

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE ECONOMIA



EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN MODELOS DE  
ASIGNACIÓN DE RECURSOS

(ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE UNA ECONOMÍA SUBDESARROLLADA)

TESIS

QUE EN OPCIÓN AL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMÍA  
PRESENTA

*Marín Maydon Garza*

N. L., MEXICO

FEBRERO DE 1971.



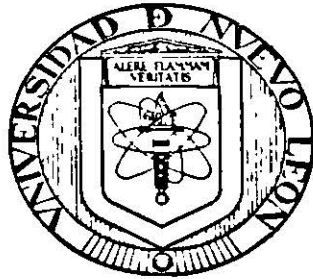




1080064208

# UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON

## FACULTAD DE ECONOMIA



### EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN MODELOS DE ASIGNACION DE RECURSOS

(ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE UNA ECONOMIA SUBDESARROLLADA)

TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMIA  
PRESENTA

*Marín Maydon Garza*

MONTERREY, N. L., MEXICO

FEBRERO DE 1971.

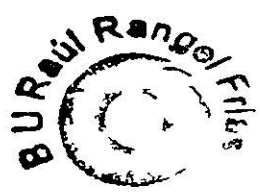


T  
HC79  
• T4  
M3



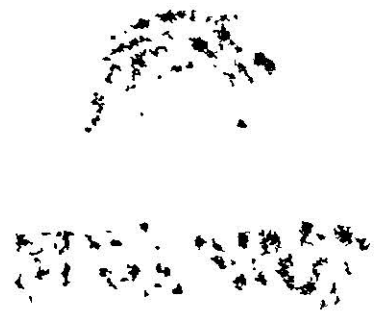
Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. tesis



UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

A MIS PADRES



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis maestros lo que de ellos aprendí y en especial a los Licenciados Leoncio Durandean y Romeo Madrigal que formaron parte del jurado de mi examen profesional en la Facultad de Economía de la Universidad de Nuevo León. Así mismo, dejo constancia de mi agradecimiento a mis condiscípulos, entre los que se encuentra Jesús Marcos que también formó parte del referido jurado.



## INDICE

	Página
INTRODUCCION	6
I EL CAMBIO TECNOLOGICO EN MODELOS DE ASIGNACION DE RECURSOS	8
IA <u>Modelos sin sector de investigación</u>	9
IB <u>Modelos con sector de investigación</u>	13
IB. 1 Inclusión de un solo tipo de cambio tecnológico	13
IB. 2 Inclusión de más de un solo tipo de cambio tecnológico	17
IC <u>Resumen y conclusiones</u>	23
II UN MODELO DE CAMBIO TECNOLOGICO Y ASIGNACION DE RECURSOS PARA REFERIRSE A UNA ECONOMIA SUBDESARROLLADA	27
IIA <u>Estructura del modelo</u>	29
IIB <u>Consideraciones acerca de algunos problemas de una economía subdesarrollada</u>	34
IIB. 1 La asignación de recursos a diversas actividades de inversión	34
IIB. 2 La adquisición de diferentes tipos de cambio tecnológico	35
IIB. 3 La importación de técnicas y el fortalecimiento de la investigación local	40
CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFIA	47

## INTRODUCCION

La mayor parte del material presentado aquí tiene su origen en la tesis doctoral del autor <sup>\*</sup>. De hecho, como la extensión del presente trabajo es reducida en comparación con la de la tesis doctoral, discusiones más largas de algunos de los tópicos pueden ser encontradas en esta última; lo mismo que el tratamiento de algunos puntos que aquí ni siquiera serán mencionados.

Uno de los objetivos que se perseguirán será el de probar, por medio del examen del Capítulo I, que los modelos de asignación de los recursos que consideran la posibilidad del cambio tecnológico tienen en general una estructura teórica que ignora problemas como los siguientes: a) qué tanto invertir en la investigación y el desarrollo que mejore la productividad de los recursos humanos, en comparación con otras actividades de inversión como la educación y el entrenamiento; b) qué tipos de cambio tecnológico deben de ser obtenidos; y c) qué tanto invertir en las distintas formas de obtener el cambio tecnológico (distintas actividades de investigación y desarrollo o la importación de técnicas del exterior).

\* Ver Maydón [1969].

El segundo objetivo será el de construir un modelo que sirva de estructura teórica para referirse a los problemas señalados arriba, y para derivar hipótesis acerca del tipo de cambio tecnológico que se debe de adquirir en una economía subdesarrollada y acerca de la viabilidad del desarrollo de la investigación tecnológica en los países subdesarrollados. Todo esto se hará en el Capítulo II, donde algunas de las propiedades del modelo mostrado no se probarán sino más bien se darán por supuestas.

Debe de quedar claro que el ejercicio teórico presentado tiene relevancia empírica inmediata en cuanto sirve de base para las hipótesis que aquí mismo se formulan; independientemente de que otras hipótesis puedan ser posteriormente formuladas con base al mismo modelo, e independientemente de que el modelo pueda ser modificado para servir de base a otro conjunto de hipótesis. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es el de presentar un conjunto de hipótesis apoyadas por un modelo y no el de presentar pruebas empíricas para aceptarlas o rechazarlas.



## II

EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN MODELOS DE ASIGNACION DE  
RECURSOS

Cualquier interesado en estudiar el papel que juega el cambio tecnológico en la determinación de las oportunidades de consumo de la sociedad a través del tiempo, debe de estar obligado a examinar a las teorías de crecimiento económico. Los modelos de crecimiento económico encontrados en la literatura teórica sólo habían llegado a considerar al cambio tecnológico como algo "exógeno" hasta muy recientemente. La falta de conocimiento, y las dificultades encontradas al tratar de esquematizar el proceso de cambio tecnológico (la modificación de las relaciones entre insumos y productos), explican el por qué los modelos matemáticos utilizados en la literatura del crecimiento económico únicamente se referían al cambio tecnológico como algo "exógeno", o simplemente lo ignoraban.

Probablemente nadie nunca ha estado convencido de que el cambio tecnológico es algo exógeno, pero el suponerlo se ha ido transformando en una hipótesis de trabajo cada vez menos aceptable. Investigaciones efectuadas a nivel micro-económico han contribuido a incrementar el interés en tratar al cambio tecnológico como algo que depende del esfuerzo que las diversas unidades económicas desempeñan para obtenerlo. Más concretamente, las preguntas que se han planteado han sido con respecto a si las empresas asignan recursos a la investigación y el desarrollo en base a los rendimientos esperados, creando un motor para el cambio tecnológico.

## IA Modelos sin sector de investigación.

Los modelos que no toman al cambio tecnológico como algo exógeno, lo relacionan con otras variables que se encuentran incluidas dentro del modelo y de esta manera lo convierten en algo "endógeno". Sin embargo, es importante el observar la forma en que el cambio tecnológico se considera "endógeno" en estos modelos. Por ejemplo, los cambios relativos en la productividad pueden ser ligados a los cambios relativos en la inversión bruta, convirtiendo a esta última en el vehículo del progreso tecnológico, como lo hace N. Kaldor [1957], [1961]. Por otro lado, también se puede argüir que los cambios en la productividad son el resultado del hecho de que "haciendo se aprende" (learning by doing) y que pueden ser considerados como dependientes del total acumulado de máquinas (inversión bruta acumulada) que hayan sido producidas a través del tiempo en la economía. Es bajo estos supuestos que K. Arrow [1962] construye su modelo <sup>de</sup> "haciendo se aprende". Los enfoques de N. Kaldor y de K. Arrow, representan dos caminos para lograr que el cambio tecnológico sea considerado como endógeno. Sin embargo, de ninguna manera toman en cuenta que el cambio tecnológico depende de los recursos asignados a la investigación y el desarrollo, independientemente de que algunos de los resultados de la investigación tecnológica tengan que venir incorporados en la inversión bruta para que tengan alguna relevancia económica, e independientemente de que la influencia del hecho de que "haciendo se aprende" sea significativa.

