



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

Economía y cambio técnico:
un análisis bibliográfico para una
propuesta de política industrial

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A

CARLOS TORRES OLIVEROS

MÉXICO 1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

260075



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A Bárbara, por su comprensión y cariño.

*A mis padres, Camilo y Margarita
por todo su afecto y atención.*

*En especial, al orgullo de mi nepotismo,
Ana Carina, mi hermosa Hija.*

Agradecimientos

Esta tesis es fruto del Taller de Economía Industrial de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma México. Fue en este espacio donde se generaron nuevas propuestas y alternativas que intentaron hacer eco en el diseño de la política industrial en nuestro país.

Nada de esto hubiera sido posible sin la ayuda de Antonio Rojas, de quien siempre, sin excepción alguna, tuve un espacio abierto para la discusión y reflexión de cualquier problema. A él, le brindo un reconocimiento personal por su eterna gratitud para conmigo y mi familia.

A Federico Novelo, le agradezco la enorme confianza que depositó en mí al dirigirme la presente tesis; siempre me motivo para poder acabar el presente ensayo y tuvo una gran paciencia para tener un ejemplar completo en sus manos. De él tuve el apoyo incondicional de un amigo en cualquier momento y la comprensión en aquellos problemas que pensaba irresolubles.

A Mario Capdevielle, que tuvo la enorme virtud de leer las primeras versiones de esta tesis; sus observaciones y consejos fueron muy importantes para definir el contenido y la perspectiva del cambio técnico en el presente ensayo.

A la Facultad de Economía, que fue un espacio ideal de formación y discusión en mi trayectoria académica.

Sobre todo a Fusión Copilco, donde conocí a mis mejores amigos: Marcos Valdivia, quien siempre fue un pretexto sin excepción para poder seguir adelante en proyectos inviables; a Guido Hernández que conformó una propuesta más seria de nuestro trabajo académico y, de manera especial, a Martín, Hugo Víctor, Oscar, Claudia, Diana, Hector, Miguel, y Adolfo, que fueron una parte indispensable en mi formación y que si ellos, difícilmente me hubiera comprometido con un proyecto común de transformación social.

Por último quiero reconocer el esfuerzo que Cristina Rodríguez realizó para poner orden al sinnúmero de borradores que le presenté, siempre tuvo la misericordia y comprensión para poder editar la última versión de este ensayo. Gracias.

Contenido

Capítulo 1

El cambio técnico y el concepto de competencia 3

1.1 Antecedentes teóricos de la concepción del cambio técnico 6

1.2 El esquema de reproducción marxista (un perfil). 10

Capítulo 2

El cambio técnico en la teoría del crecimiento económico. 13

2.1 El cambio técnico en el modelo de crecimiento de R.M. Solow 15

2.2 Reconsideración del cambio técnico en la teoría del crecimiento económico. 21

2.3 El progreso técnico incorporado (K.J. Arrow). 27

Capítulo 3

La endogenización del cambio técnico al sistema económico 33

3.1 El cambio técnico en la dinámica de acumulación capitalista, una visión poskeynesiana. 36

3.2 El progreso técnico "inducido", una forma de endogenizarlo.	39
3.3 Del cambio técnico "exógeno" al cambio técnico "endógeno" en Paul M. Romer.	49
3.4 La endogenización del cambio técnico por medio del mecanismo de mercado.	57
Capítulo 4	
Las propuestas no ortodoxas del análisis del cambio técnico	65
4.1 Los antecedentes de las propuestas evolucionistas y estructuralistas del cambio técnico	68
4.2 Patrones de innovación	70
4.3 Una concepción estructuralista del cambio técnico	75
4.4 El papel de las instituciones en el fomento del cambio técnico (propuestas de política industrial)	77
4.5 México, la política industrial	80
4.6 Lo que se ha hecho y lo que está pendiente (Conclusiones)	84
Bibliografía	89

Introducción

El presente ensayo es un intento de recopilación de los argumentos que existen para reconsiderar el papel del cambio técnico, dentro del diseño de la política industrial en América Latina.

No es necesario demostrar en la actualidad, la fuerte carga ideológica que existe en el diseño e implementación de la política económica en los últimos quince años en la región; la reasignación que del papel del estado en la economía se ha diseñado y las crisis cada vez más recurrentes, son evidencia suficiente para saber que algo marcha mal. Es evidente que debe existir una respuesta diferente a los problemas de cambio estructural que están pendientes en los países menos desarrollados; por lo que las alternativas deben de ser evaluadas bajo perspectivas distintas.

El objetivo de análisis ya ha sido considerado con anterioridad por diferentes autores en diferentes perspectivas; lo que hace pertinente el presente ensayo es que tuvo como propósito recopilar propuestas antagónicas dentro de un mismo problema: el cambio técnico y el desarrollo industrial.

El propósito es considerar que avances han existido en las últimas dos décadas en el diseño de una política científico tecnológica que tenga un impacto positivo en el crecimiento. Es profeso, podemos decir que al menos en México se ha conformado un prurito con respecto a este problema: no ha mejor política industrial que la que no existe; por lo que se hace necesario demostrar lo contrario.

En la primera parte, se considera los aportes que realizan la economía política clásica y su correspondiente crítica, realizaron en la teoría del desarrollo económico. Es importante subrayar que muchos de los elementos que actualmente aparecen en la discusión, ya fueron tratados en estas propuestas.

El segundo capítulo conforma la parte que más ha influido en nuestros días en el diseño de instrumentos de política económica, la teoría neoclásica de la producción, donde se hace hincapié de la falta de una propuesta acabada del cambio técnico como un fenómeno inherente al crecimiento.

Más tarde, en el capítulo tres, se retoman los intentos más complejos bajo la perspectiva neoclásica, que reconsideran el cambio técnico en el proceso de crecimiento. Podemos mencionar de manera anticipada, que estos propósitos han producido la existencia de propuestas no ortodoxas sobre el tema y que han permitido ubicar el debate en nuevos horizontes.

Por último, el cuarto capítulo se elabora un apunte reflexivo bajo las nuevas propuestas del cambio técnico: el análisis denominado evolucionista y el neoestructuralismo. Esta parte enriquece la discusión del presente ensayo, y pone de manifiesto la pertinencia de su aplicación en nuevas políticas de desarrollo industrial. En compendio, y como elemento de juicio de esta revisión bibliográfica, podré decir que análisis del cambio técnico tiene una dinámica propia y que éste deber ser visto desde una perspectiva multidisciplinaria, que contemple su impacto en el crecimiento económico y el desarrollo industrial. Es indispensable su incorporación en la discusión de las políticas de desarrollo que se conforman en esta década.

Capítulo 1

EL CAMBIO TÉCNICO Y EL CONCEPTO DE COMPETENCIA

Introducción

Actualmente existe un consenso sobre el comportamiento de la competencia y el cambio técnico en el contexto de la economía internacional; se argumenta que la competitividad es dinámica y evolutiva y que ésta se vincula con la inserción de la fuerza de trabajo dentro de las fases del ciclo internacional de la producción (Micheli 1993). Fruto de este acuerdo ha sido un desarrollo permanente en lo que a teoría del crecimiento se refiere y del papel que el cambio tecnológico ha jugado dentro de las economías menos desarrolladas. No podemos dejar de considerar que el progreso técnico trae consigo un sinnúmero de beneficios que pueden generar un mayor bienestar y que con el fortalecimiento del empleo formal, de la productividad y del aumento de salarios, forman parte de una política económica con crecimiento y equidad.

Así, la polémica sobre una política industrial que contemple un fortalecimiento del desarrollo tecnológico y que incentive la innovación se desarrolla dentro de dos líneas de investigación desde la segunda mitad del presente siglo; la primera de ellas sostiene que el carácter endógeno del cambio técnico es una de las razones de los diferenciales de las tasas de crecimiento económico; y la segunda considera que este es una variable más del crecimiento y que está determinada de manera exógena al proceso mismo de la producción. Actualmente la discusión de ambos argu-

mentos ha tenido avances considerables, donde cada vez más se ha reconocido que el cambio técnico tiene una dinámica propia y que su análisis requiere de un objeto de estudio independiente; sin que esto signifique que no este altamente vinculado con otros procesos económicos, sociales y políticos.

El tema ha cobrado importancia en América Latina, donde la reconversión industrial se debate entre la ortodoxia y la heterodoxia, y donde se ha elaborado un paradigma más específico de la economía del cambio técnico, que poniendo en tela de juicio las conclusiones del primer cuerpo teórico, ha demostrando su legitimidad en la implantación de instrumentos de política económica bajo el siguiente argumento: *si el cambio técnico es un factor importante del crecimiento de la productividad, entonces los procesos que implican cambio técnico bien podrían estar en el centro de la industrialización realizada con éxito.* Así, como parece ser el caso en los países en vías de desarrollo, el crecimiento industrial ha jugado un papel sustancial en la superación de largo periodos de recesión a través de generación de una nueva estructura productiva de mayor eficiencia; la elaboración de una revisión bibliográfica del debate entre cambio técnico y crecimiento, tiene como propósito identificar las instituciones y los elementos de política económica que puedan contribuir a que el cambio técnico tenga un aporte directo al desarrollo, bajo la justificación de una nueva política industrial.

Para construir una argumentación consistente, el análisis parte desde el concepto de "clásico" de competencia, entendido como un proceso dinámico y contradictorio - por las condiciones asimétricas en que se enfrentan los capitales en la búsqueda de mayores márgenes de ganancia, que

les permita expandir o mantener su dominio en el mercado - que es el fundamento apropiado que permite incorporar el cambio técnico al sistema económico. Los neoclásicos, al eliminar este concepto de cambio técnico y sustituirlo por el de "competencia perfecta", rompen con este esquema de referencia empírica, y consideran a la competencia como una estructura de mercado estática y de igualdad de condiciones productivas; anulando el mecanismo básico que permite endogenizar el cambio técnico al sistema económico. Esta reconsideración del proceso de competencia convierte al cambio técnico en un factor exógeno al sistema productivo, y de hecho, lo aísla de todo proceso dinámico del crecimiento. En la discusión de la metamorfosis del cambio técnico a través de la teoría económica es necesario revisar los argumentos de los clásicos, contemplando el análisis marxista como una crítica a este pensamiento, y recuperar el análisis neoclásico de este problema. Además, es importante reflexionar que la discusión ha tenido un considerable avance dentro de dos nuevas visiones: el concepto evolucionista y el estructuralista. El presente ensayo carecería de toda importancia al excluir los esfuerzos que en términos del análisis del cambio técnico han desarrollado ambas perspectivas; ya que un buen número de propuestas no ortodoxas de política industrial y tecnológica forman parte o tienen su origen en estas dos grandes vertientes. En compendio, el contenido de este ensayo está destinado a fortalecer la discusión de una política industrial más activa a través del análisis de uno de sus elementos más relevante el cambio técnico en el fenómeno de la producción.

