecuarlas a su dogma (L. Thurow, 1983).



De lo anterior se puede concluir que la teoría económica ha sido siempre cuestionada en cuanto se le compara con la realidad debido a las variables que se consideran fijas en los modelos, a pesar de la relajación y sensibilidad que se haga de ellas.

### **¿Qué ha sucedido en esta situación, con la explicación de la innovación tecnológica?**

En los capítulos anteriores se han estudiado las corrientes principales que han predominado en el enfoque del progreso técnico que van desde el traslado de las isocuantas por innovaciones radicales a la medida del progreso técnico como residuo ("La medida de nuestra ignorancia" como la definió un economista). La paradoja que hoy observamos es que ante tasas exponenciales de crecimiento en el conocimiento científico producto de la investigación pública y privada, observamos grandes desequilibrios económicos y sociales. La expresión de esta paradoja está en :

- Revolución de la inteligencia, de los microprocesadores, de la biotecnología, los cuales se espera que sean para facilitar el desarrollo de las personas, permitiendo a éstas mejorar su bienestar expresado en productos más baratos, usos de tiempos ociosos en mayor cultura e investigación, mejores sistemas de seguridad social, mejorar atenciones en salud y alimentación, mayores niveles de empleo y producción.
- Sin embargo, se observa un constante crecimiento de los desempleados, tasas inflacionarias no despreciables en países en desarrollo, elevados niveles de deuda de los países, aumento de la distancia tecnológica entre países desarrollados y los menos desarrollados.

Frente a esta paradoja anterior, la teoría económica debe seguir, a través de sus científicos, los estudios de incorporación de la variable tecnológica en los modelos ya se han conseguido avances (Sahal, 1981; Dasgupta y Stiglitz 1980,1987). Ehrlich (1990) enfoca lo que se denomina la nueva teoría del crecimiento económico en que se destaca la importancia del capital humano y la IyD como partes relevantes en el crecimiento económico y estos dos factores explican las tasas de crecimiento económico per cápita y se concluye que las altas tasas de crecimiento de inversión en capital físico no serían suficientes para generar crecimiento sostenido en los países. Romer (1990) y Lucas (1988) han desarrollado esta línea de pensamiento. Por otro lado y como se señalaba antes, quienes han fallado son los técnicos que no han

---

usado las técnicas (o instrumentos de política económica, como se le denomina en lenguaje técnico) en solucionar los desequilibrios expresados en la paradoxa. Hay que señalar, pues, que no es la teoría económica la que ha fallado, es la "tecnología" de la teoría la que no se ha usado. Las ciencias no fracasan, quienes fracasan son los técnicos.

Siguiendo las ideas prospectivas iniciales de este capítulo, la ciencia económica tiene muchas incógnitas que resolver en la actual etapa histórica que enfrentamos. Hay que estudiar los ajustes históricos, desde un punto de vista científico, la formulación de teorías es materia pendiente, especialmente en la resolución de la paradoxa planteada. Otra cosa diferente es la que sean los técnicos apropiados quienes rectifiquen los desequilibrios existentes y en esto no hay acuerdos, a veces ni siquiera mínimos, en las técnicas que se deben usar.

## BIBLIOGRAFIA

- ABRAMOVITZ, "Resource and Output Trend in the US since 1870" American Economic Review.
- AHMAD, S. "On the Theory of Induced Innovation". Economic Journal. Junio 1966, 344 - 357.
- ARROW, K.J. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". National Bureau of Economic Research. The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors. Princeton. Princeton University Press, 1962. (Reeditado por Arno Press, Nueva York, 1975).
- ARROW, K.J., CHENERY, H. B., MINHAS, B.S. y SOLOW, R.H. : "Capital Labour Substitution and Economic Efficiency", R. Ec. Stat., 1961, pp. 225 - 50.
- ARROW, K.J. : "The Economic Implications of Learning by Doing" R.E. Stud., 1962, pp. 155 - 73.
- ARROW, K.J. : "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention" en The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, National Bureau of Economic Research, Princeton University Press, 1962.
- ATKINSON, A. y STIGLITZ, J. : " New View of Technological Change". The Economic Journal, Septiembre de 1969; 573 - 578.
- AYRES, R. : "Protección Tecnológica y Periferia", Perspectiva Económica N°57, 1987. 1 United States Information Agency.
- BALASSA, B. : "Export and Economic Growth : Further Evidence", Journal of Economic Development, 5.
- BANDT, J. "Optimal Use of Existing Technology versus New Technology". The Journal of Industrial Economics, septiembre de 1977, 69 - 80.
- BEMELMANS, Fh. : "Strategic Planning for Research and Development", Long Range Planning, 1974.