Tanto en el caso de N. Kaldor como de K. Arrow, los modelos desarrollados dejan establecido que la producción e instalación de nuevos bienes de capital es el vehículo del cambio tecnológico. Lo mismo sucede con los modelos de Shenshinski [1967], aunque estos difieren del modelo de Arrow en los supuestos acerca de la función de producción, y en que en uno de los modelos introduce cambio tecnológico "incrementador de trabajo" (labor augmenting) y en el otro considera que el cambio tecnológico es "neutral" con respecto a los factores. De esta manera, a pesar que Shenshinski sigue a Arrow en aquello de que "haciendo se aprende", ninguno de los dos admite la posibilidad de que se registre cambio tecnológico al aprender a hacer algo cuando no se producen y se instalan nuevos bienes de capital.

La posibilidad de que el cambio tecnológico se origine simplemente por el hecho de aprender a hacer algo, independientemente de que se produzcan y se instalen nuevos bienes de capital, es aislada en una forma interesante por P. Bardhan [1967]. Al suponer que no existe una industria de bienes de inversión, logra que el énfasis sea puesto en el efecto que tiene el fenómeno de "aprender haciendo" por sí mismo. Esto se obtiene en el modelo al suponer que la productividad en una de las industrias de bienes de consumo de la economía (se suponen dos) depende de la experiencia acumulada en esa industria, la cual se representa por el total acumulado de todo lo que se ha producido en el pasado del bien en cuestión.



En todos los casos de los modelos mencionados arriba en los cuales se supone que "haciendo se aprende", el "paso" del cambio tecnológico en la economía depende del patrón de consumo que la sociedad determine a través del tiempo. En los casos de los modelos de Arrow y Shenshinski, el paso del cambio tecnológico dependerá del patrón de consumo seleccionado, ya que éste implicará un cierto ritmo de producción e instalación de nuevos bienes de capital, lo cual determina los incrementos en la productividad. En el caso del modelo de Bardhan, el "paso" del cambio tecnológico dependerá del papel que juegue en el patrón de consumo de la sociedad el bien que se produce en la única industria donde se supone que "haciendo se aprende" (en la otra industria de consumo que se incluye en el modelo se supone que este fenómeno no ocurre).

En los modelos de crecimiento económico se puede encontrar que el cambio tecnológico puede ser "inducido", sin que ello signifique que dependa de los gastos efectuados en la investigación y el desarrollo. Se podría pensar que cuando se arguye que el cambio tecnológico es inducido por cambios en los precios relativos de los factores, se tiene implícitamente la idea de que algunos recursos se están aplicando en diferentes formas y montos a la investigación y el desarrollo. Sin embargo, la palabra "inducido" ha sido empleada en estos casos en un sentido que implica más bien algún tipo de cambio tecnológico que es "controlable" sin la necesidad de tener recursos ocupados en la investigación y el desarrollo. Este es el caso de la teoría de

la innovación inducida de Weizsacker, Kennedy y Samuelson <sup>1/</sup>. La teoría supone que diferentes combinaciones alternativas de incrementos en las productividades de los diferentes factores pueden ser seleccionadas en un punto en el tiempo, y que la frontera de tal conjunto de combinaciones esta representada por una curva que es cóncava hacia el origen. Midiendo los posibles incrementos en las productividades de los dos factores disponibles en la economía en los ejes, la concavidad de la referida curva indica que para obtener un incremento mayor en la productividad de uno de los factores, un incremento menor en la productividad del otro factor tiene que ser aceptado. Se puede suponer que esta especie de curva de "posibilidades de cambio tecnológico" le es dada a la economía exógenamente. Sin embargo, esto no tiene que ser así. Samuelson supone que la curva no esta dada exógenamente cuando establece que tales posibilidades de cambio tecnológico se obtienen al tener "una cantidad limitada de recursos disponibles para la investigación y el desarrollo" <sup>2/</sup>. A pesar de esta aclaración hecha por Samuelson, el cambio tecnológico en su modelo viene a quedar como si fuera exógeno, ya que la implicación más interesante del cambio tecnológico endógeno, desde un punto de vista de política económica, no se analiza. Es decir, no se considera qué pasa cuando

1. Ver Kennedy [1964], [1966] y Samuelson [1965], [1966].

2. Samuelson [1965], p.343

diferentes combinaciones y cantidades de recursos son asignados a la investigación y el desarrollo. A pesar de que en este modelo no se decide en la economía qué recursos hay que asignar a la investigación y el desarrollo, se analiza el problema de la determinación de la dirección que va a tomar el cambio tecnológico (el ritmo de cada una de las dos clases de cambio tecnológico que se suponen en el modelo).

#### IB Modelos con sector de investigación.

El análisis de qué recursos van a ser asignados a la investigación y el desarrollo en una economía, con el propósito de generar cambio tecnológico, ha sido intentado en diversas formas. Entre estos intentos se pueden señalar a los modelos de Uzawa [1965], Shell [1966], [1967a], [1967b], y Phelps [1966], que consideran una sola clase de cambio tecnológico, y a los modelos de Nordhaus [1967], Drandakis y Hu [1968?] y Weizsacker [1966], que suponen que la investigación y el desarrollo proporcionan más de una sola clase de cambio tecnológico.

##### IB. 1 Inclusión de un solo tipo de cambio tecnológico.

Aunque Uzawa [1965] diseñó su modelo para hablar del proceso de educación y no del cambio tecnológico, la especificación matemática de su modelo se presta para interpretarlo en términos de un proceso de inversión en investigación y desarrollo. La razón es que Uzawa define a los resultados de la inversión en educación como incrementos en la productividad del trabajo, lo que equivale a un cambio tecnológico "incrementador



del factor trabajo" (labor augmenting). Sin embargo, esto de ninguna manera hace posible que el modelo sirva para discutir el problema de cuánto invertir en la educación en comparación a cuánto invertir simultáneamente en la investigación y el desarrollo. Ya sea que el modelo se interprete en términos de inversión en educación, o en términos de inversión en la investigación y el desarrollo, o incluso en términos de una combinación de los dos tipos de inversión, el efecto "incrementador del factor trabajo" se hace depender del porcentaje de la oferta de trabajo que se asigna para tales propósitos. Es decir, se supone que lo que es relevante en la asignación de los recursos para lograr incrementos en la productividad de los factores no es el monto absoluto de recursos asignados, sino la cantidad relativa (porcentaje).

El supuesto de que lo que se logre en la investigación y el desarrollo depende de la cantidad relativa de los recursos asignados se encuentra también en otros modelos como los de Nordhaus [1967], Shell [1966] y Drandakis y Hu [1968?]. La "justificación" que generalmente se da para este tipo de supuesto es que aunque probablemente no es justificable empíricamente, simplifica los problemas matemáticos de los modelos que tratan de presentar un equilibrio de "estado nivelado" (steady state) para la economía. De esta manera, con todo y lo interesante e ilustrativos que estos modelos puedan ser, tienen una seria limitación en cuanto a su definición del proceso de

generación del cambio tecnológico a través de la investigación y el desarrollo.

Phelps [1966] hace una definición del proceso de investigación y desarrollo que es más elaborada que la del modelo de Uzawa. Sin embargo, sus supuestos también están sujetos al objetivo de encontrar un "estado nivelado" de equilibrio. Es por esta razón que, en la tercera versión de su modelo, la relación funcional entre los recursos asignados a la investigación y el desarrollo y el ritmo del cambio tecnológico, que es "incrementador del factor trabajo", depende de la tasa de crecimiento de lo que Phelps llama "investigación efectiva" (effective research). Es a través de esta "variable de arteificio" que Phelps logra las propiedades de equilibrio de estado nivelado y al mismo tiempo toma en cuenta que el cambio tecnológico depende del factor trabajo asignado a la investigación, la calidad de los investigadores y el acervo de capital no-humano asignado al proceso de investigación.