1.1 Antecedentes teóricos de la concepción del cambio técnico

La economía política clásica.

El concepto de competencia en la economía política clásica está considerado como un proceso dinámico de pugna o rivalidad entre los capitales para la obtención de un mayor margen de ganancia en la acumulación capitalista. Esta confrontación esta sustentada en la implantación de mejoras productivas que se traducen en el cambio técnico. La posibilidad de reducir costos de producción y sus precios por debajo del valor social y por encima del valor individual, coloca al dueño de los medios de producción en una situación de privilegio. Sin embargo, este beneficio extraordinario no será imperecedero, la concurrencia de otros productores, y la lucha por permanecer de los existentes, conformará una nueva situación de equilibrio que se someterá a las nuevas condiciones de innovación.

El análisis de este escenario llevo a determinar una explicación de los cambios dinámicos por la división social del trabajo. La incorporación de la maquinaria al proceso productivo, generó una mayor especialización que dio lugar a una mayor oferta de productos en el mercado. Este incremento en la oferta del mercado de bienes estaba delimitada por el desarrollo mismo del intercambio. La división del trabajo será mayor y la competencia más intensa (así como el incremento de la productividad), si la dimensión del intercambio así lo refiere¹. Esta primera aproximación a

¹ Smith, A. *La riqueza de las naciones*, Tomo 1, Libro 1, capítulo 1; "De la división del Trabajo". Editorial Orbis, S.A. Barcelona, España. 1983. p. 48-56.

la función del cambio técnico parte de manera muy clara de un proceso de competencia; el concepto que para Smith sustenta el principio de organización central de la sociedad económica.²

Desafortunadamente, el análisis que de aquí se desprende existe una carencia de un tratamiento sistemático entre competencia, cambio técnico y acumulación de capital; quizá esto se deba a la fuerte presencia de la teoría de la "gravitación de los precios", que asegura la asignación eficiente del uso de los recursos hacia sus usos más productivos (los precios de mercado se desplazan hacia los precios de producción³).

Finalmente el análisis que surge del estudio de la Riqueza de las Naciones, reconoce que la competencia es mucho más efectiva y rigurosa mientras mayor sea el número de pequeños competidores, pero de ello no se sigue que deban de existir ciertas condiciones rigurosas (como el supuesto de igualdad de condiciones en que se enfrentan los competidores); más bien la competencia es vista como una fuerza que opera en la determinación de precios; y el mercado, lejos de ser concebido como una estructura, es visto como un mecanismo en la asignación eficiente de los recursos.

² Es importante señalar que algunos autores afirman que Smith carece de una teoría de la producción, pero como bien lo argumentan Nadal y Salas (1988), en referencia al argumento de Leijnhufvud, "en la teoría contemporánea, la descripción del proceso productivo se asemeja más a una receta de cocina y, por lo tanto, no permite llevar a cabo un análisis del cambio técnico y los rasgos dinámicos del proceso de producción."

³ Para una referencia más precisa, Lang, Peter *Market prices and Natural Prices, a study in the theory of the classical process of gravitation*; FRANFURT 1991. p 15-19.

A diferencia de Smith que no relaciona el cambio técnico con la competencia intercapitalista, en Ricardo encontramos de manera más precisa dicha relación. Rebasando una posible teoría de la crisis de sobreproducción, la visión ricardiana descansa en el supuesto crucial de que la reducción de los costos de producción provocada por la introducción de nueva maquinaria, se traduce en una caída de los precios de mercado de las mercancías.⁴

Para Ricardo, la incorporación de maquinaria nueva al proceso productivo es un evento que se retroalimenta. Con el ingreso de nuevos procesos productivos el precio de las mercancías se reduce y existirán mejores condiciones para ahorrar por parte de los dueños de los medios de producción; que a su vez dispondrán de una mayor cantidad de dinero para la acumulación. Este escenario proporciona condiciones que se alejan de una situación de competencia, donde el productor que lleva la batuta en la innovación, posee márgenes de beneficio mayores que sus competidores.

En resumen, la competencia como un proceso lógico de la dinámica de la acumulación de capital, envuelve relaciones de rivalidad o pugna entre los capitalistas por la apropiación de mayores márgenes de ganancia. En este proceso juega un papel fundamental la incorporación de innovaciones productivas, toda vez que estas permiten a quienes las realizan, mantener durante algún tiempo una posición privilegiada de mercado,

⁴ Existe un amplio desacuerdo debido a los obstáculos para que los precios de mercado de las mercancías se reduzcan como resultado de la introducción de un cambio técnico. Actualmente las políticas macroeconómicas y el empleo son un ejemplo tangible de la pertinencia de este debate en la actualidad.

hasta que el proceso se decanta en su forma anterior, para repetirse (el concepto de cambio técnico clásico de competencia).

1.2 El esquema de reproducción marxista (un perfil).

La construcción teórica de Smith y Ricardo sobre el cambio técnico son referencia obligada para un análisis más profundo del papel que juega la tecnología en la dinámica económica, así como también de la relación que guarda con esta el proceso de competencia. Este argumento descansa en la teoría del valor-trabajo marxista: las mercancías se intercambian por su contenido de valor socialmente necesario para producir-las (mediante la apropiación de un excedente de ganancia cada vez mayor, que se obtiene reduciendo el valor individual de las mercancías por debajo de su valor social). Es decir, la revolución permanente de las condiciones de producción tiene una referencia inmediata en el aumento de la productividad de la fuerza de trabajo, y este incremento se logra a través de su propia desvalorización, reduciendo de la jornada laboral la parte socialmente necesaria que el obrero necesita para subsistir, e incorporando la parte excedentaria que se apropia el capitalista a manera de ganancia.⁵ La incorporación de innovaciones técnicas favorecerá, en un primer momento, a un incremento de las ganancias del capitalista innovador, pero conforme esa tecnología se disemina en toda la producción, y sus competidores asimilan las nuevas técnicas, la cuota de ganancia se moverá hacia la baja, de donde se sigue que no podrá sostenerse de manera permanente:

“El capital y el trabajo se desplazarán de las ramas menos rentables a las más rentables; y este proceso de desplazamiento duraría hasta que la

⁵ Marx, K. *Cambio técnico y Desarrollo Capitalista*, Editorial Pasado y Presente, No. 93, México, 1982.

oferta de una rama industrial aumentase proporcionalmente a la mayor demanda, y en las demás ramas industriales disminuyese conforme a la menor demanda. Una vez superado este cambio, la cuota general de ganancia volvería a nivelarse en las diferentes ramas de la industria".⁶

Si bien este párrafo se refiere a la igualación, Marx no reconoce dicha tendencia; considera que esta no necesariamente se cumple. La cuota general de ganancia no es estable sino que se encuentra en constante cambio, provocado por el mismo proceso de competencia.⁷

En compendio, la propuesta marxista de la competencia intercapitalista - que contempla a las innovaciones tecnológicas- demuestra la caída de la tasa general de ganancia, que viene acompañada de los procesos de concentración y centralización de capital. La competencia elimina a los capitalistas que son incapaces de introducir con suficiente rapidez las innovaciones técnicas al proceso productivo. Esa competencia se desarrolla sobre una política de disminución de precios, llevada a cabo por la mayor productividad de la mano de obra, que a su vez es fruto de la mayor escala de producción y del consiguiente mayor desarrollo tecnológico. Esta visión bien podría acercarse a lo que más tarde en este ensayo denominaremos la propuesta evolucionista, pero las particularidades entre cambio técnico y división social del trabajo le dan una especificidad muy definida.

6 Marx, K. y Engels, F. *Salario precio y ganancia*, Tomo II, *Obras escogidas*, Editorial Progreso, Moscú, 1984, p. 33.

7 Marx, K. *El capital*, Tomo III, editorial F.C.E. México 1984, p 150.

Por último, la teoría de la tasa decreciente de rentabilidad en Marx, se refiere mas bien a las consecuencias y no de las causas del cambio técnico. No obstante, esta situación llevó al mismo autor a inferir que el cambio técnico era un factor determinante en el derrumbe del capitalismo. Clark y Juma han considerado que la teoría de la explotación contiene un referencia más precisa a lo que cambio técnico se refiere en el proceso de acumulación "...los estudios que han ignorado la importancia concedida por Marx a la incorporación del cambio técnico desincorporado, no han reparado en las interacciones vitales y retroalimentaciones entre tecnología y cambio social y han visto erróneamente a Marx como un determinista." (Hualde, 1993)

En conclusión, podemos decir que del análisis clásico y de la crítica a este, la competencia como proceso dinámico y contradictorio es el motor del desarrollo capitalista; y que dentro de este proceso, el cambio técnico es el elemento que decide la permanencia de los productores en el mercado así como el manejo del mismo. Aún más, una de las condiciones principales del sistema capitalista es la revolución incesante de sus condiciones de producción, ya que la desvalorización de la fuerza de trabajo es la causa esencial de la búsqueda de mayores márgenes de ganancia; así, el cambio técnico se materializa como un factor intrínseco al sistema económico, y más específicamente a la acumulación de capital.

Capítulo 2

EL CAMBIO TÉCNICO EN LA TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO

Introducción

Hasta aquí hemos tratado de dar argumentos para elaborar la propuesta del criterio de competencia en el esquema clásico y su correspondiente crítica - la propuesta marxista. Es preciso subrayar que este proceso descansa en el cambio técnico y su implantación en los métodos y técnicas productivas en la actividad económica.

Sin embargo, el concepto de cambio técnico clásico de competencia ha sufrido cambios importantes. La modificación de supuestos fundamentales rompe con el sentido original de la idea; el cambio técnico de *competencia perfecta* es el fruto de esta nueva propuesta.⁸

En principio, la competencia dejó de ser vista como un proceso dinámico y contradictorio, convirtiéndose en un fenómeno especialmente estático. Esta particularidad eliminó a la competencia misma y cedió una importancia vital a la asignación eficiente de los recursos, invalidando el cambio técnico como un proceso intrínseco a la acumulación.

⁸ Como principales precursores de estas ideas, podemos mencionar a Warlas, Menger y Jevons, que elaboraron los fundamentos microeconómicos de lo que hoy conocemos como teoría de la producción; y que más tarde fue motivo de los esfuerzos neoclásicos por elaborar una teoría del "cambio técnico inducido".