BERNSTEIN, JEFFREY y NADIRI, ISHAG : "Interindustry R. y D. Spillovers, Rates of Return and Production in High-Tech Industries" American Economic Review. Mayo 1988.

BINSWANGER, H.P. : "The Measurement of Technical Change Biases with Many Factors of Production". American Economic Review, diciembre de 1974; 964 - 976.

BINSWANGER, H.P. : "Microeconomic Approach to Induce Innovation". The Economic Journal, diciembre de 1974, 940 - 958.

BLACK, J. : "The Technical Progress Function and the Production Function", *Económica*, 1962, pp. 166 - 70.

BROWN, M. y DE CANI, J.S. : "Technological Change and the Distribution of Income", *International Economic Review*, 1963, páginas 289 - 309.

BROWN, M. : *On the Theory and Measurement of Technological Change*, Cambridge University Press, 1966.

BROWN, M. (ed.) : *The theory and Empirical Analysis of Production*, National Bureau of Economic Research, New York, 1967.

CALVO, A. y WELLISZ, S. : "Technology, Entrepreneurs, and Firm Size". *The Quarterly Journal of Economics*. Diciembre de 1980; 663 - 678.

CINDA : "Curso de Gestión Tecnológica", PNUD/UNESCO - CINDA, Santiago, Chile. 1981.

COOMBS, ROD; SAVIOTTI PAOLO y WALSH VIVIEN : "Economics and Technological Change". Mac Millan Education, Londres. 1988.

COCKBURN, JAIN y GRIICHES ZVI : "Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R. y D. and Patents". *American Economic Review*, May 1988.

CHRISTENSEN, L. R., CUMMING S. and JORGESON, D. : "Economic Growth 1947 - 1973 : An International Comparison" in J.W. Kendrick and B.N. Vaccara, *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, The University of Chicago Press.

- DASGUPTA, P. y STIGLITZ, J. : "Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R and D". The Bell Journal of Economics, Primavera 1980; 1 - 28.
- DASGUPTA, P. y STIGLITZ, J. : "Industrial Structure and the Nature of Inventive Activity". The Economic Journal. Junio, 1980; 266 - 293.
- DAVID, P. : "Technical Choice, Innovation and Economic Growth"; Cambridge University Press, 1975.
- DAVIES, S. : "The Diffusion of Process Innovations", Cambridge University Press, 1979.
- DEARDEN, JOHN : "Sistemas de Contabilidad de Costos y de Control Financiero". Fondo Educativo Iberoamericano, S.A. Bogotá 1976.
- DENISON, E.F. : "The Unimportance of the Embodied Question", A.E.R., 1964, pp. 90 - 4.
- DENISON, E.F. : "Some Major Issues in Productivity Analysis: An Examination of Estimates by Jorgenson y Griliches", Survey of Current Business, 1969, pp. 1 - 27.
- DOWNS JR. G.W. y MOHR, L.B. : "Conceptual Issues in the Study of Innovations" en Administrative Science Quarterly, Febrero 1976.
- DRANDAKIS, E.M. y PHELPS, E.S. : "A Model of Induced Invention, Growth and Distribution". The Economic Journal, Diciembre de 1966; 823 - 840.
- EADS, G.C. : "Regulation and Technical Change: Some Largely Unexplored Influences". The American Economic Review. Mayo 1980; 50 - 54.
- EHRlich, ISAAC : "The Problem of Development: Introduction", Journal of Political Economy, Vol. 98, N°5, (2da. Parte) 1990.
- ELTIS, W.A. : "The Determination of the Rate of Technical Progress". The Economic Journal, Septiembre de 1971; 502 - 524.

FARBER, S. : "Buyer Market Structure and R. & Effort: A Simultaneous Equations Model". The Review of Economics and Statistics, Agosto de 1981.

FEI, J.C.H. y RANIS, G. : "Innovations Intensity and Factors Bias in the Theory of Growth", International Economic Review, 1965, pp. 182 - 98.

FELLNER, W. "Two Propositions in the Theory of Induced Innovations". The Economic Journal, junio de 1961; 305 - 308.

FELLNER, W. : "Profit Maximization, Utility Maximization, and the Rate and Direction of Innovation". The American Economic Review Papers and Proceedings, mayo de 1966. 24 - 33.

FELLNER, W. : "Empirical Support for the Theory of Induced Innovation". Quarterly Journal of Economics, 1971; 580 - 604.

FINDLAY, R. "Some Aspects of Technology Transfer and Direct Foreign Investment". The American Economic Review, mayo de 1978; 275 - 279.