El suponer en los modelos que el cambio tecnológico es "incrementador del factor trabajo", no es la única manera de considerar a una sola clase de cambio tecnológico. Otra forma de hacerlo, logrando al mismo tiempo que no sólo uno de los factores registre incrementos en su productividad, es el suponer que la única clase de cambio tecnológico que hay en la economía es "neutral" con respecto a los factores de producción (estilo Hicks). Los modelos de Shell [1966], [1967a], [1967b] introducen esta posibilidad, aunque difieren en la especificación

ción del sector de investigación y desarrollo.

El primero de los modelos de Shell [1966] supone que en la economía sólo se produce un bien, que lo mismo puede servir como bien de consumo que para incrementar el acervo de bienes de capital o como insumo del sector de investigación y desarrollo. La relevancia empírica de estos supuestos no tiene, sin embargo que buscarse en la observación de que un mismo bien no puede servir para todo. Desde un punto de vista matemático, un modelo que supusiera que el bien de consumo es distinto del bien de capital, y que los insumos del sector de investigación y desarrollo no están definidos en términos de un solo bien, sino en términos de dos factores de producción (capital y trabajo), no necesariamente sería esencialmente diferente del modelo de Shell [1966] al que se está haciendo referencia. No sería diferente si se supusiera que las intensidades en el uso de los factores en los tres sectores (bien de consumo, bien de capital e investigación) son exactamente las mismas. En vista de esto, lo que importa desde un punto de vista empírico es el si efectivamente las intensidades en el uso de los factores en la producción de bienes de consumo y de capital y en la investigación es la misma; lo cual es poco probable.

En un segundo modelo, Shell [1967a] continúa suponiendo que sólo se produce un bien en la economía y que sirve para el consumo, el aumento del acervo de capital y como insumo a la investigación. No es sino en un tercer modelo que Shell [1967b]

permite que el modelo tenga dos sectores con diferentes intensidades en el uso de los factores. En uno de los sectores se produce un bien que puede ser empleado para el consumo o para incrementar el acervo de capital de la economía. En el otro sector se lleva a cabo la actividad de investigación y desarrollo, y los insumos empleados son trabajo y bienes de capital, que se miden en términos absolutos. Bajo el supuesto de diferentes intensidades en el uso de los factores en cada sector, se tiene que determinar la cantidad de cada uno de los factores que se va a asignar a cada sector. El porcentaje de la oferta de uno de los factores que se asigne a un sector dado será distinto del porcentaje de la oferta del otro factor que se asigne al mismo sector; lo cual no puede suceder cuando las intensidades son las mismas en todos los sectores. De esta manera al introducir el supuesto de sectores con distintas intensidades en el uso de los factores, se agregan al modelo más incógnitas por determinar.

#### IB. 2 Inclusión de más de un solo tipo de cambio tecnológico.

Al examinar a los modelos que suponen una sola clase de cambio tecnológico, se señaló que esto no necesariamente requiere que se suponga que el cambio tecnológico sólo afecta a uno de los factores de producción, ya que se puede suponer que el cambio tecnológico es "neutral" al estilo de Hicks. Ahora, al examinar los modelos de Nordhaus [1967]. Drandakis y Hu

[1968?-] y de Weizsacker [1966], que suponen la posibilidad de que se genere más de una sola clase de cambio tecnológico al asignar recursos a la investigación, se tiene que observar que no es necesario suponer que cada clase de cambio tecnológico es generado por su propio sector de investigación y desarrollo. De ninguna manera se hace necesario que se suponga más de un sector de investigación y desarrollo, porque se puede suponer que el único sector de investigación y desarrollo que haya en la economía puede generar "paquetes" o "canastas" de progreso tecnológico que combinen de distinta manera los diferentes tipos de cambio tecnológico existentes.

Esta clase de supuesto, que tiene la implicación de que se considera que todo tipo de investigación tiene la misma intensidad en el uso de los factores, es el que se utiliza en los modelos de Nordhaus [1967], Drandakis y Hu [1968?], y en el de Weizsacker [1966]. Es así que ninguno de estos modelos considera la posibilidad de que por ejemplo, la intensidad en el uso de los factores en la investigación que va orientada a aumentar la productividad del trabajo sea distinta de la intensidad de los factores en la investigación orientada a aumentar la productividad del capital no-humano. En todos estos modelos, da(das) la(s) cantidad(es) de factor(es) asignada(s) a la investigación, se obtiene un conjunto de "canastas" que combinan en distintos grados los diferentes tipos de cambio tecnológico; y el efecto que tiene el aumentar la(s) cantidad(es) de factor(es) asignado(s), es el de expandir a ese conjunto de "canastas" de progreso tecnológico.

Si el problema de las cantidades de recursos que se van a asignar a la investigación y el desarrollo no se analiza, y se supone que el monto de tales recursos está fijo, lo que se hace con el modelo es algo equivalente a suponer que el conjunto de posibles "canastas" de progreso tecnológico es dado exógenamente a la economía. Esto se señaló con respecto al modelo de Samuelson [1965], [1966], y la misma observación se puede hacer en el caso de la versión macro-económica del modelo de Weizsacker [1966] que se examinará más adelante.

Empleando la curva de posibilidades de cambio tecnológico de la teoría de la inversión inducida de Kennedy, Weizsacker y Samuelson, (combinaciones de tasas de incremento en las productividades de los dos factores), Nordhaus [1967] construye un modelo de asignación de los recursos a la investigación y el desarrollo. Para lograr esto supone, inspirado en Uzawa [1965], que el nivel de esa curva depende del porcentaje de la oferta de trabajo en la economía que se asigna a la investigación y el desarrollo<sup>3/</sup>. De esta manera, dada una tasa de incremento en la productividad del trabajo, la tasa de incremento en la productividad de los bienes de capital que se puede obtener en un momento dado será mayor (y viceversa) entre mayor sea el porcentaje de la fuerza de trabajo asignada a la investigación y el

3. Nótese que como un solo factor se usa como insumo del sector de investigación y desarrollo, el concepto de "intensidad" en el uso de los factores es irrelevante.



desarrollo.

Como en otros modelos, el objetivo de encontrar <sup>un</sup> equilibrio de "estado nivelado" para la economía fue lo que inclinó a Nordhaus a definir a los recursos asignados a la investigación en términos de un porcentaje, en lugar de hacerlo en términos de montos absolutos.

El modelo de Drandakis y Hu [1968?] es similar al desarrollado por Nordhaus, excepto que el nivel de la curva de posibilidades de cambio tecnológico no se hace depender de la proporción de la fuerza de trabajo que se asigna a la investigación y el desarrollo. En lugar de esto, al suponer que en la economía sólo se produce un bien que sirve para consumo y para incrementar el acervo de capital, se establece que el nivel de la curva de posibilidades de cambio tecnológico depende del porcentaje que de ese mismo bien se asigne como insumo del sector de investigación. Este tipo de supuestos, como se señalaba al examinar los modelos de Shell [1966], [1967a], son equivalentes a suponer que si el sector de investigación usa directamente trabajo y capital como insumos, la intensidad en el uso de los factores es la misma que la del (de los) sector(es) donde se produce(n) el bien de consumo y el de capital. Lo mismo que en otros modelos, el insumo del sector de investigación se definió en términos de porcentaje, en lugar de en términos de montos absolutos, con el objeto de proporcionar al

modelo las propiedades de un equilibrio de "estado nivelado" (steady state).

Todos los modelos de asignación de recursos a la investigación y el desarrollo que se han presentado hasta aquí incluyen dentro de sus supuestos el de que las funciones de producción de los bienes que existen en la economía son continuas. Contrario a esto, Weizsacker [1966] supone en su modelo que las funciones de producción de los bienes tienen coeficientes de insumo-producto que son fijos en un momento dado de tiempo. En esta forma, la posibilidad de sustituibilidad entre factores de producción sólo se cristaliza a través del tiempo, en la medida que el cambio tecnológico ocurre. Weizsacker aclara que se hace este supuesto porque, siguiendo a Kaldor, "la substitución [de factores] toma tiempo y por lo tanto no puede ser distinguida estrictamente del cambio tecnológico"<sup>4/</sup>. Esta dificultad para distinguir una cosa de la otra es grave, pero el suponer que definitivamente no se puede distinguir una de la otra, no resuelve el problema del tomador de decisiones que tiene que tener una idea, por lo menos, de si los ajustes en las proporciones de factores usadas se pueden hacer a lo largo de una misma función de producción dada. Si esto es así, entonces puede haber sustituibilidad de factores independientemente de que no se invierta en la investigación y el desarrollo.