La función de producción de la teoría neoclásica es estática, ya que los productores se enfrentan a una curva de posibilidades de producción dada ("book of blueprints"), donde su elección se reduce a elegir la combinación que mejor les permita maximizar sus beneficios. Cada combinación posible de insumos significa técnicas adecuadas para cualquier condición en que se encuentre la producción. La construcción de esta nueva propuesta separó de la discusión económica el concepto de cambio técnico del contexto de la competencia y su relación con el crecimiento económico; este corte provocó una concepción totalmente distinta del cambio tecnológico en los paradigmas neoclásicos (lo que más tarde se refleja en la carencia de un desarrollo teórico del factor tecnológico dentro de las teorías de crecimiento económico).

El propósito de este segundo capítulo es revisar y evaluar los intentos de la teoría neoclásica de endogenizar el cambio técnico en el análisis de la función de producción neoclásica, así como en los modelos de crecimiento económico. Nuestro propósito está sustentado en responder a la pregunta de ¿qué proceso está implícito en las empresas para que estas desarrollen e incorporen cambio técnico?

2.1 El Cambio técnico en el modelo de crecimiento de R.M.

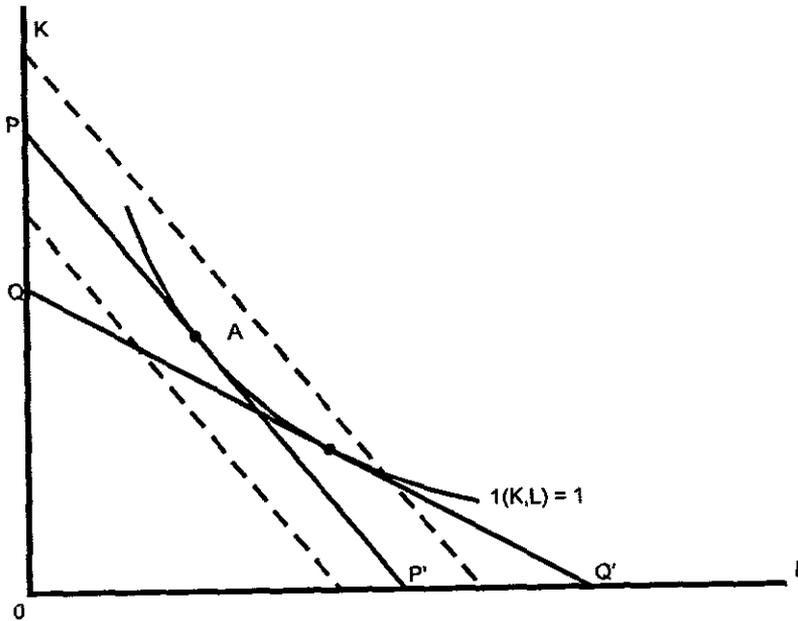
Solow.

La teoría económica de la producción se ocupa de determinar la combinación de insumos más eficiente (menor costo total) para la producción de una unidad de producto. La teoría neoclásica supone que esto se decide mediante la elección racional, y que el empresario elige la combinación de factores que maximice sus beneficios. Si suponemos que los precios de los factores de producción y del producto están dados, entonces es posible explicar su elección de manera sencilla: el lugar geométrico de las combinaciones de insumos con el mismo costo total (curva de isocosto), dados los precios del factor (ejemplificada por las líneas rectas de la figura número 1), es donde el empresario elegirá el punto tangencial a la pendiente de la curva de isocosto, es decir el cociente factor-precio, que representa la asignación eficiente de la combinación de capital y trabajo en la producción (el punto A tangente entre la isocuanta y la recta pp').

De manera análoga un cambio en el cociente factor-precio, es decir la relación capital-trabajo, lleva a un conjunto de curvas de isocosto paralelas a QQ' , donde el empresario cambiara de "A" a "B" (el efecto sustitución e ingreso respectivamente).

El cambio técnico esta explicado por el desplazamiento de la curva de la función de producción con respecto al origen. El ritmo y alcance del cambio tecnológico se concibe como "el cambio relativo en los costos totales por unidad, cuando las técnicas en cada periodo son las que

minimizaron los costos unitarios, *ceteris paribus*".⁹ Las tendencias de ahorro de trabajo o capital del avance técnico, se miden mediante el cambio relativo del capital por unidad de trabajo cuando los precios de los factores son constantes"¹⁰.



La Figura 1 representa el ejemplo de la teoría neoclásica del efecto ingreso y sustitución dentro de la función de producción. Cada una de las rectas representa una curva de isocosto. La pendiente de estas líneas corresponde cociente factor precio. El empresario elegirá el punto en la isocuanta que este en la curva de isocosto más baja.

⁹ Salter, W. E.G *Productivity and technical change*, Cambridge, Cambridge University Press, 1960, p. 30

¹⁰ *ibidem*.

Hasta aquí, estamos definiendo la estructura básica de la teoría neoclásica con respecto a la función de producción y el cambio técnico, ¿Cómo podemos explicar la dirección y el alcance del cambio técnico bajo estos supuestos? Debemos tomar posición ante este escenario y contra argumentar que la teoría neoclásica no se adaptó bien a esa tarea. El concepto del cambio técnico neoclásico es muy pobre cuando se trata de analizar problemas dinámicos. Sin embargo, queda por ver si este problema se debe a una instancia metodológica o porque la tarea de explicarlo es naturalmente difícil.

Solow supuso que el cambio técnico crece a una tasa exógena y que está provoca un incremento en el producto a través del tiempo, por medio de cualquier combinación eficiente de factores productivos. Esto le permitió realizar una separación concepto del cambio técnico (clásico) de los efectos del crecimiento en la acumulación de capital- a pesar de que ambos fenómenos se dan de manera simultánea.



Figura No.2 Cambio Relativo en el capital por unidad de trabajo cuando los precios de los factores son constantes. El primer gráfico muestra el cambio tecnológico neutral, el segundo, es el ahorro de trabajo y el último es el de capital.

Así, partiendo de una función de producción agregada $Q = A(T) F(K, L)$, donde Q es el nivel del producto, A el cambio tecnológico que se da en el tiempo T ; y K y L los factores productivos de Capital y Trabajo respectivamente; estimó cuáles fueron las contribuciones relativas de la acumulación de capital y del cambio técnico al crecimiento económico durante un periodo que comprendió de 1909 a 1949 en los Estados Unidos.

Sus resultados arrojan un incremento de la producción de 1.0 a 1.8 por ciento durante este periodo. Una octava parte del incremento total se debió por el aumento de capital por hora hombre, y los restantes siete octavos tuvieron su explicación por el incremento de la productividad (es decir el cambio técnico).

Su argumentación esta sustentada en la función de producción agregada $Q = f(K, L, T)$, donde la variable T esta determinada como el progreso técnico, lo que significa un desplazamiento de la función agregada.¹¹

Además, el cambio técnico se considera como "neutral", ya que provoca desplazamiento en la función de producción dejando constante la relación capital/trabajo (las tasas marginales de sustitución). Quedando determinada la función como $Q = A(T) f(K, L)$, de grado uno. Parafraseando, $A(T)$ es el índice de cambio técnico que describe el efecto acumulado de los desplazamientos de la función de producción a través del tiempo, de donde se deduce las siguientes relaciones de participación

¹¹Solow, R.M. "Cambio técnico y cambio en la productividad" en *Economía del crecimiento*, selección de Amartya Sen. El Trimestre Económico, N° 28, F.C.E., México 1989, p 385-401.

explica que parte del incremento en el producto no será generado por el proceso de acumulación de capital, sino por el residuo, el cambio técnico.¹²

¹²ibidem. pág. 386.

2.2 Reconsideración del cambio técnico en la teoría del crecimiento económico.

Considerar al cambio técnico como parte esencial del crecimiento económico, implicaba rechazar la idea de que el ritmo de inversión no influía en el crecimiento del cambio técnico. Es decir, una formación de capital neta positiva era antecedida necesariamente de un incremento en el acervo de capital, pero sin ninguna relación en el cambio técnico. Supuesto que se derrumba por el intento de Solow de separar los efectos del cambio técnico de los efectos de la acumulación de capital en el aumento del producto.

Si esto es así, la pregunta obligada es que si bien el cambio técnico incrementaba la productividad de los factores ¿donde se incorporaba el cambio técnico al proceso productivo?

Bajo el supuesto de que la aparición del cambio técnico desplazaba la función de producción de manera constante hacia una nueva posición, se hacía obligado el sustento teórico que permitiera la comparación entre las dos funciones de producción. Precisamente la diferenciación entre una y otra función, producida por el perfeccionamiento de la técnica, se sigue que el cambio técnico sólo se puede utilizar mediante la introducción de nueva maquinaria, que se refleja en una nueva inversión. Esto es, si hay inversión existirán desplazamientos en la función de producción causados por el cambio técnico, sino la hay estos no existirán ¹³

¹³ Solow, R.M. Op. Cit p. 395.

Esta respuesta fue el pilar que sostuvo el modelo "generacional", en el cual las nuevas inversiones, son el conducto por el cual se incorpora el cambio técnico al sistema económico.

El cambio técnico esta considerado a una tasa "m" constante, que está presente en nueva maquinaria. Si existe con mayor frecuencia una mayor *incorporación del cambio técnico* como factor de competencia, siempre existirán diferenciales entre dos distintos tipos de maquina, debido a la actualización en cada nueva generación. De esta argumentación parte Solow para la construcción de un Índice de Capital Eficaz (ICE), donde la productividad de la maquinaria varia en función de su fecha de elaboración, es decir, la productividad de una maquina de mayor edad es menor a la de una nueva. Así, el cambio técnico incorporado por la nueva inversión sólo afectará a la nueva maquinaria en el proceso productivo; la maquinaria ya instalada no se verá beneficiada.

El modelo de crecimiento con *cambio técnico incorporado* esta basado en tres supuestos fundamentales.

- a) *todos los insumos de maquinaria* están diferenciados por su fecha de elaboración donde:

$K_v(T)$ expresa el stock de maquinaria de la generación v, pero que esta funcionando en el periodo t.

Las maquinas fabricadas en el periodo v habrán estado sujetas a una depreciación continua a una tasa m, desde el periodo v hasta el periodo t.

Si $Y(v)$ es la producción total de bienes de capital en el periodo v , entonces tenemos:

$$Kv = e^{-\infty(T-v)} I(v)$$

donde $I(v)$ ha estado en principio disminuyendo a una tasa constante como consecuencia de la depreciación desde el periodo v al periodo t . Por lo tanto, la ecuación $Kv(t)$ expresa que de una producción inicial de máquinas $I(v)$ en el periodo v , solo queda $Kv(T)$ en el periodo t .