FUNDERG, D. y TIROLE, J. "Preemption and Rent Equalization in the Adoption of New Technology". Review of Economic Studies (1985).

FREEMAN, CH. : "The Economics of Industrial Innovation. Harmondsworth. Penguin Books. 1974. (Existe traducción al castellano : La Teoría Económica de la Innovación Industrial. Madrid. Alianza Editorial, 1975).

GERSTENFELD, A. y WORTZEL, L.H. : "Strategies for Innovation in Developing Countries" Slogan Management Review. Otoño de 1977; 57 - 68.

GILBERT, R. y STIGLITZ, J. "Entry, Equilibrium and Welfare", 1979 (Paper presentado en Theoretical Industrial Organization, Montreal).

GOULET, DANIEL : "La Dinámica de la Tecnología Flujo", Perspectivas Económicas, N°26, Agencia de Información de los EE.UU., 1979.

GREENBERG, D; MARSHAL, W.J. y YANITZ, J.B. : "The Technology of Risk and Return". The American Economic Review, Junio de 1978; 241 - 251.

GRIFALCO, L. : "Dinámica del Cambio Tecnológico", Perspectivas Económicas N°2, 1983, United States Information Agency.

GRILICHES, Z. : "Hybrid Corn : an Exploration in the Economics of Technological Change". *Econometrica*, Octubre de 1957; 501 - 522.

HAHN, F.H. y MATTHEWS, R.C.O. : "The Theory of Economic Growth: A Survey", *E.J.*, 1964, pp. 779 - 902. También en la American Economic Association/Royal Economic Society, *Surveys in Economic Theory*, Volumen 2. Traducción castellana de esta última versión en los *Panoramas Contemporáneos de la Teoría Económica*, Alianza Ed.

HAHN, F.H. : *Readings in the Theory of Growth*, Mac Millan, Londres, 1971.

HEERTJE, A. : *Economics and Technical Change*. Londres. Weidenfeld and Nicolson, 1977.

HICKS, J.R. : *The Theory of Wages*. Londres. Mac Millan, 1932. Traducción castellana "La Teoría de los Salarios", Barcelona, Ed. Labor, 1973.

HIRSHLEIFER, J. : "The Private and Social Value of Information and the Reward of Inventive Activity". *American Economic Review*, Septiembre de 1971; 561-574.

HUGHES, J.J. PERLMAN, R. y DAS, S. : "Technological Progress and the Skill Differential". *The Economic Journal*, diciembre de 1981; 998 - 1005.

HULTEN, CH. R. : "Technical Change and the Reproducibility of Capital", *American Economic Review*, diciembre de 1975; 956 - 965.

ISHAQ NADIRI, M. y SCHANKERMAN, M.A. : "Technical Change Return to Scale, and the Productivity Slowdown". *The American Review*, Mayo de 1981; 314 - 319.

JORGENSON, D.W. y GRILICHES, Z. : "The Explanation of Productivity Change", *R. Ec. Stud.*, 1967, pp. 249 - 83.

JORGENSON, D.W. y GRILICHES, Z. : "Issues in Growth Accounting : A Replay to Edward Denison", Survey of Current Business, 1972.

JONES, HYWELL : "Introducción a las Teorías Modernas del Crecimiento Económico", Bosh, Casa Editorial, Barcelona. 1975.

KAMIEN, M.I. y SCHWARTZ, N.L. : "Patent Life and I + D Rivalry". American Economic Review, Marzo de 1974; 183 - 187.

KAMIEN, M.I. y SCHWARTZ, N.L. : "Market Structure and Innovation : a Survey". Journal of Economic Literature, marzo de 1975; 1 - 37.

KENNEDY, CH. : "A generalisation of the Theory of Induced Bias in Technical Progress". The Economic Journal, marzo de 1973; 48 - 57.

KENNEDY, C. : "Induced Bias in Innovation an the Theory of Distribution", E.J., 1964, pp. 541 - 47.

KENNEDY, C. : y THRILWALL, A.P. : "Technical Progress : A Survey", E.J., 1972, pp. 11 - 72.

KRAUS, MELVYN y JOHNSON HARRY, "Análisis del Equilibrio General", Edit. Labor Universitaria, Barcelona, 1977.

LEVIN, RICHARD : "Appropriability, R. y D. Speding, and Technological Perfomance", American Economic Review, May 1988.

LOURY, G.C. : "Market Structure and Innovation", The Quarterly Journal of Economics, agosto de 1979; 395 - 410.

LUCAS, R.E. : "Tests of a Capital - Theroretic Model of Technological Change". Review of Economic Studies, 34, 1967; 175 - 180.