<sup>4/</sup> Ver Weizsacker [1969], p. 245.

Además de que el modelo de Weizsacker [1966] se distingue por el supuesto de coeficientes de insumo-producto fijos, también se distingue porque no sólo hace diferencia entre distintos tipos de cambio tecnológico que afectan a diversos factores, sino que incluye distintos tipos de cambio tecnológico que son identificados con respecto a cada factor y con respecto a la industria en la que el factor se encuentre asignado (bienes de consumo y máquinas). Los coeficientes de insumo-producto de cada industria pueden ser cambiados a través del tiempo por medio de la investigación y el desarrollo. Sin embargo, como otros modelos, tiene la limitación de que sólo hay un sector en el que se hace la investigación y en el que el único insumo que se utiliza es el factor trabajo.

Weizsacker presenta dos versiones de su modelo. Una de ellas es a nivel macro-económico, y la otra es a nivel micro-económico. En ambas versiones se supone que el nivel de la actividad en el sector de investigación y desarrollo depende de proporción (porcentaje) del factor trabajo que es asignado a ese sector. Sin embargo, sólo en la versión micro-económica del modelo se analiza el problema de qué tantos recursos asignar a la investigación y desarrollo, al suponer que las empresas pueden variar la proporción del factor trabajo que asignan a tales propósitos. Por el contrario, en la versión macro-económica, supone que proporción del total de trabajo que se asigna a la investigación está dado y fijo en la economía. Al suponer esto,

el conjunto de "canastas" de combinaciones de cambios en los distintos coeficientes de insumo-producto de las industrias de bienes de consumo y de máquinas, queda fijo, y en la economía sólo se puede escoger una de las "canastas" incluidas en el referido conjunto de posibilidades. Todo esto hace la versión macro-económica de este modelo comparable con el modelo de Samuelson [1965], [1966], del cual se señalaron limitaciones.

#### IC Resumen y conclusiones.

A lo largo del examen que se hizo de modelos que analizan la generación del cambio tecnológico por medio de la investigación y el desarrollo, se señalaron las limitaciones que tienen los distintos supuestos que se utilizan. Los supuestos que tienen serias limitaciones se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) existencia de un solo tipo de cambio tecnológico;
- b) posibilidad de generar más de un solo tipo de cambio tecnológico, pero bajo la condición de que hay una sola clase (sector) de investigación y desarrollo que genera los distintos tipos de cambio tecnológico; lo que no permite analizar el problema de la asignación de recursos a distintos tipos de investigación;
- c) utilización de un solo insumo en el sector de investigación y desarrollo (trabajo);

- d) utilización de dos factores de producción como insumos del sector de investigación y desarrollo sólo de manera indirecta, a través de asignar una fracción de la producción del único bien existente en la economía a la investigación; lo que equivale a suponer que tanto el sector de investigación como el de la producción de bienes tienen las mismas intensidades en el uso de los factores; y
- e) definición de los factores asignados a la investigación y el desarrollo en términos relativos o porcentuales, con el objeto de dotar de ciertas propiedades (steady state) a las soluciones de equilibrio del modelo.

No todos los supuestos que se mencionan arriba son mutuamente exclusivos, y se pueden encontrar varios de ellos combinados en un mismo modelo, como se indicó al ir examinando los modelos correspondientes.

Además de las limitaciones a las que ya se ha hecho mención, se tiene que observar que ninguno de los modelos examinados considera la posibilidad de que la productividad del trabajo pueda ser incrementada simultáneamente por dos procesos distintos: a) la educación y entrenamiento y b) la investigación que genera cambio tecnológico. De esta manera, con esos modelos no se puede discutir el problema de si es mejor invertir en la educación y el entrenamiento que en la investigación y el desarrollo.

Por otro lado, otra limitación que tampoco se puede ignorar en todos los modelos a los que se ha hecho referencia es que en un momento dado en el tiempo, la economía sólo dispone de una sola clase de factor humano. Es decir, no se distingue la posibilidad de que por distintas razones (como en el caso de los países subdesarrollados) existan tanto trabajo no-calificado como "capital humano".

El examen de modelos presentado aquí muestra que ninguno de los modelos considera simultáneamente la siguiente combinación de posibilidades de supuestos:

- 1.- más de una sola clase de cambio tecnológico,
- 2.- más de un sector de investigación y desarrollo, o donde se pueda obtener cambio tecnológico (ejemplo, el extranjero),
- 3.- diferenciación entre la actividad que genera el cambio tecnológico y la actividad en otros tipos de inversión que también aumenta la productividad de los factores (ejemplo, educación),
- 4.- existencia de trabajo no-calificado como algo diferente del "capital humano", y la existencia de recursos naturales como algo diferente de las "máquinas".

Considere por un momento que en un país hay trabajo no-calificado al mismo tiempo que trabajo calificado o educado, y que existen recursos naturales que han sido mejorados a través



de actos de inversión (ejemplo, tierra irrigada o maquinaria) y otros que permanecen en su estado natural. Considere también que en el país hay preocupación acerca de qué política seguir con respecto al énfasis que hay que dar a la educación en comparación con la investigación; y que la frecuente importación de tecnología del exterior origina discusiones acerca de qué clase de cambio tecnológico es el que conviene al país, acerca de si la nueva tecnología se obtiene de manera más económica en el exterior, o de si es preferible obtenerla a través de la investigación local, y acerca de si la nueva tecnología desplaza al factor trabajo. Es claro que, dado que ninguno de los modelos examinados considera simultáneamente a las combinaciones de supuestos que enumeraron arriba, el interés de un país en decidir acerca de qué tipo de cambio tecnológico obtener, dónde obtenerlo y qué énfasis dar a la educación y a la investigación, no se puede ver ayudado por tales modelos. Con el objeto de atender a un mínimo el tipo de problemas señalado, se hace necesario desarrollar un modelo cuya estructura cumpla por lo menos con las cuatro características enumeradas arriba. Un modelo que llene estos requisitos será presentado en lo que sigue.

## II

## UN MODELO DE CAMBIO TECNOLÓGICO Y ASIGNACION DE RECURSOS PARA REFERIRSE A UNA ECONOMIA SUBDESARROLLADA

un modelo

. Al observar que en la construcción de/la introducción de relaciones más completas, o que expliquen mejor la realidad, fácilmente complica al modelo y hace difícil su manejo, se tiene que tomar una decisión con respecto a qué características es preferible sacrificar. Tomando en cuenta que una de las características que a menudo se buscan en los modelos es la de obtener una solución de equilibrio de "estado nivelado" (steady state), se considera preferible el no intentar demostrar que el modelo que se va a construir tiene esa característica. Es preferible sólo estar dispuesto a hacerlo más complicado cuando se puedan suponer relaciones que expliquen mejor la realidad en otros aspectos que no sean un "estado nivelado" cuya relevancia empírica es muy remota.

Sin meterse a investigar las propiedades de equilibrio de "estado nivelado" de un modelo, se pueden investigar las propiedades, o forma, de la superficie de posibilidades de consumo para la sociedad a través del tiempo. Al hacer esto, se pueden determinar las tasas de rendimiento, medidas en términos de los bienes de consumo, que se obtienen al sacrificar alguna clase de consumo en un punto en el tiempo para efectuar una "inversión" que afectará al consumo en algún otro punto en el tiempo <sup>5/</sup>. Poniéndolo de otra forma, se pueden conocer las ta-

5. Ver Solow [1963].

tasas de transformación de un tipo de consumo por otro en un mismo punto en el tiempo y las tasas de transformación de consumo en un punto en tiempo por consumo en otro punto en el tiempo. Estas tasas de rendimiento o de transformación son una herramienta relevante para la evaluación de decisiones que afectan la asignación intertemporal de los recursos.