- b) El rasgo fundamental del modelo generacional es que el factor tecnológico crece a una tasa constante "m", a medida que generaciones sucesivas de máquinas v se suceden unas a otras. La ecuación $Qv(T) = Be Kv(T) Lv(T)$ expresa el producto obtenido en el periodo t por las máquinas de la generación v (es decir, una función de la cantidad de máquinas de la generación v , $Kv(T)$ que todavía funcionan en el periodo t).

"Be" sería el factor multiplicativo del cambio técnico en la producción de distintas generaciones de máquinas.

Parafraseando, la producción de todas y cada una de las generaciones de máquinas v , que está contempladas desde $-\infty$ a t puede expresarse por el intervalo:

$$Qt = \int_{-\infty}^t Qv(t) \partial v$$

- c) Suponemos que el trabajo es perfectamente competitivo y homogéneo (todos los trabajadores reciben el mismo salario).

En consecuencia la cantidad de trabajo $L_v(T)$ empleada en hacer funcionar las máquinas de la generación v , debe ser tal que la productividad marginal de trabajo (PML) en esta actividad sea la misma que la PML de cualquier de máquinas utilizadas.

Solow, demuestra que la competencia implica que la fuerza de trabajo se "mezcle" entre el trabajo de distintas generaciones, donde la PML que se utiliza en las máquinas de las primeras generaciones es igual a la PML que se utiliza en la maquinaria nueva, las maquinas nuevas utilizarán mayor cantidad de trabajo para poder tener la misma productividad marginal del trabajo, que de acuerdo con el índice de capital eficaz, la maquinaria con menos innovaciones requiere relativamente de mayor cantidad de trabajo para su operación en relación con la maquinaria mas actual. La igualación de la productividad marginal en cada sector:

$$PML_{\infty} = PML_{-\infty + 1} \dots = PML_{t+1} = PML_t$$

Estos tres supuestos dieron por resultado una función de producción agregada, donde esta representada la suma de todas las máquinas de diferentes niveles de cambio técnico -las primeras generaciones con menor ponderación que las más actuales- y esta representada de la siguiente manera:

$$QT = f(L(T), J(T))$$

donde la variable K es sustituida por el índice de capital eficaz expresado como J(T).

Parafraseando a Solow, la inversión de capital nuevo es el vehículo por medio del cual el cambio técnico se incorpora a la economía y que repercute en el incremento de la productividad de las máquinas más recientes, pero sin representar cambio alguna en las ya existentes.

Esta postura con respecto al cambio técnico incorporado, no elimina el supuesto de su determinación por causas exógenas; sino que es el tiempo el causante de nuevas inversiones de capital, dejando fuera del análisis las causas de los nuevos empresarios para invertir. En suma, no consideró la posibilidad de que las empresas realicen inversiones en tecnología por *mutuo propio*, en respuesta a las señales emitidas por el mercado.

Este esfuerzo representó un avance considerable en la construcción del concepto de cambio técnico en el análisis económico, ya que la consideración inicial de que el incremento en la producción está garantizado de manera automática en el tiempo, por medio de las diversas funciones de producción disponibles había sido rebasada. Aún más, el supuesto de que el incremento sólo es posible con la construcción e incorporación de bienes de capital, a través de la inversión y la tecnología, será reconsiderado *a posteriori* y formará parte, como elemento central, en la discusión de la maleabilidad completa del capital en el paradigma neoclásico. (Jo-

hansen (1959), Phelps (1963); ambos tocan los temas de "sustituibilidad ex-ante" y "sustituibilidad ex-post entre mano de obra y capital).¹⁴

La moraleja de este análisis nos conduce a una contradicción; el modelo de crecimiento neoclásico considera que la cantidad de mano de obra puede variar a lo largo de la función de producción (Cobb-Douglas), pero contradictoriamente a la teoría del cambio técnico incorporado, la razón capital-trabajo permanecerá constante una vez que se haya seleccionado una técnica específica. Los problemas de interpretación del cambio técnico como un factor exógeno al proceso económico, recapitulan en este proceso y conlleva a demostrar teorías mas consistentes dentro del análisis del crecimiento económico y del cambio técnico.

¹⁴ Hahan, F.H. y Matthews, R.C.O. "Crecimiento y Cambio técnico" en *Economía del Crecimiento*. Selección de Amartya Sen. *El Trimestre Económico*, No. 28, F.C.E, México, 1989, p. 365.

2.3 El progreso técnico incorporado (K.J. Arrow).

Entre los intentos por demostrar la pertinencia del cambio técnico en el crecimiento económico, se encuentra la propuesta de Arrow del aprendizaje. Dicha propuesta se refiere a la relación de incrementos del capital y la producción con el nivel de aprendizaje del trabajador; es decir, que durante el proceso productivo el trabajador va adquiriendo mejores conocimientos sobre la forma en que va a utilizar los diferentes insumos en la producción, que tendrá una respuesta inmediata en el nivel de producción. Así, los diferenciales producidos por el cambio técnico en el nivel del producto, no tienen su origen sólo en el tiempo, sino que su esencia está en el adiestramiento que adquiere el trabajador a lo largo fenómeno de la producción. Arrow se basa en el argumento de las "cosechas" de los coeficientes fijos, donde las inversiones nuevas son las únicas que pueden incorporar el cambio técnico; las inversiones de no tiempo-presente ya no modifican a la función de producción. La nueva maquinaria es cada vez menos intensiva en mano de obra conforme la experiencia agrega más innovaciones en cada generación. Arrow evalúa los requerimientos de mano de obra por los beneficios que ésta conlleva a la producción G^m , donde G representa el número de máquinas producidas a lo largo de la historia y un parámetro de la productividad que puede adquirir valores entre 0 y 1.

La propuesta tiene como corolario lo siguiente: la inversión ex-ante no tiene ninguna repercusión en la productividad del trabajo; sin embargo, ex-post tiene efectos en las nuevas inversiones. A diferencia del modelo

de Solow el cambio técnico no se incorpora por medio de la inversión, sino que es el aprendizaje del trabajador el que cumple esta función.

La función de producción que estima la contribución del aprendizaje en los niveles de productividad tiene una forma Cobb-Douglass con rendimientos constantes a escala:

$$Y = AK^\alpha (b(t))^{1-\alpha}$$

siendo $b(t)$, el índice de eficiencia del trabajo que está en función del crecimiento acumulativo de las inversiones, y como el capital no se deprecia el crecimiento acumulativo de las inversiones es el mismo stock corriente de capital en la función de aprendizaje.

$$b(t) = B(K(t))$$

donde $b > 0$, tiene una tasa de incremento constante que se encuentra entre $0 < B < 1$.

La función de producción de rendimientos constantes con la función de aprendizaje, resulta una función de rendimientos crecientes, de homogeneidad mayor a la unidad por el producto m ; la elasticidad de b con respecto a K y la elasticidad de Y respecto $b(1-\alpha)$, que corresponde al efecto del aprendizaje sobre la eficiencia del trabajo.

Suponiendo que al trabajo se le paga por su productividad marginal

$$w = \partial Y / \partial L = (1-\alpha) Y/L$$

Lo mismo que al capital

$$r = \partial y / \partial k = [a + (1-a)m] y/k$$

El total de beneficios excedería al ingreso disponible después de pagar la productividad marginal del trabajo $(1-a)m$ y del capital que comprende dos elementos: primero, $a Y/K$ que representa el efecto directo que sobre y tiene el incremento de k ; y el segundo,

$$[(1-a)] Y/K$$

que representa el efecto indirecto que ocurre con el cambio técnico exógeno.

Ahora bien, la producción puede crecer de manera sostenida en el caso de rendimientos crecientes con una tasa $n/(1-m)$, siendo n la tasa de crecimiento demográfico, si "n" es igual a cero la tasa de crecimiento de la economía será igual a cero. Un crecimiento sostenido implicará necesariamente un incremento igual para "G" y para la producción, y como el aumento que provoca "G" en "m" es menor que uno ($0 < m < 1$), esto no podrá sostenerse si no hubiese otra fuente de crecimiento y este sería cada vez más lento. Pero según Arrow esa fuente de crecimiento puede sostenerse con un incremento demográfico o con un cambio técnico exógeno que se produjera al mismo tiempo que el aprendizaje.

El hecho de suponer que el cambio técnico se incorpora por medio del aprendizaje del trabajador, constituye en cierto sentido una forma de endogenizarlo a la economía, sin embargo, no basta con suponer que el cambio técnico es "incorporado" y que está ligado con la acumulación de

capital (lo mismo supuso Solow). Arrow tampoco logra endogenizar el cambio técnico a la economía; porque si bien, considera que el cambio técnico es producto del aprendizaje y de la experiencia del trabajador, nunca explica los fines que motivan a las empresas a invertir y a generar los cambios tecnológicos. Para él, las empresas llevan a cabo el proceso de inversión pero no con fines de inducir cambios tecnológicos en sí mismos, estos "aparecen" de manera automática con la experiencia por el efecto propio que traen las inversiones al relacionar el capital con el trabajo.¹⁵

Lo que significa que el cambio técnico sigue siendo concebido como elemento exógeno a la economía.

Para Arrow el aprendizaje por acción y los rendimientos crecientes están íntimamente ligados, ya que con el aprendizaje, la eficiencia es en efecto una función creciente de la escala de todo lo que ocurre. Pero ignora los beneficios científicos que puede generar en una economía de escala el equipo ya instalado¹⁶- esto porque para él la complementariedad entre la enseñanza y la investigación son "un accidente afortunado desde el punto de vista económico"¹⁷- y desecha la posibilidad de que las empresas realicen inversiones en tecnología de manera intencional respondiendo a los incentivos del mercado.

¹⁵ Aghion, P. "Endogenous growth a schumpeterian approach", en *Endogenous growth and development*. July 3-9, University of Siena, Cartosa di Pontignano, Siena Italy 1994, p.14

¹⁶ Hacche, G. Op. cit, p.146

¹⁷ Arrow, K.J. "El bienestar económico y la asignación de recursos para la investigación" en *Economía del cambio tecnológico*; selección de Nathan Rosenberg. El trimestre económico, No. 31, F.C.E., México 1979, p.158.

En conclusión, podemos observar que los neoclásicos con el interés de encontrar las condiciones teóricas que les permitieran desarrollar la teoría del equilibrio, van a modificar el concepto de cambio técnico de competencia clásico mediante la inclusión de supuestos bastante restrictivos. El nuevo cambio técnico de competencia viene asociado con una estructura de mercado en particular: el mercado de "competencia perfecta", donde la competencia como proceso dinámico y contradictorio queda eliminada, y con ello, el principal mecanismo generador e incorporado de tecnología.