LUCAS, ROBERT : "On the Mechanics of Economic Development", Journal of Monetary Economics, Vol. 22, Nº1, 1988.

MARSHALL, R. JORGE : "Technical Innovation in Heterogeneous Economies", Depto. de Economía, Facultad de Administración y Economía, U. de Santiago, Chile, 1986.



MAGAT, A. : "Technological advance with Depletion of Innovation Possibilities - Implications for the dynamics of Factor Shares". The Economic Journal, septiembre de 1979; 614 - 623.

MAGEE, S. : "Multinational Corporations, the Industry Technology Cycle, and Development". Journal of World Trade Law, 1977; 297 - 321.

MAGEE, S. : "Information and Multinational Corporation : An Appropriability Theory of Direct Foreign Investment" en Bagwati, J.N. The New International Economic Order : The North - South Debate. Cambridge, Press. The MIT Press, 1977. 317 - 340.

MANSFIELD, E. : "Technical Change and the Rate of Imitation". Econometrica, octubre de 1961; 741 - 766.

MANSFIELD, E. : "The Speed of Response of Firms to New Techniques". Quarterly Journal of Economics, mayo de 1963; 290 - 311.

MANSFIELD, E. : "Industrial Research and Technological Innovation", Nueva York, Norton and Co. 1968.

MANSFIELD, E. : "The Economics of Technological Change". Londres. Longmans, 1969.

MANSFIELD, E. : "International Technology Transfer : Forms, Resource requirement and Policies". American Economic Review, mayo de 1975; 372 - 376.

MANSFIELD, E.; RAPODORT, J.; ROMEO, A.; WAGNER, S. y BEARDSLEY, G. : "Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations". The Quarterly Journal of Economics, mayo de 1977; 221 - 240.

MANSFIELD, E.; ROMEO A. y WAGNER, S. : "Foreign Trade and U.S. Research and Development". The Review of Economics and Statistics, Febrero de 1979; 49 - 57.

MANSFIELD, E. : "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing". The American Economic Review, diciembre de 1980; 863 - 873.

MANSFIELD, E. y ROMEO, A. : "Technology Transfer to Overseas Subsidiaries by U.S Based Firms". The Quarterly Journal of Economics, diciembre de 1980; 737 - 750.

MANSFIELD, E.; SCHWARTZ, M. y WAGNER, S. : "Imitation Costs and Patents : On Empirical Study". The Economic Journal, diciembre de 1981; 907 - 918.

MANSFIELD, EDWIN : "Propiedad Intelectual, Tecnología y Crecimiento Económico", Perspectivas Económicas N°64, Agencia de Información de los EE.UU. 1988.

NABSETH, L., y RAY, G. : "The Diffusion of New Industrial Processes", 1974. Cambridge Press.

NEEDHAM, D. : "Market Structure and Firms R - D Behavior", Journal of Industrial Economics, Junio, 1975.

NEF, S. : "The Progress of Technology and the Growth of Large - Scale Industry in Great Britain, 1540 - 1640". Economic History Review, 5 (1934).

NELSON, R. : "Production Sets, Technological Knowledge, and R&D : Fragile and Over Worked Constructs for Analysis of Productivity". The American Economic Review, mayo de 1980 : 62 - 67.

NORDHAUS, W.D. : "Invention, Growth and Welfare : A Theoretical Treatment of Technological Change", Cambridge, Press. the MIT Press. 1969.

NORDHAUS, W.D. : "Some Skeptical Thoughts on the Theory of Induced Innovation". The Quarterly Journal of Economics 87, 1973; 209 - 219.

PHELPS, E.S. : "Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research", R. Ec. Stud., 1966, pp. 133 - 45.

QUINN, J.B. : "Technological Innovation, Entrepreneurship, and Strategy". Sloan Management Review, primavera de 1979; 19 - 30.

RANDLE, W. : "Problems de R&D Management", Harvard Business Review.

RAO, R., RUTENBERG, D. : "Preempting and Alert Rival : Strategic Timing of the First plant by and Analysis of Sophisticated Ricarly", Bell Journal of Economics, 10.

REIGANUM, J. : "Market Structure and the Diffusion of New Technology", Bell Journal of Economics 12(2).

RICHE, RICHARD : "Impacto del Cambio Tecnológico", Perspectivas Económicas, N°42, Agencia de Información de EE.UU. 1983.

RODRISKY, Y., VAIZEG, J. : "The Economics of Research and Technology", 1973, George Allen and Unwin.

ROMEL, PAUL : "Are Nonconvexities Important for Understanding Growth", American Economic Review, Vol. 80 N°2, 1990.