Si el interés se enfoca sobre la superficie de posibilidades de consumo para la sociedad a través del tiempo, es importante el determinar si tal superficie es cóncava. La concavidad de la curva, que garantiza la existencia de tasas decrecientes de transformación de un tipo de consumo por otro, es una propiedad que facilita el conocimiento de hacia donde una solución óptima, en cuanto a decisiones de inversión, puede ser encontrada. Sin embargo, aquí no se tiene el propósito de demostrar que el modelo que se va a presentar genera una superficie de posibilidades de consumo a través del tiempo que es cóncava<sup>6/</sup>. El objetivo es más bien presentar un modelo cuya estructura pueda ser usada para referirse a los problemas de decisiones de inversión en la adquisición de cambio tecnológico que se mencionaban al final del capítulo anterior. Tomando como base las características mínimas que se mencionarán que un modelo que sirviera para referirse a tales problemas debería de tener, en

6. Para obtener detalles acerca de la propiedad de concavidad en el modelo que se presentará, referirse a Maydón [1969].

seguida se presenta la estructura básica del modelo.

Es importante observar que en el modelo que se describirá, se incluyen diversas funciones que relacionan insumos con productos (incluyendo a la función correspondiente al proceso de investigación y desarrollo que "produce" el cambio tecnológico). Sin embargo, con el fin de no detenerse en las características específicas de cada función, que son determinantes de la concavidad de la superficie de posibilidades de consumo, simplemente se hará el supuesto general que las características de las funciones son tales que garantiza la referida concavidad <sup>7/</sup>.

#### IIA Estructura del modelo.

El modelo supone lo siguiente:

- que hay dos tipos de factores "naturales",  $N_1$  y  $N_2$ , que se pueden "mejorar" por medio de actos de inversión, y que se pueden identificar como el factor humano (trabajo no-calificado) y como el factor no-humano (tierras vírgenes, minerales, etc.)
- que cada uno de los factores naturales "mejorado" es capaz de proporcionar un correspondiente flujo de "servicios del factor mejorado",  $Z_1$  y  $Z_2$  respectivamente,

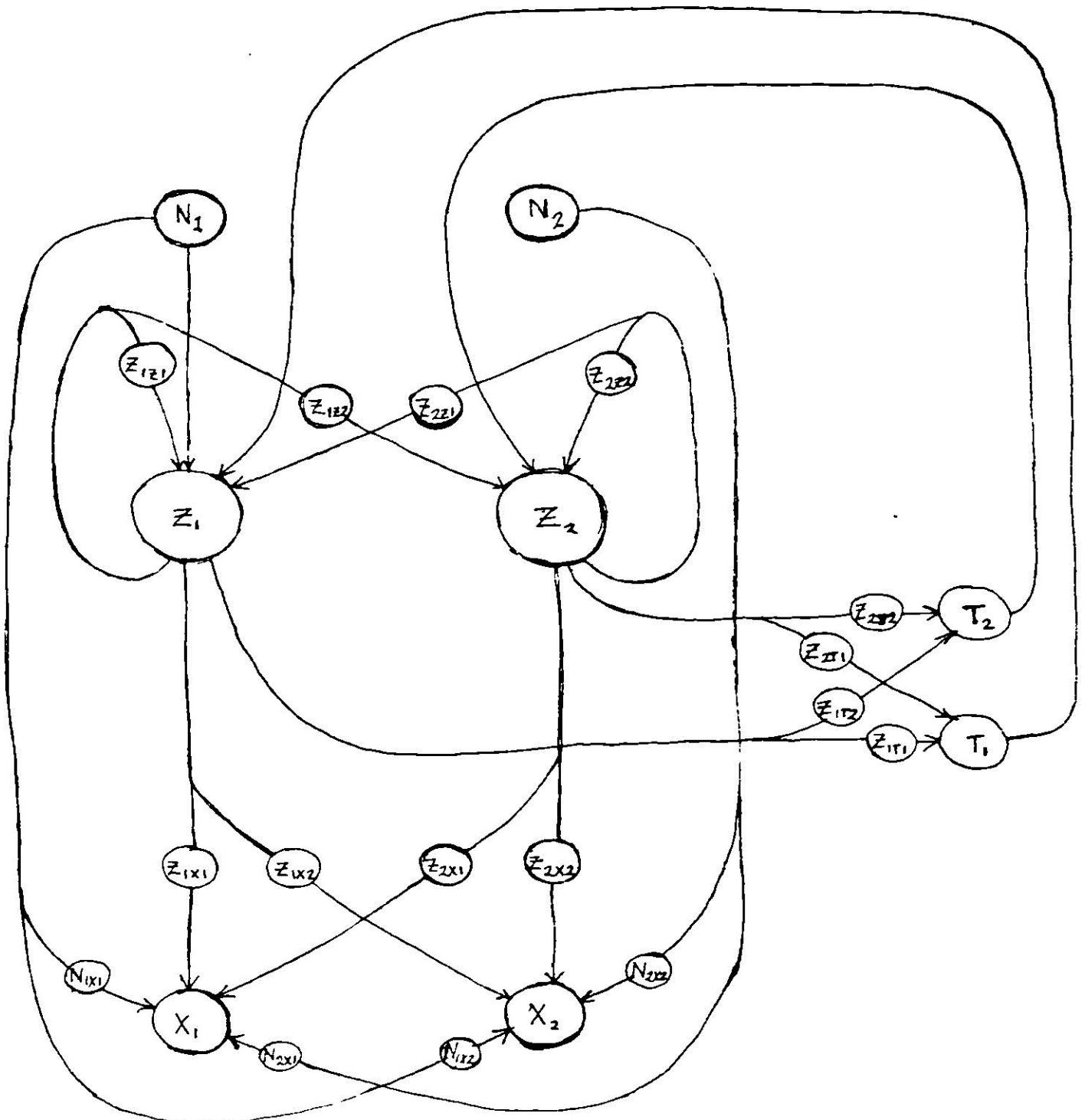
7. Mayores detalles respecto a posibles características de las funciones se pueden encontrar en Maydón [1969].

- (servicios del capital humano en comparación de servicios de las tierras irrigadas o de las máquinas), que se miden en "unidades de eficiencia" -(efficiency units) que las cantidades  $Z_1Z_1$  y  $Z_2Z_1$  de los servicios de los factores "mejorados"  $Z_1$  y  $Z_2$ , se utilizan para mejorar a una parte del factor natural  $N_1$ , que se denota por  $N_1'$ , y que las cantidades  $Z_1Z_2$  y  $Z_2Z_2$  se utilizan para mejorar a una parte de  $N_2$ , que se denota por  $N_2'$  (es decir, los servicios del capital humano y de las máquinas se utilizan para mejorar al trabajo a través de la educación, o para mejorar al factor no-humano a través de la irrigación, la construcción de máquinas, etc.)
- que las diferencias  $N_1-N_1'$  y  $N_2-N_2'$  representan a las partes de los factores naturales que permanecen en su estado natural, las cuales son "superabundantes"<sup>8/</sup>
  - que hay dos tipos de cambio tecnológico,  $T_1$  y  $T_2$ , que se definen en términos de incrementos de las productividades de los dos tipos de servicios de factores mejorados,  $Z_1$  y  $Z_2$  respectivamente<sup>9/</sup>.
  - que las cantidades  $Z_1T_1$  y  $Z_2T_1$  de los servicios de los

9. Este supuesto se puede extender a considerar además otros dos tipos de cambio tecnológico que aumenten la productividad de los factores naturales no mejorados; por ejemplo, considerando un cambio tecnológico que aumente la productividad del trabajo no-calificado.

8. Producto marginal igual a cero.

## ESTRUCTURA DEL MODELO





factores mejorados  $Z_1$  y  $Z_2$  se asignan a la actividad de investigación y desarrollo que genera el tipo de cambio tecnológico  $T_1$ , y que  $Z_{1T_2}$  y  $Z_{2T_2}$  son las cantidades que se asignan a la generación del tipo de cambio tecnológico  $T_2$ .