Así, cuando ellos comienzan a ocuparse de los problemas del crecimiento, carecen de una base teórica que les permita fundamentar económicamente la explicación del cambio técnico, viéndose limitados a suponer que este es la panacea.

No obstante, más adelante tratarán de endogenizarlo. Algunos de los intentos más representativos como observamos son los de Solow y de Arrow, quienes van a suponer que el cambio técnico se incorpora a la economía por medio del capital y del trabajo respectivamente.

Sin duda que estas nuevas concepciones representaron una gran aportación para la mejor comprensión del papel que desempeña la tecnología en la economía, pero en la medida en que mantuvieron los mismos supuestos ortodoxos, - particularmente que *continuaron viendo a la competencia como una situación estática* -, siguieron suponiendo que el cambio técnico surge de manera automática en el tiempo mediante la combinación de los insumos productivos capital y trabajo. Así, las causas generadoras del cambio técnico continuaron supuestas como exógenas,

la posibilidad de que las condiciones asimétricas del mercado tuvieran alguna influencia en la determinación del cambio tecnológico quedo desechada.

Capítulo 3

LA ENDOGENIZACIÓN DEL CAMBIO TÉCNICO AL SISTEMA ECONÓMICO.

Introducción

Como una efecto natural en la discusión, no sólo en el tiempo sino también con la aportación de nuevas ideas, el cuestionamiento a los planteamientos neoclásicos ortodoxos se expresaba por la inclusión de nuevas argumentos que sientan bases distintas para el análisis del crecimiento económico y el cambio técnico.

Una de ellas está constituida por la escuela neokeynesiana, con representantes destacados como Kaldor y Mirrlees¹⁸, quienes a través de su estudio titulado "El modelo de crecimiento económico con cambio técnico inducido" muestran las principales bases teóricas del análisis neokeynesiano sobre el fenómeno. Ellos consideran que para endogenizar el cambio técnico al sistema económico, no basta con suponer que el cambio técnico se incorpora por medio del capital (Solow 1956) o por medio del trabajo (Arrow 1962), sino que es necesario ir más allá, hacia el análisis de ciertas condiciones de mercado que permitan explicar las causas generadoras de la tecnología. El cambio en la tasa de cambio técnico de-

¹⁸ Kaldor y Mirrles "Modelo de Crecimiento con cambio técnico inducido", en *Economía del Crecimiento*, de Amartya Sen, *El trimestre Económico*, No. 28, F.C.E., México, 1989.

pende de dos tipos de elementos, unos exógenos y otros endógenos al sistema económico; los exógenos son aquellos que se presentan por si solos y dependen de los conocimientos que adquiere el trabajador de la experiencia a través del tiempo en el proceso productivo; los endógenos, son aquellos que responden a las acciones intencionales de los agentes económicos y que están en función de ciertas condiciones de mercado: la obtención de una ganancia mínima en un período de tiempo determinado (que garantice la reproducción del capital), la obtención del salario mínimo, el ritmo en que se presentan las inversiones, etcétera.

Esto no sólo explica el factor por medio del cual se incorpora el cambio técnico a la economía, sino que a su vez explica el factor determinante de las inversiones. Lo que indica que las fuerzas "modeladoras" de cambio técnico distan mucho de ser exógenas, siendo su naturaleza endógena a la acumulación.

Otra de las explicaciones acerca de la endogenización del cambio técnico y quizá una de las más novedosas, es la representada por Romer, quien la plantea bajo una concepción neoclásica no ortodoxa. Romer comparte los supuestos de Solow y de Arrow en cuanto a que el cambio técnico es el factor de mayor importancia para el crecimiento económico y que va ligado a la acumulación de capital. Sin embargo, lo que para Romer resulta cuestionable, es que esos autores descarten la posibilidad de que las empresas realicen inversiones en tecnología de manera intencional respondiendo a los incentivos del mercado (las ganancias). Ya que son precisamente éstas las condiciones fundamentales que permiten explicar los cambios tecnológicos, y por tanto, endogenizar al cambio técnico al sistema económico.

De tal forma que el objetivo de la presente sección, es analizar las aportaciones de la escuela nekeynesiana y de la teoría de Romer, destacando sus semejanzas y distinciones sobre el papel de la tecnología en la economía, principalmente los elementos que permiten su endogenización.

3.1 El cambio técnico en la dinámica de acumulación capitalista, una vision poskeynesiana.

Para Kaldor y Mirrlees son reconocibles los intentos neoclásicos por endogenizar el cambio técnico al sistema económico, primero por medio del capital y luego a través del trabajo. Sin embargo, para ellos no basta con suponerlo "incorporado". Para poder endogenizarlo es necesario romper con el esquema neoclásico de "competencia perfecta" y con los supuestos que de ello se derivan.

Los cuestionamientos a los intentos infructuosos de los neoclásicos por representar el cambio técnico de la producción, los podemos resumir de la siguiente manera:

1. Una función de producción agregada como la supuesta por los neoclásicos indica la frontera eficiente de producción y muestra el máximo producto disponible con cada combinación de insumos. Lo que significa que con la técnica dada, toda combinación de insumos estará en condiciones de adaptarse a ella y nos podrá llevar a la frontera eficiente de producción, o bien, que si la técnica está cambiando, el acervo de capital siempre contendrá insumos apropiados a distintas técnicas que nos permiten alcanzar la frontera eficiente. Pero como en la realidad las máquinas de cada cosecha tienen una eficiencia física constante durante su vida útil, es decir, los "coeficientes de la producción son fijos" y el capital no maleable¹⁹, enton-

¹⁹ Kaldor y Mirrlees al utilizar la teoría de las cosechas indican que el equipo ya instalado no es susceptible de aumento en la productividad de mano de obra, todo incremento de

ces la situación antes descrita es inaceptable y una función de producción de ese tipo no se puede representar.

2. Fuera de los estados "estables" de equilibrio como el crecimiento sostenido neokeynesiano, no es concebible una función de producción que exprese una relación única entre un punto del producto y con alguna medida de capital K y trabajo L. La función de producción agregada no es una función donde se pueda expresar el producto por hora-hombre como función creciente del capital por hora-hombre.
3. Kaldor retoma la idea de Samuelson²⁰ de que únicamente los bienes y servicios pueden ser cuantitativamente mensurable, por lo que pueden ser utilizados en forma independiente en una función de producción. El "estado de conocimientos" al no ser mensurable no podrá ser incluido en una función de producción (Romer ofrece un esquema teórico razonable donde la tecnología si puede ser mensurable como "conocimientos tecnológicos" ya que es considerada un "bien no rival"²¹). Además de que el tiempo puede ser utilizado como un elemento de antecedentes para entender los cambios, pero no como un insumo productivo.

la productividad se deberá a la incorporación de maquinaria nueva por medio de la inversión. ("Modelo de crecimiento con cambio técnico inducido" en *Economía del crecimiento* de Amartya Sen., El trimestre económico, no 28, F.C.E. México, 1989, p.332.),

²⁰ Hacche, G. Op. cit. p.149

4. No es aceptable que la función de producción neoclásica esté basada en el supuesto de rendimientos constantes a escala, ya que en las economías de escala reales son los rendimientos crecientes los que predominan. El hecho de suponer rendimientos crecientes implica discontinuidades que rompen la función de producción agregada. Aún cuando los neoclásicos reconocen los rendimientos crecientes a escala (Arrow) sólo se asocian a economías externas a la firma, en cambio Kaldor reconoce esos rendimientos en las economías internas a ella, incluso el propio cambio técnico por naturaleza viene asociado con rendimientos crecientes, creando discontinuidades que impiden que la función de producción sea linealmente homogénea.

5. Es errónea la separación que hacen los neoclásicos de los efectos del cambio técnico de los de la acumulación de capital en el producto, toda vez que, los cambios técnicos suelen venir acompañados del uso de más capital, y viceversa, la inversión de más capital requiere casi siempre del uso de algún tipo de "inventiva técnica".

²¹ Romer, P.M. *El cambio tecnológico endógeno*, El trimestre económico, Vol. LVIII (3), julio-septiembre, 1991, No. 231, F.C.E., México.

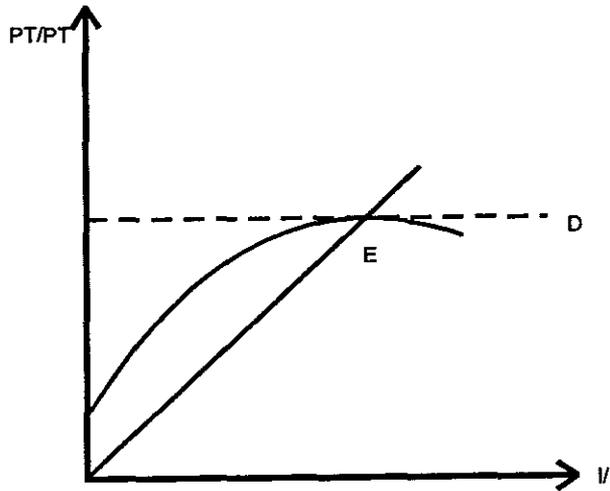
3.2 El progreso técnico "inducido", una forma de endogenizarlo.

Kaldor y Mirrlees, al negar la validez de la función de producción agregada para estudiar el problema del crecimiento económico y el cambio técnico, ofrecen una función de cambio técnico basada en la interdependencia de éste respecto a la acumulación de capital.

El cambio técnico y la acumulación de capital son interdependientes por dos cuestiones: por un lado, la intensificación del uso de capital (inversión en capital) requiere de la utilización de nuevas inventivas técnicas; por otro lado, las innovaciones técnicas son capaces de incrementar la productividad del trabajo requiriendo del uso de más capital por hombre. Esta situación queda expresada en la función de cambio técnico²², donde el incremento de la tasa de productividad por trabajador en las máquinas nuevas, es una función creciente de la tasa de incremento de la inversión por hombre, es decir,

²² Kaldor, N. y Mirrlees, J.A. Op. Cit. P.333.

cambio técnico/cambio técnico = $f(i/i)$ con $f > 0$, $f <$



La Figura No. 4, la función de cambio técnico muestra rendimientos decrecientes, la causa la encontramos en el hecho de que el incremento en el uso intensivo de capital K/K , extiende la utilización de las "nuevas ideas" dando más oportunidades a los trabajadores de asimilar y aprender nuevos métodos y técnicas productivas, sin embargo, las oportunidades de explotar esas ideas va presentando límites (aquí jugaría un papel decisivo su agotamiento o escasez) que se manifiestan en una reducción en el ritmo de crecimiento de la productividad partir de un momento dado (representado por la línea D), dándole a la función una forma parabólica.