ROMEL, PAUL : "Capital, Labor, and Productivity", Brookings Papers on Economic Activity; Martin y Clifford Winstoneds, 1990.

ROSENBERG, N. : Ed. The Economics of Technological Change. Harmonds - worth, Midlesex. Inglaterra. Penguin Books, 1971.

ROSENBERG, N. : "Science, Invention and Economic Growth". The Economic Journal, marzo de 1974; 90 - 108.

ROSENBERG, N. : "Capital Goods. Technology and Economic Growth". Perspectives on Technology. Cambridge. Cambridge University Press, 1976; 141 - 150.

ROSENBERG, N. : "Economic Development and the Transfer of Technology : Some Historical Perspectives". Perspectives on Technology. Cambridge. Cambridge University Press, 1976; 151 - 172.

ROSENBERG, N. : "Problems in the Economist's Conceptualization of Industrial Innovation". Perspectives on Technology. Cambridge, Cambridge University Press, 1976; 61 - 84.

ROSENBERG, N. : "Perspectives on Technology". Cambridge, Cambridge University Press, 1976.

ROSENBERG, N. : "American Technology : Imported or Indigenous?" The American Economic Review, febrero de 1977; 21 - 26.

SAHAL, D. : "A Theory of Measurement of Technological Change", In J. System, Sci. Vol. 8, N°6, 1977; 671 - 682.

SAHAL, D. : "The Farm Tractor and the Nature of Technological Innovation", Research Policy, Vol. 10, 1981; 368 - 402.

SAHAL, D. : "Patterns of Technological Innovation". Reading, Mass, Addison - Wesley Publishing Company, Inc. 1981.

SALTER, W.E.G. : "Productivity and Technical Change". Londres. Cambridge University Press, 1969.

SAMUELSON, P. : "A Theory of Induced Innovation Along Kennedy - Weizsacker Lines". The Review of Economics and Statistics, noviembre de 1965; 343 - 356.

SCHERER, M. : "Invention and Innovation in the Watt - Boulton steam Engine Venture", Technology and Culture, Primavera 1965.

SCHMOOKLER, J. : "Invention and Economic Growth", Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1966.

SCHMOOKLER, J. : "Economic Sources of Inventive Activity". Journal of Economic History, marzo de 1962; 1 - 20.

SCHMOOKLER, J. : "Changes in Industry and in the State of Knowledge as Determinants of Industrial Invention". National Bureau of Economic Research. The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and social Factors. Princeton University Press, 1962. (Reeditado por Arno Press, Nueva York, 1975.)

SCHUMPETER, J.A. : "Business Cycle". Nueva York. Mac Graw - Hill, 1964.

SCHUMPETER, J.A. : "The Theory of Economic Development". Cambridge University Press, 1951. Existe también traducción castellada : "Teoría del Desarrollo Económico". México. Fondo de Cultura Económica. 1976.

SOCIEDAD CHILENA DE TECNOLOGIA (SOTEC) : "La Tecnología en el Desarrollo Nacional", Santiago, Chile, 1985.

SOLOW, R. : "Technical Change and the Aggregate Production Function". Review of Economics and Statistics. 1957, 312 - 320.

STIGLITZ, JOSEPH : "Technological Change, Sunk Costs, and Competition", Brookings Papers on Economic Activity 3, 1987, Washington. The Brookings Institution.

STONEMAN, P. : "The Economy Analysis of Technological Change", Oxford, University Press, 1983.

STREET, JAMES y JAMES, DILMUS : "Progreso Tecnológico en América Latina", Editorial Enero, México, 1982.

SURIS, JOSEP : "La Empresa Industrial Española ante la Innovación Tecnológica". Colección ESADE, Editorial Hispano Europea, Barcelona, España, 1987.

UTTERBACH, J.M.; ALLEN, T.J.; HOLLOMON, J.H. y SIRBU, M.A.JR. : "The Process of Innovation in Five Industries in Europe and Japan", IEEE Transaccion on Engineering Management, febrero de 1976; 3 - 9.

VERNON, R. : "International Investment and International Trade in the Product Cycle" en Quarterly Journal of Economics, mayo de 1966; 190 - 207.

VERNON, R.Ed. : "The Technology Factor in International Trade", Nueva York, National Bureau of Economic Research, 1970.

VERNON, R. y DAVIDSON, W.H. : "Foreign Production of Technology - Intensive Products by U.S.". Based Multinational Enterprises. Boston, 1979.

WILSON, R.W. : "The Effect of Technological Environment and Product on R&D Effort and Licensing of Inventions". The Review of Economics and Statistics, Mayo de 1977; 171 - 178.