- que existen dos bienes de consumo,  $X_1$  y  $X_2$
- que las cantidades  $Z_{1X_1}$  y  $Z_{2X_1}$  de los servicios de los dos factores mejorados y las cantidades  $N_{1X_1}$  y  $N_{2X_1}$  de los servicios de los dos factores naturales se emplean en la producción del bien de consumo  $X_1$ , y que las correspondientes cantidades  $Z_{1X_2}$ ,  $Z_{2X_2}$ ,  $N_{1X_2}$  y  $N_{2X_2}$  se asignan a la producción del bien  $X_2$ .

Todas estas definiciones y relaciones de insumo-producto se pueden entender mejor si se observa el diagrama que se adjunta. Por otra parte, las relaciones de insumo producto o funciones de producción se pueden resumir como sigue:

- Mejoramiento de recursos naturales para la generación de "servicios de los factores mejorados" :

$$Z_i = Z_i ( N_i^t, Z_{1Z_i}, Z_{2Z_i}, Z_i (t-1); T_i )$$

$$i = 1, 2$$

donde la  $Z_i (t-1)$  se introduce para tomar en cuenta el grado de mejoramiento que del factor natural se había logrado hasta el período de tiempo anterior (tanto a través de otro tipo de inversiones como la educación, como a través de la investigación).

- Generación del cambio tecnológico por medio de la investigación y el desarrollo

$$T_i = T_i (Z_{1T_i}, Z_{2T_i}; Z_i (t-1) )$$

$$i = 1, 2$$

donde  $Z_i (t-1)$  juega un papel similar al jugado en la función anterior, ya que permite tomar en cuenta qué tan difícil se vuelve el lograr el incremento en la productividad de cada tipo de servicio de los factores mejorados al mejorarse estos cada vez más.

- Producción de los bienes de consumo:

$$X_i = X_i (Z_{1X_i}, Z_{2X_i}; N_{1X_i}, N_{2X_i}) \quad 10/$$

$$i = 1, 2.$$

10. El modelo se puede extender a incluir el supuesto de que los factores naturales no mejorados se utilizan también en la investigación y el desarrollo y para el mejoramiento de cualquiera de los mismos factores naturales. Esto, lo mismo que el haber supuesto que los factores naturales no mejorados se utilizan en la producción de bienes de consumo, no hace a la forma de la superficie de consumo de la sociedad a través del tiempo diferente de la de la última versión del modelo de Maydón [1969]; siempre y cuando también se suponga que la parte de factores naturales que no han sido mejorados es "super abundante" (producto marginal igual a cero).

IIB Consideraciones acerca de algunos problemas de una economía subdesarrollada.

Al construir la estructura de un modelo para referirse a los problemas de la inversión y el cambio tecnológico en una economía "subdesarrollada", se tuvo especial interés en que el modelo sirviera para enfocar los problemas siguientes: a) qué recursos asignar a las distintas actividades de inversión, b) qué tipo de cambio tecnológico debería de ser obtenido y c) cómo debería adquirirse (a través de la investigación y el desarrollo o en el exterior). Aquí se harán algunas consideraciones acerca de estos problemas.

IIB. 1 La asignación de recursos a diversas actividades de inversión.

El problema de qué énfasis hay que dar a un cierto tipo de actividad de inversión en comparación con otros tipos de inversión es un problema de eficiencia económica. En general, los modelos que se examinaron en el Capítulo I comparan a la inversión en investigación y desarrollo sólo con la inversión en la acumulación de bienes de capital no-humano. La posibilidad de tomar en cuenta a varios tipos de actividad de investigación y desarrollo y simultáneamente a la actividad de formación de capital humano (educación) y a la formación de capital no-humano, fue incluida en el modelo presentado en la primera

parte de este capítulo. Si se considera que lo que interesa a la sociedad es sus posibilidades de consumo a través del tiempo, las tasas de transformación del consumo en un punto en el tiempo por consumo en otro(s) punto(s) en el tiempo (base para el cálculo de tasas de rendimiento) sirven para evaluar la eficiencia de los distintos procesos de inversión. Por ejemplo, si al sacrificar una unidad de consumo en el presente lo que se quiere es maximizar (caeteris paribus) el consumo del próximo período de tiempo, se deberá de escoger a la actividad de inversión que produzca la máxima tasa de rendimiento (medida en términos de los mismos bienes de consumo). El mismo procedimiento se deberá de seguir al ir sacrificando subsecuentes unidades de consumo presente, de tal manera que al decidir qué tanto se sacrifica "hoy" para tener "mañana" se determine un programa de inversión que asigne diversas cantidades de recursos a las distintas actividades de inversión (educación, investigación para lograr cambio tecnológico incrementador del capital no-humano, etc. etc.).

## IIB. 2 La adquisición de diferentes tipos de cambio tecnológico

Utilizando la definición de cambio tecnológico que describe a éste como algo "incrementador" de factores (factor augmenting)<sup>11/</sup>, se pueden identificar diversos tipos de cambio tecnológico. Dado que en el modelo presentado aquí se emplean como

11. Este término se usa en la literatura porque un cambio tecnológico que incrementa la productividad de un factor es visto como equivalente a un aumento en la disponibilidad del factor.

factores de producción a dos factores naturales no "mejorados" y a dos clases de servicios de los factores naturales "mejorados", se pueden distinguir los siguientes tipos de cambio tecnológico:

- incrementador del factor natural humano que no ha sido mejorado (trabajo no calificado)
- incrementador del factor natural no-humano que no ha sido mejorado (tierras vírgenes, petróleo, etc.)
- incrementador de los servicios del factor natural humano que ha sido mejorado (servicios del capital humano)
- incrementador de los servicios del factor natural no-humano que ha sido mejorado (servicios de las tierras irrigadas, las máquinas, etc.)

Debe de quedar claro que si en el modelo se ha supuesto que las dotaciones de los dos factores naturales no mejorados son "superabundantes", no será económico el invertir en obtener cambio tecnológico incrementador del trabajo no calificado y/o en cambio tecnológico incrementador del factor natural no humano que no ha sido mejorado. Sería un desperdicio de recursos para la economía el sacrificar el consumo presente con el objeto de "ahorrar" en el uso de factores que son superabundantes. Ante esta situación, el interés en la obtención de cambio tecnológico en la economía tiene que enfocarse hacia el cambio tecnológico que sea "incrementador" ("ahorre") de los servicios

del capital humano y del que sea "incrementador" ("ahorre") de los servicios del capital no-humano.

Debido a que en la definición de capital no-humano se han incluido en un solo lugar a varias cosas, conviene desligarse un poco de una definición tan general y abstracta como la de "cambio tecnológico incrementador del capital no-humano". El problema se origina en la definición del factor natural no-humano que se incluyó en el modelo; donde se señaló que comprendía a tierras vírgenes, depósitos minerales, etc. Al ser "mejorados", estos recursos naturales se convierten en capital no-humano tal como tierras irrigadas, maquinaria agrícola e industrial, carreteras, etc. Con el objeto de concretizar acerca de las cosas que se pueden interpretar como cambio tecnológico incrementador del capital no-humano, se puede mencionar el problema del "tamaño de plantas" industriales que se pueden instalar y el de la necesidad de adoptar las técnicas agrícolas desarrolladas en otros países a las condiciones geográficas locales. Estos dos problemas se pueden identificar con los de una economía subdesarrollada; sin que necesariamente estos problemas no existan en otros países, y sin que se pretenda que esos dos tipos de problemas son los únicos que con respecto a tecnología tiene una economía subdesarrollada.

El "tamaño de planta" en el cual las técnicas importadas del exterior se encuentran cristalizadas, es uno de los problemas más importantes a los que se enfrentan los países subdesarrollados. Las técnicas procedentes del exterior son a menudo



desarrolladas para ser utilizadas en economías (mercados) que son generalmente más grandes que la de un país subdesarrollado. Es por esta razón que estas técnicas pueden mostrar, al utilizarse las plantas a baja capacidad, coeficientes de capital no-humano/producción que son mayores a los observados en los países desarrollados, donde las plantas se utilizan a mayor capacidad.