Si la inversión por trabajador se da a una tasa constante en el tiempo, la productividad por trabajador, o lo que es lo mismo, la tasa de incremento del cambio técnico, también tenderá a ser creciente. El equilibrio estable se alcanza con pleno empleo cuando la tasa de crecimiento del producto per cápita sea igual a la tasa de crecimiento de la productividad del equipo nuevo, y a su vez, ambas sean iguales a la tasa de crecimiento de la

inversión fija por trabajador (acumulación de capital) y a la tasa de crecimiento de los salarios, lo que representamos en el punto E de la gráfica, es decir,

$$\text{cambio técnico / cambio técnico} = y / p = y / i = w / w$$

lo anterior es lo que Hacche ha llamado el "grado de dinamismo técnico estable".²³

Ahora bien, este modelo supone que hay dos formas en que se presenta el cambio técnico en el sistema económico: una exógena y otra endógena, la primera es aquella que se presenta a través del tiempo en el proceso productivo sin necesidad de que sea intencionalmente estimulada por el productor, se integra a la economía por medio del aprendizaje y la experiencia del trabajador en la producción, lo que significa, que las inversiones benefician a la productividad en gran medida porque ofrecen oportunidades para aprender nuevos métodos y técnicas, esta sería la causa de que la función de cambio técnico no parta de cero en la figura No. 4; la segunda, es endógena, por que es producto de los intentos deliberados de los inversionistas, es decir, depende del gasto que realicen los empresarios en inversión.

Aqui, Kaldor y Mirrlees incluyen un factor que está relacionado con la incertidumbre: las expectativas empresariales. Esto les permite fundamentar con causas económicas la aparición e incorporación del cambio tecnológico.

²³ Hacche, G. Op.cit.p.152.

Entonces, ¿qué factores impulsan a los empresarios a invertir?. Los productores invierten en función de las expectativas que se forman a futuro, si éstas parecen estar garantizadas invertirán, si no, no lo harán.

Es decir, el productor busca maximizar sus beneficios, pero no bajo el esquema neoclásico que considera que se maximizan cuando el incremento marginal de los beneficios se iguala con el incremento marginal de las inversiones. El productor busca recuperar su inversión en cierto período de tiempo, dada la incertidumbre en el futuro. Así entonces, cuando el empresario invierte en equipo nuevo, busca maximizar sus beneficios sobre el "capital social".²⁴

En una economía con incertidumbre se han de cumplir las siguientes condiciones para que el empresario invierta:

1. La inversión se llevará a cabo toda vez que los rendimientos que genere estén por encima de cierto mínimo, que a consideración de los empresarios represente la capacidad de ganancia del capital empleado (activos fijos) en la economía en general. Lo anterior es expresado como la tasa de beneficio mínima por unidad, que deberá ser mayor a la inversión hecha por trabajador en las máquinas del período t.

$$it \leq \int^t+T e^{-(\rho+\delta)(\tau-T)} (Pt - W \cdot t) \partial \tau$$

²⁴ Por capital social estamos entendiendo al capital mínimo socialmente establecido por los empresarios para invertir.

2. *La inversión se dará siempre que el costo del capital empleado pueda recuperarse dentro de cierto período de años, es decir, que el beneficio bruto obtenido en los primeros años h , deberá ser suficiente para cubrir el costo de la inversión*

El período de tiempo en que se recuperan los beneficios de una inversión varía de acuerdo con la naturaleza de la misma, por lo general las inversiones en tecnología son de larga recuperación.²⁵

3. Otro aspecto que también es tomado en cuenta en las decisiones de inversión, es la depreciación económica del equipo productivo, toda vez que *la rentabilidad del equipo existente varía conforme se incorpora equipo nuevo. El equipo se empleará sólo mientras su operación cubra más que los costos variables, el beneficio de la maquinaria más vieja pero que aún funciona deberá ser igual a cero. La maquinaria vieja cuyos costos de manutención son mayores a sus rendimientos (el beneficio pasó a ser negativo) dejará de utilizarse por que ya no es rentable.*
4. Para que se satisfagan las expectativas empresariales es necesario que los salarios se mantengan constantes $w_t/w = B$, de manera que

²⁵ "Hay muchas pruebas empíricas en el sentido de que -2- es un método generalmente de cambio técnico por las empresas modernas para enfrentar la incertidumbre causada por el desgastaste, aunque el valor h puede variar con el cambio técnico, y también entre diversos sectores (en la industria manufacturera norteamericana h se toma normalmente como igual a tres años, pero en otros sectores - por ejemplo servicios públicos- es mucho mayor). (Kaldor, N. y Mirrlees, J.A. Op. Cit p.335).

el salario real esperado W sea igual que en los L periodos anteriores.

5. Se habrán de cumplir dos "condiciones de frontera"²⁶ que garanticen la reproducción del capital y del trabajo.
 - a) la tasa de W_t resultante deberá ser mayor que cierto mínimo de subsistencia (necesidades mínimas de los trabajadores), es decir, $w_t \geq w \text{ min.}$
 - b) la participación de los beneficios resultantes debe ser mayor que cierto mínimo, el llamado "grado de monopolio resultante" o la colusión de los comerciantes"
6. La población tendrá que crecer a una tasa constante λ de modo que: $N_t = \lambda n_t$ (tiene que estar disponible sin límites).
7. La tasa de cambio técnico debe ser la misma en todos los sectores para que los precios relativos permanezcan constantes.

La Señora Robinson plantea una situación bastante interesante relacionada con el abandono de algunas condiciones, ella destaca el "efecto inducido", que puede tener sobre el cambio técnico el cambio en los precios de los factores²⁷ ¿Qué sucede si la fuerza de trabajo es escasa en el momento en que los empresarios enfrentan mercados potenciales en

²⁶ Kaldor, N. y Mirrless, J:A. Op. cit. p.337

²⁷ Robinson, J. "Notas sobre la economía del cambio técnico" *Ensayos de economía poskeynesiana* en "", F.C.E., México, 1987.

expansión? Los salarios se incrementarán en detrimento de los beneficios de los empresarios, quienes se verán en la necesidad de innovar métodos productivos ahorradores de fuerza de trabajo a fin de no perder los beneficios que arrojan esos jugosos mercados.

De esta forma tendremos un cambio técnico inducido que puede ayudarnos a resolver el problema planteado por Harrod²⁸ sobre la desigualdad entre las tasas de crecimiento garantizada (G) y la natural (G'), es decir, $G > G'$

Sabemos que la tasa de crecimiento garantizada está compuesta por el multiplicador y el acelerador de las inversiones, y que la tasa de crecimiento natural se compone del cambio técnico y del crecimiento de la fuerza de trabajo.

El en caso planteado por Robinson consideramos que la tasa de crecimiento garantizada G es mayor que la tasa de crecimiento natural G' , porque esta última tiene un crecimiento muy lento de la fuerza de trabajo, ante esto deberá crecer la productividad (cambio técnico) incrementando la tasa natural lo suficiente como para alcanzar el equilibrio $G=G'$ ¿cómo solucionar una situación inversa donde la tasa de crecimiento garantizada G es menor que la natural G' ? En la solución de este problema se encuentra parte del fundamento keynesiano. El equilibrio no se logra de

²⁸ Harrod, R F. "La teoría dinámica en el crecimiento económico" *Economía del crecimiento* de Amartya Sen, El trimestre económico. No. 28 F.C.E. México, 1987.

manera automática como suponen los neoclásicos, sino que es necesario aplicar algunas medidas correctivas que modifiquen el fenómeno.²⁹

Kaldor en su modelo de distribución³⁰ supone que el producto se compone de dos partes: salarios y ganancias, es decir, $y=w+p$, y que a su vez, el ahorro (que es el financiador de las inversiones) se compone también de dos partes: de la porción del ahorro salarial y la porción del ahorro de las ganancias, es decir, $s=sw+sp$, donde $sw < sp$.

Como "los capitalistas ganan lo que gastan y los obreros gastan lo que ganan"³¹. Una forma de alcanzar el equilibrio cuando " $G < G'$ ", sería mediante la aplicación de un mecanismo distributivo del ingreso a favor del ahorro capitalista, que mejorara sus expectativas a futuro que incrementarán sus inversiones. Por lo que G , logrando que $G=G'$.

Queda entendido que para que se alcance el equilibrio con pleno empleo " G " deberá tener una tendencia de incremento mayor que " G' ", es decir, " $G > G'$ ".

Este equilibrio, - el "grado de dinamismo estable"-, quedo representado en la función de cambio técnico a través del punto E, es decir,

$$\text{cambio técnico/cambio técnico} = Y/P = i/j = w/w$$

²⁹ Aquí sería fundamental el papel del Estado a través de las políticas económicas

³⁰ Kaldor, N. "Un modelo de distribución" en *Economía del crecimiento* de Amartya Sen, El trimestre económico, No. 28. F.C.E., México, 1984

³¹ Ibidem, cita de Kalesky en N. Kaldor, p.80.

donde, aseguradas el conjunto de condiciones que hemos mencionado, se excluye toda posibilidad de que cambio técnico/cambio técnico sea distinto de i/i (mientras la tasa de crecimiento de los salarios w/w no se aparte demasiado de la tasa de crecimiento de la productividad $C. \text{ técnico}/C. \text{ técnico}$, la tasa de incremento de la productividad de la inversión por trabajador i/i aumentará si fuese menor que cambio técnico/cambio técnico y disminuirá si fuese mayor que cambio técnico/cambio técnico. La variación de las tasas de interés monetarias por arriba o por abajo, no tendrá ningún efecto sobre las decisiones de inversión, toda vez que, la tasa esperada de beneficio sobre la inversión deberá superar a la tasa de interés en más que alguna compensación mínima.

Así mismo, en equilibrio no hay que olvidar otra condición, que se está suponiendo que el incremento de la tasa de inversión en equipo nuevo que incrementa la productividad, se da a una tasa continua, de lo contrario, un incremento desigual de ésta que signifique demasiados recursos para la explotación de las innovaciones en un período, e insuficientes en otro, provocará variación de la productividad (además puede no coincidir con la oferta de trabajo, y provocar desempleo o sobre empleo). Por lo tanto, la productividad (tasa de cambio técnico) depende no únicamente de la inversión en equipo nuevo, sino también del ritmo con que se lleve a cabo la inversión y se instale el equipo nuevo, además como observamos de la oferta y demanda de otros factores productivos.