Se podría argüir que el "tamaño de planta" no es un problema si se puede concurrir al mercado internacional y exportar lo que no puede ser absorbido por el mercado local. Sin embargo, en este sentido el problema es que las imperfecciones del mercado internacional de mercancías dificultan la concurrencia de países subdesarrollados a otros mercados. También se podría argüir que los mercados de los países subdesarrollados son generalmente lo suficientemente grandes como para absorber la producción de por lo menos una planta eficiente de capacidad mínima (que tenga costos equiparables a los precios internacionales). Sin embargo, todavía quedaría el problema de mantener la eficiencia del sistema económico cuando sólo una sola empresa monopoliza la producción de un bien. La competencia internacional podría mantener tal eficiencia si se abrieran las fronteras a los productores extranjeros; pero si bien es fácil que los productores extranjeros penetren en el mercado local, no es igualmente fácil que los productores locales penetren en el

mercado internacional y mantengan a la balanza de pagos en equilibrio. Se tendría que recurrir entonces a no necesariamente abrir las fronteras, pero sí a amenazar al monopolista local con abrirlas si no vende a precios internacionales. Todo esto indica que sí se justifica un interés en disponer de técnicas que puedan operar competitivamente con plantas relativamente pequeñas. La posibilidad de plantas eficientes más pequeñas haría que los coeficientes de capital no-humano/producto bajarán, obteniéndose en este sentido un cambio tecnológico ahorrador de capital no-humano, y demostrándose que el cambio tecnológico no sólo puede ser ahorrador de trabajo.

Al estudiar la posibilidad de utilizar plantas "grandes" y vender al exterior lo que no se venda en el mercado local se indicó que el mercado internacional es imperfecto. El desarrollo de un mercado común entre países subdesarrollados podría disminuir las barreras al comercio internacional. Sin embargo, la viabilidad de los mercados comunes es reducida por barreras políticas. Mientras sea un objetivo político el "producir de todo" dentro de las fronteras nacionales, el establecimiento de mercados comunes se entorpece y la producción es ineficiente. La aparición de técnicas operables eficientemente a pequeña escala facilitaría la competencia entre varias empresas locales o facilitaría la participación en mercados comunes al cumplirse con el objetivo de "producir de todo" dentro de las

fronteras. La participación de esta manera en mercados comunes sería con el fin de mantener la eficiencia a través de la competencia entre empresas de los países dentro del mercado común. Si ésto fuera así, los países estarían comerciando entre sí productos muy similares que se producirían a precios internacionales. Con esto, se tendría que, "paradójicamente", un mercado común podría hacer innecesario el desarrollar técnicas que fueran aplicables a pequeña escala, pero que el desarrollo de tales técnicas podría hacer más viable el establecimiento de un mercado común al eliminarse una de las objeciones políticas a éste (producir de todo en el país).

Aunque se ha hablado de los distintos tipos de cambio tecnológico como de cosas que se pueden obtener por separado, hay que advertir que en la práctica una nueva técnica puede ser "ahorradora" de capital no humano y de trabajo no-calificado simultáneamente, o de capital humano y de capital no-humano al mismo tiempo etc. Por ejemplo, una técnica que tome la forma de una planta más pequeña puede ahorrar no sólo capital no-humano sino también trabajo no calificado etc. Una nueva semilla híbrida puede ahorrar tractores, tierra irrigada y trabajo no calificado, etc. etc.

/m

IIB. 3 La importación de técnicas y el fortalecimiento de la investigación local.

Un país que esté invirtiendo en obtener cambio tecnológico.

tiene que evaluar si lo está adquiriendo de la manera más conveniente. Como ya se ha mencionado el cambio tecnológico puede ser obtenido a través de la propia investigación y desarrollo o comprándolo en el exterior. Dado que se desea obtener una cierta clase de cambio tecnológico este se debe de adquirir en donde cueste menos; y de esta forma puede ser que sea mejor comprarlo en el exterior en algunos casos y en otros no, dependiendo de lo que cueste la investigación local. Sin embargo, el problema es que hay ciertas clases de cambio tecnológico que son escasas en el exterior. Por ejemplo ya se mencionó que las técnicas importadas del exterior a menudo requieren plantas que son "grandes". Si se desea obtener técnicas con la forma de plantas pequeñas que sean eficientes habrá que esperar a que sean desarrolladas en el exterior, o se podrá intentar desarrollarlas localmente. Algo similar se puede decir acerca de las técnicas agrícolas que se pueden adquirir en el exterior; ya que se necesita que se desarrollen técnicas apropiadas a las condiciones geográficas locales en alguna parte.

Si se supone que no se puede desarrollar investigación local, la única forma en que se podría obtener cambio tecnológico sería importándolo del exterior. Si el país tiene que pagar por esto con exportaciones de bienes agrícolas, se podría decir que es "como si" se estuviera asignando a un sector "imaginario" de investigación (compra de tecnología al exterior)

una cierta cantidad de bienes agrícolas. Esta situación se podría comparar con la del modelo de Drandakis y Hu [1968?], donde se supone que distintos tipos de cambio tecnológico pueden ser obtenidos al asignar una cierta fracción de la producción de bienes a la investigación y desarrollo. En este caso se podría decir que el sector "imaginario" de investigación tiene la misma intensidad en el uso de los factores que la agricultura.

Si se supone que además de poder obtener cambio tecnológico importándolo del exterior (sector "imaginario" de investigación) existe la posibilidad de hacer investigación local, se tendría que comparar el costo de obtener el cambio tecnológico de una forma y otra. Independientemente de que fuera conveniente adquirir cierta parte del cambio tecnológico en el exterior y cierta parte a través de la investigación local, las intensidades efectivas en el uso de los factores serían diferentes para cada forma de adquirirlo. Esto es así porque si el sector "imaginario" de investigación tiene la intensidad de uso de factores del sector agrícola, lo más probable es que la investigación local sea más intensiva en capital humano que lo que lo es la agricultura.

La decisión de emprender investigación local depende de los rendimientos que se esperen obtener. Sin embargo, éstos dependen de la extensión del uso que se le vaya a dar a las nuevas

técnicas desarrolladas. Este uso estará limitado por el tamaño de la economía local, si las técnicas sólo van a aplicarse dentro de las fronteras del país. No es lo mismo invertir cierta cantidad de recursos para obtener un "X" porcentaje de reducción en los costos de producir algo cuando se producen mil unidades que cuando se producen un millón. Si el mercado interno es reducido y la participación en el mercado internacional de mercancías improbable, los países deben de buscar la manera de aplicar las tecnologías que desarrollen a la producción del mayor número de unidades de bienes. Una posibilidad de lograr esto, si se descarta el mercado de exportaciones de mercancías, es el de lograr participación multinacional en el desarrollo de nuevas tecnologías; de tal manera que los costos de la investigación puedan contrastarse con los beneficios obtenidos al aplicar las técnicas desarrolladas a la producción no sólo de un país sino <sup>a la</sup> de todos los países participantes en el esfuerzo conjunto de investigación. Si esta organización multinacional de la investigación no se cristaliza, los diversos gobiernos y empresas deberían de tomar en cuenta que si ellos invierten en desarrollar nuevas técnicas, estas pueden ser vendidas a otros países que tengan problemas similares <sup>12/</sup>. Esta puede ser una

12. Por ejemplo las semillas desarrolladas en México han sido utilizadas en Pakistán, y la empresa HYLISA está vendiendo la licencia para que su método de producir acero sea usado en otros países.

forma de lograr que los beneficios que se obtengan de la inves-  
tigación no sean limitados a lo que se pueda hacer dentro de  
las fronteras nacionales. Sin embargo, se debe advertir que la  
exportación de tecnología desarrollada en un país subdesarro--  
llado a otros países enfrenta el problema de la desconfianza  
de los posibles compradores, por los riesgos que se correrían  
de que las técnicas no funcionaran correctamente. Ante esta  
situación, alguna clase de seguro internacional que disminuyera  
tales riesgos podría ser una forma de facilitar la venta de la  
tecnología desarrollada a otros países. Esto incrementaría los  
beneficios esperados de la investigación y por lo tanto las pro-  
babilidades de que fuera más redituable el hacer investigación  
en los países subdesarrollados.