En compendio, la esencia que distingue a este modelo de los neoclásicos, es que aquí son fundamentales las decisiones de gasto de los empresarios sobre la inversión. La inclusión del factor "incertidumbre" propio

de una economía imperfecta, rompe el esquema de "competencia perfecta" y permite fundamentar las bases de la endogenización tecnológica. No basta con incorporar el cambio técnico por medio del capital o del trabajo para considerarlo endógeno. Si las nuevas inversiones son el vehículo por medio del cual se integra al sistema económico, en una economía con incertidumbre es necesario explicar también los factores determinantes de esas inversiones.

Es decir, la endogenización del cambio técnico implica encontrar las causas que determinan la generación e incorporación de tecnología en la economía. Los neokeynesianos lo logran considerando que para que se lleven a cabo las inversiones en equipo nuevo y se den cambios en la tasa de cambio técnico, es necesario que las expectativas de ganancia de los inversionistas les sean favorables, que se les garantice la obtención de una ganancia mínima de un período de tiempo determinado, y además que se garantice la reproducción de otros factores productivos (como el trabajo).

3.3 Del cambio técnico "exogeno" al cambio técnico "endogeno" en Paul M. Romer.

Romer, lo mismo que Solow y Arrow, considera que el cambio técnico es el factor fundamental en la determinación del crecimiento económico, no obstante, sus resultados están más relacionados a la economía del cambio técnico, como una estructura coherente.

Uno de los elementos básicos que para Romer resulta discutible en los modelos neoclásicos ortodoxos de crecimiento, es que no tomen en cuenta la posibilidad de que los incentivos de mercado constituyan uno de los principales mecanismos generadores de la tecnología. Las raíces de esta idea las retoma de Smith, quien consideraba que los precios (remuneraciones a los factores) son los principales indicadores del mercado.

La inclusión de esta posibilidad la explica por medio de la inversión que hacen las empresas en "conocimientos tecnológicos", con el fin de que éstos se materialicen en nuevos productos, que al venderlos a un precio por encima de su costo de producción reditúen una ganancia. Es decir, las firmas invierten en tecnología, a sabiendas de que pueden recibir una "ganancia monopólica"³². De hecho, una de las mayores contribuciones de las teorías del cambio técnico endógeno, es el considerar que la fuer-

³²Aghion, P. Op cit. p.15

za que motiva a las empresas a innovar, es el "poder monopolístico temporal"³³ que otorga el mercado.

Los supuestos básicos de su modelo son los siguientes:

1. El cambio técnico es el factor fundamental que motiva el crecimiento económico.
2. El "conocimiento tecnológico" o las "instrucciones" para trabajar con materias primas son inherentemente distintas de otros bienes es decir, el conocimiento tecnológico es como un bien "intangibles" en la etapa de la investigación y se encuentra disponible para todo el que quiera hacer uso de él.
3. El cambio técnico surge y se incorpora en la actividad económica en gran medida gracias a las acciones intencionales de los agentes del mercado.

Dentro de esto, el "conocimiento tecnológico" tiene dos características importantes para la teoría del crecimiento³⁴

³³ Bardhan, P. *The contributions of endogenous growth theory to the analysis of development problems: assessment*, University of Siena, Julio 3-9, Certosa di Pontignano, Siena Italy 1994, p.4.

³⁴ La conceptualización que hace Romer de los "conocimientos tecnológicos" como bienes "no rivales" y "parcialmente excluibles", le permite realizar la separación teórica de la técnica respecto a otros insumos. Tal separación Kaldor no la cambio técnico por considerarla imposible.

1. Su crecimiento puede ser ilimitado, los conocimientos son considerados por Romer como un insumo que se distingue de los demás - por que es un bien "no rival"- lo que quiere decir que, tienen la propiedad de que su uso por una persona o empresa no impide el uso por otra, por ejemplo una ley científica, una demostración matemática, etc. Lo contrario ocurre con los bienes "rivales" que están inherentemente ligados a un cuerpo físico y su uso por una persona o empresa impide el uso por otra, por ejemplo la habilidad desarrollada por una persona en el trabajo, esa persona con su habilidad no puede ser empleada por dos empresas al mismo tiempo.

2. Su capacidad de apropiación es incompleta, los conocimientos tecnológicos sólo pueden ser parcialmente "excluíbles", es decir, el propietario de un nuevo descubrimiento científico gracias a la función de la tecnología y de sistemas jurídico-legales podrá impedir que otras personas lo utilicen, pero como los conocimientos son un bien "no rival" su difusión se podrá dar aunque de manera parcial, por lo que su exclusión es incompleta. Los mismos incentivos de mercado contribuyen en alguna medida a la difusión tecnológica. En cambio los bienes económicos tradicionales son completamente "excluíbles", su dueño si puede impedir que otros los utilicen.

Estás características permiten que el "conocimiento tecnológico" pueda acumularse sin límites en términos per cápita a través del tiempo y que sea posible su difusión aunque no en términos amplios.

Los insumos básicos que utiliza para representar el modelo son:

- La mano de obra L
- El capital K (no hay depreciación)
- El capital humano H (este es un indicador de la calidad de la fuerza de trabajo gracias a educación o capacitación)
- El índice de nivel tecnológico A (conocimiento tecnológico)
- El conjunto bienes de producto duradero x (insumos).

Gracias a que A puede estar separado de cualquier individuo o de cualquier cuerpo físico, éste puede crecer y acumularse sin límites en el tiempo. Podemos separar el elemento rival del conocimiento H , del elemento tecnológico no rival A .

1. A diferencia de los modelos neoclásicos tradicionales de un sólo sector, Romer con la finalidad de endogenizar el cambio técnico extiende su modelo a tres sectores:
 - A. El sector de investigación: Utiliza H y el acervo de conocimientos para producir nuevos conocimientos A , específicamente nuevos diseños que serán utilizados en la producción de X .
 - B. El sector de bienes intermedios: utiliza los diseños del sector de investigación junto con el producto utilizado (el capital) para elaborar una variedad de X , que estará disponible para la producción de bienes finales.

- C. El sector de bienes finales: Utiliza L, H y el conjunto de X disponibles para generar el producto final.

Por otra parte, lo mismo que Kaldor y Mirrlees, para Romer la tradicional función de producción neoclásica homogénea de grado uno con rendimientos constantes a escala no es válida, por las siguientes razones: teniendo que

X =insumos rivales (kyL)

A =insumos norival (tecnología)

$f(A, X)$ =proceso de producción

1. Con fundamento en argumentos de reproducción bajo rendimientos constantes a escala inducimos que:

$$F(A, \lambda X) = F(A, X)$$

Sin embargo, si estamos considerando que A también es un factor productivo que cambia en el tiempo, tendremos que la función de producción no puede ser una relación que demuestre la cantidad máxima de producción, no puede asumir una forma cóncava, por que la función de producción sería de rendimientos crecientes a escala, es decir, la función de producción sería indeterminada (habría discontinuidades).

Conforme incrementamos los insumos productivos el incremento de la producción sería más que proporcional a ellos.

2. Una empresa como tomadora de precios, bajo las propiedades de una función de producción homogénea no podría sostenerse en el mercado, porque si sus productos se vendieran a su costo marginal, el ingreso de esa empresa en determinado período sería igual a la remuneración de los factores productivos (interés del capital y salarios de los trabajadores) y como además estamos considerando que A también es un factor productivo cambiante, como tal tendrá un costo, por lo que si los rendimientos fueran constantes, la empresa al remunerar a todos sus factores productivos tendría pérdidas.³⁵

Entonces, la función de producción más que ser de rendimientos constantes es de rendimientos crecientes a escala, y gran parte gracias a los efectos de A en la producción.

- 3 La función de producción tampoco podrá ser convexa al origen. Cada punto de la función de producción (o isocuanta) es una técnica (combinación particular de insumos), el conjunto de todos los puntos de esa función constituirá la tecnología disponible, pero como A no está dado y es un factor productivo que mediante combinaciones de K y L genera incrementos más que proporcionales en el tiempo, la convexidad de la función no existe.

Además, si A es un factor productivo no rival, la persona que se ocupe de la investigación tendrá libre acceso al acervo total de A . Todos los investigadores pueden aprovecharse de A al mismo tiempo, entonces la tasa de producción de nuevos diseños del investigador A será A Suma-

³⁵ Dixit, A.k. " La teoría del crecimiento equilibrado". F.C.E., México, 1987, p.80-82

das todas las personas que se ocupan de la investigación, el acervo agregado de los diseños de investigador j será $\dot{A} = \partial H^j A^j$. Sumadas todas las personas que se ocupan de la investigación, el acervo agregado de los diseños evolucionará de acuerdo cociente H el capital humano totalmente empleado y un parámetro de productividad³⁶.

La dedicación de más H a la investigación incrementa la tasa de producción de nuevos diseños. Cuando mayor sea el acervo total de diseños y conocimientos, mayor será la productividad de una persona que se dedique a la investigación. Si bien, para Romer las materias primas empleadas en la producción no han cambiado a través del tiempo, las instrucciones que se siguen para utilizarlas o combinarlas se han vuelto más sofisticadas como resultado de la experiencia y de la investigación científica, lo que indudablemente se ha de traducir en el producto.

"De acuerdo con esta especificación un ingeniero de educación universitaria que trabaja ahora tiene el mismo capital humano que otro que trabajara hace un siglo, medido tal capital en términos de años de participación sacrificada en el mercado de mano de obra. El ingeniero que trabaja ahora es más productivo porque puede aprovechar todos los conocimientos adicionales acumulados a medida que se resolvían los problemas de diseño durante los pasados 100 años".

Ahora bien, en la función tradicional se define implícitamente el K como proporcional a la suma de todos los tipos de capitales diferentes, lo que significa que todos los bienes de capital son sustitutos perfectos. En

³⁶ Roemer, P M. Op. Cit. P. 457.

cambio en la nueva función de producción propuesta por Romer, una *Cobb--Douglas*,

Siendo:

Y= el producto final

H_y =capital humano destinado al producto final

x= capital físico

L= fuerza de trabajo

$$Y(H_y, L, X) = H_y I$$

Se expresa el producto como una función aditivamente separable de todos los tipos diferentes de bienes de capital.

Entre los diferentes tipos de bienes de capital tenemos pares de insumos que son sustitutos cercanos, pares de insumos que son complementarios y muchos pares intermedios, pero no existe tal "sustituibilidad perfecta" entre ellos.