## CONCLUSIONES

Un examen de los modelos de asignación de recursos y cambio tecnológico, que se pueden encontrar en la literatura teórica, muestra que aún hay un largo camino por recorrer. La búsqueda de modelos más completos puede orientarse hacia la inclusión de varios tipos de actividades de inversión que sirvan de canales entre las posibilidades de consumo de la sociedad en diversos puntos en el tiempo. Al tomar en cuenta entre esas actividades la posibilidad de emprender distintos tipos de investigación y desarrollo que produzcan diversos tipos de cambio tecnológico, se puede hacer una evaluación de qué tipos de cambio tecnológico son los más convenientes para la economía; y se podrá evaluar el papel de la tecnología importada del exterior en una economía subdesarrollada. Un intento en la construcción de modelos que tomen en cuenta estas observaciones se presentó en el Capítulo II.

De ninguna manera puede el autor pretender que el modelo del Capítulo II es la única forma de seguir elaborando modelos más completos dentro de los lineamientos señalados. Dicho modelo tiene limitaciones que pueden ser superadas al construir otros modelos. Por ejemplo, se pueden incluir mayor número de sectores de inversión que los cuatro que se supusieron. También se

pueden tomar en cuenta otros tipos de cambio tecnológico que no sólo sean del tipo "incrementador de un solo factor", sino que tomen en cuenta que una dada actividad de investigación puede arrojar como resultado un cambio tecnológico que simultáneamente "incremente" (ahorre) a varios factores de producción etc.; o se puede aclarar que el factor natural "trabajo no-calificado" depende de factores demográficos, etc. etc.

A lo largo de la discusión del Capítulo II se obtuvo una serie de conclusiones que se deben de tomar a la manera de hipótesis que pueden ser llevadas a la prueba empírica para aceptarlas o rechazarlas, y entre las cuales se encuentran las siguientes:

- a) debido a que los beneficios del cambio tecnológico dependen de la extensión con que las nuevas técnicas se apliquen (mercado), los países que cooperen para la realización de inversiones conjuntas en la investigación y el desarrollo, tenderán a experimentar un mayor crecimiento en volumen de recursos específicos (trabajo, capital no-humano, etc.) asignados a la investigación que los que no se asocien para la realización de tales inversiones conjuntas;
- b) el desarrollo y disponibilidad de técnicas que ahorren capital no-humano (plantas pequeñas) tenderán a hacer que el poder monopólico de los productores se atienda al incrementar la competencia por lo menos en un sentido potencial; y
- c) el desarrollo de técnicas que ahorren capital no-humano (plantas pequeñas) tenderá a acelerar la participación en mercados comunes al hacer factible el que no se sacrifique el objetivo político de "producir de todo dentro de las fronteras", y tenderá a aumentar la eficiencia de los sistemas económicos a través de la competencia internacional.

## BIBLIOGRAFIA

- Arrow, Kenneth J. [1962]. "The Economic Implications of Learning by Doing," The Review of Economic Studies, Vol. XXIX, 1962.
- Bardhan, Pranab K. [1967]. "On Optimum Subsidy to a Learning Industry: An Aspecto of the Theory of Infant Industry Protection," Economic Department, M.I.T., Working Paper No. 10, Noviembre 1967.
- Dorfman, Robert, Paul A. Samuelson y Robert M. Solow [1958]. Linear Programming and Economic Analysis. New York: McGraw-Hill, 1958.
- Drandakis, E.M. y S.C. Hu [1968?]. "On Optimal Induced Technical Progress," University of Rochester, mimeografiado, 1968.
- Drandakis, E.M. y E.S. Phelps [1966]. "A Model of Induced Invention, Growth and Distribution," The Economic Journal, Vol. LXXVI, Diciembre 1966.
- Kaldor, Nicholas [1957]. "A Model of Economic Growth," The Economic Journal, Vol. LXVII, Diciembre 1957.
- Kaldor, Nicholas [1960]. "A Model of Economic Growth," reproducido del The Economic Journal, Diciembre 1957, en N. Kaldor, Essays on Economic Stability and Growth, Londres: Duckworth, 1960.
- Kaldor, Nicholas [1961]. "Capital Accumulation and Economic Growth," en F.A. Lutz y D.C. Hague, ed., y The Theory of Economic Growth, Review of Economic Studies, Vol. XXIX, Junio 1962.
- Kamien, M.I. y N. L. Schwartz [1968]. "Optimal 'Induced' Technical Change," Econometrica. Vol. XXXVI, Enero 1968.
- Kenen, Peter B. [1965a]. "Nature, Capital and Trade," Journal of Political Economy, Octubre 1965

- Kenen, Peter B. [1965b]. "Toward a More General Theory of Capital," International Economics Workshop, Columbia University, Diciembre 1965.
- Kennedy, Charles [1964]. "Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution," Economic Journal. Vol. LXXIV, Septiembre 1964.
- Kennedy, Charles [1966]. "Samuelson on Induced Innovation," The Review of Economics and Statistics, Vol. XLVIII, Noviembre 1966.
- Maydón, Marín [1969]. Studies in Technological Change as an Investment Process: Theoretical and Empirical Aspects, Tesis Doctoral, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., Agosto 1969.
- Nordhaus, William D. [1967]. A Theory of Endogenous Technological Change, Tesis Doctoral, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., Mayo 1967.
- Phelps, E.S. [1966]. "Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research," The Review of Economic Studies, Vol. XXXIII, Abril 1966.
- Samuelson, Paul A. [1962-]. "Parable and Realism in Capital Theory: The Surrogate Production Function." The Review of Economic Studies, Vol. XXIX, Junio 1962.
- Samuelson, Paul A. [1965]. "A Theory of Induced Innovation along Kennedy-Weizsacker Lines," The Review of Economics and Statistics, Vol. XLVII, Noviembre 1966.
- Shell, Karl [1966]. "Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation," The American Economic Review: Papers and Proceeding, Vol. LVI, Mayo 1966.
- Shell, Karl [1967a]. "A Schumpeterian Model of Induced Innovation and Capital Accumulation." Massachusetts Institute of Technology, mimeografiado, Enero 1967.
- Shell, Karl [1967b]. "A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation," en Karl Shell, ed., The Theory of Optimal Economic Growth. Cambridge, Mass. : M.I.T. Press, 1967.
- Shenshinski, Eytan [1967]. "Optimal Accumulation with Learning by Doing," en Karl Shell, ed., The Theory of Optimal Economic Growth. Cambridge, Mass. : M.I.T. Press., 1967.

Solow, Robert [1963]. Capital Theory and the Rate of Return. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1963.

Solow, Robert [1967]. "The Interest Rate and Transition between Techniques," en C.H. Feinstein, ed., Socialism, Capitalism and Economic Growth: Essays Presented to Maurice Dobb. Cambridge: Cambridge University Press, 1967.

Uzawa, Hirofumi [1965]. "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth," International Economic Review, Vol. VI, Enero 1965.

Weizsacker, Carl C. von [1966]. "Tentative Notes on a Two Sector Model with Induced Technical Progress," The Review of Economic Studies. Vol. XXXIII, Julio 1966.

## FE DE ERRATAS

Página	Línea	Dice	Debe decir
11	17	argūye	arguye
12	15	esta	está
15	24	produccion	producción
20	10	ésto	esto
22	25	ésto	esto
26	12	simultaneamente	simultáneamente
27	17	ésto	esto
28	21	mencionarán	mencionaron
30	4	que	- que
34	18	simultaneamente	simultáneamente
35	19	adquiscicion	adquisición
39	6	conpetitivamente	competitivamente
41	22	ésto	esto
43	11	ésto	esto