Con todo esto, Romer considera que en su modelo es posible el crecimiento equilibrado sostenido, siempre que A alcance un crecimiento exponencial constante y L este disponible sin restricciones, de manera que provoque incrementos exponenciales constantes también en la acumulación de capital K y en el producto Y; si A puede crecer a una tasa exponencial constante, la ecuación $A =$ será lineal.

3.4. La endogenización del cambio técnico por medio del mecanismo de mercado.

Romer cuestiona que Solow y Arrow descarten la posibilidad de que las empresas realicen inversiones de manera intencional en investigación y en desarrollo científico-tecnológico.

Para él los agentes privados invierten en tecnología con el fin de maximizar sus ganancias, así, este incentivo de mercado es el que estimula a que se transforme "el conocimiento tecnológico" en bienes con valor práctico.

Si un inventor descubre un nuevo invento o diseño patentado para la fabricación de cierto producto, nadie podrá fabricar ni vender el diseño sin su consentimiento. No obstante que la compra de ese invento o diseño por cualquier empresa implica un costo, habrá un número de oferentes potenciales del nuevo diseño que pugnarán por el derecho de hacerlo ¿por qué las empresas han de invertir en tecnología si esto implica un gran costo sin remuneración inmediata?. Con base en los supuestos de Romer, una empresa compra un nuevo diseño a un precio P y tasa de interés y como dados, pero una vez que inicia la producción fijará sus precios maximizadores de sus ganancias. Con esto rompe el esquema de que las empresas son tomadoras de precios, y se sitúa en el terreno de la "competencia monopólica". Donde las empresas en función de sus innovaciones tecnológicas pueden obtener ganancias monopólicas.

La siguiente ecuación (curva) de demanda, es la que toma como dada el productor de cada bien duradero especializado en escoger un precio maximizador de la ganancia que habrá de fijarse:

$$p(i) = (1-a-B) H_y L X (y)$$

Frente a valores dados de H_y , L y r una empresa que ya incurrió en la inversión de costo fijo en un diseño, escogerá un nivel de producto X , para maximizar su ingreso menos el costo variable de cada fecha

$$\text{Max } x = \text{Max } x P(x) - rnx$$

$$\text{Max } x = \text{Max } x H_y L X$$

La empresa tiene un costo marginal constante y afronta una curva de demanda de elasticidad constante. El precio monopólico resultante es una ganancia sencilla sobre el costo marginal, donde el margen de ganancia se determina por la elasticidad de la demanda, $p = rn / (1)$

Así, la decisión de producir un nuevo insumo especializado dependerá de la comparación que haga la empresa de sus ingresos netos y el costo P de la inversión inicial del diseño.

En todo caso el excedente instantáneo del ingreso sobre el costo marginal, debe ser suficiente para cubrir el costo del interés de la inversión inicial en un diseño (los beneficios de invertir en A no son inmediatos, son a futuro).

Los agentes económicos maximizadores de ganancia, invertirán en un nuevo A, para obtener un rendimiento sobre estas inversiones cobrando por los bienes resultantes un precio mayor que el costo marginal de la producción. Incluso como ya señalábamos, la firma innovadora puede obtener ciertas ganancias monopólicas a través del uso exclusivo de su descubrimiento. Las firmas pueden en cierta medida, controlar la información de su descubrimiento, y pueden cargar un precio por arriba de cero.

Pero no toda persona que contribuye al desarrollo tecnológico lo hace respondiendo a incentivos de mercado, hay quienes lo pueden hacer respondiendo a ciertas virtudes personales (Smith), y también hay sujetos económicos que lo hacen sin responder a criterios de pérdidas o ganancias según Arrow, o como dice Romer el caso de quienes reciben apoyos gubernamentales, los "científicos académicos".

Ahora bien, para que los efectos sociales de un nuevo conocimiento tecnológico alcancen un cambio técnico bajo las condiciones neoclásicas, sería conveniente que tuviera una amplia decisión sin restricciones, el problema es que existen esas restricciones, como lo es el "derecho de propiedad sobre el uso de los diseños", lo que limita en cierto grado la difusión del conocimiento (por esto la tecnología no puede ser considerada un bien público). Hay un mecanismo de mercado que evita o reduce el problema del monopolio de los conocimientos o nuevos diseños, el propietario de la patente del diseño del bien duradero puede vender la licencia, o bien, rentarla con el fin de obtener algún rendimiento de ello, lo que favorecerá también en cierto grado a la difusión tecnológica.

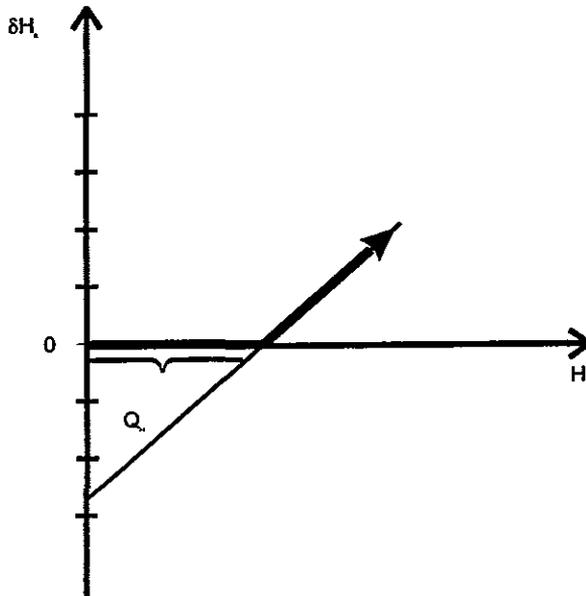
Desde el punto de vista de la política económica, para Romer es muy importante distinguir entre los efectos que se tendrán de una inversión en el proceso productivo. Como los beneficios de la inversión en tecnología son a futuro, mientras tanto se incurre en costos inmediatos, la tasa de interés del capital es un factor importante que influye en la inversión. Pero lo más interesante aquí, es distinguir los efectos de una inversión en acumulación de capital de los de una inversión en el desarrollo tecnológico propiamente dicho.

Un aumento de K y L no tendrá el mismo efecto que un aumento de H , ya que éste último con una mayor disposición de A tiene el efecto de acelerar el crecimiento económico, entonces H es la variable escala del modelo, porque es el insumo utilizado con mayor intensidad en la investigación. Romer lo explica de la siguiente manera:

"El modelo presentado aquí demuestra que, cuando la decisión de invertir en capital físico se separa de la decisión de invertir en investigación, los efectos de un subsidio al capital físico serán muy diferentes de los efectos de una reducción de las tasas de interés de mercado. Si el problema fundamental de la política es que tenemos demasiados abogados y científicos sociales y muy pocos ingenieros, un subsidio a la acumulación de capital físico es una respuesta de política débil y posiblemente contraproducente"

Si en una economía el H es demasiado pequeño, el estancamiento económico puede ocurrir. Si invertimos en el empleo del sector investigación, tendremos de acuerdo con la ecuación un incremento del parámetro como de A , favoreciendo a un incremento de la productividad del resto de

los factores utilizados en la producción. Por consiguiente una política del cambio técnico sería el subsidio a la acumulación de capital humano.



Gráfica No. 5

La gráfica puede ilustrar de manera tentativa una situación donde para crecer no basta con invertir en una mayor cantidad de capital humano, sino que es necesario incrementar su calidad a través de la investigación y el desarrollo científico-técnico.

Los modelos neoclásicos al suponer que la economía crece de manera sostenida (indefinida) con un cambio técnico exógeno, no tomaron en consideración la importancia de la educación y capacitación de la fuerza de trabajo para el crecimiento económico.

En resumen, Romer logra avances sustanciales sobre sus antecesores neoclásicos y alcanza una mejor aproximación hacia la explicación y representación de la endogenización del cambio técnico, lo que se hace evidente en tres direcciones: primero, tenemos que de acuerdo a sus cualidades y a su papel el cambio técnico es considerado un factor productivo que al utilizarlo en la producción en conjunción con los otros factores (K y L), hace que la función de producción muestre rendimientos crecientes a escala, en contraposición con la función de producción tradicional neoclásica, homogénea de rendimientos constantes a escala; segundo, vemos que a pesar de que Romer no ofrece una explicación estrictamente completa sobre las causas que permiten la endogenización del cambio técnico al sistema económico, si explica de manera precisa a los incentivos de mercado como una de las formas que mueven a los agentes económicos privados a invertir y a incorporar la tecnología en la economía, y para esto, abandona el esquema neoclásico ortodoxo de "competencia perfecta" y se sitúa mediante algunos supuestos en un modelo de "competencia monopólica", donde implícitamente aún, cuando no hace referencia a ello, vuelve a suponer la existencia de la competencia; tercero, reconoce que la competencia es vista como un proceso contradictorio que influye en la generación del cambio técnico, pero no es vista como proceso dinámico, ya que en este proceso las empresas innovan para alcanzar ganancias monopólicas, con la posibilidad de que las mismas sean permanentes y se estabilice el mercado.

En conclusión podemos observar, que tanto Kaldor y Mirrlees como Romer, en la medida que rompen con el esquema de competencia perfecta e incluyen las condiciones y los mecanismos de mercado como factores

determinantes, se sitúan en posibilidades de endogenizar el CAMBIO TÉCNICO al sistema económico. A pesar del distinto marco teórico, algunas de sus conclusiones son semejantes. Las más interesantes las podemos resumir de la siguiente manera:

1. Tanto Kaldor y Mirrlees como Romer, señalan que la inversión por hombre en la actualidad tiende a ser mucho más fructífera que la inversión hecha por hombre en el pasado, y esto a causa de todo el conjunto de conocimientos de que dispone el nuevo elemento. Así por ejemplo, un ingeniero hoy tiende a ser mucho más productivo que un ingeniero de hace cien años, a pesar de que en los dos se haya invertido el mismo tiempo de educación y capacitación.
2. En los dos modelos se coincide en la importancia que tiene el capital humano para el crecimiento económico, y se expresa en la preocupación que surge en la aplicación de medidas prácticas de política económica. Por citar un ejemplo, tenemos el problema en la economía de que existen muchos científicos sociales, pero pocos ingenieros, si se invierte en más ingenieros, ésta medida podría resultar infructuosa, ya que lo fundamental sería invertir en ingenieros mucho más capacitados, que tengan una visión mucho más amplia sobre la importancia de desarrollar e incorporar nuevos métodos y técnicas productivas.
3. El cambio técnico por su naturaleza viene ligado a los rendimientos crecientes a escala, lo que impide representarlo en una función de producción de rendimientos constantes como la neoclásica.

4. De principio, en ambos modelos se reconoce que el mercado se desarrolla bajo condiciones asimétricas. Qué son esas condiciones las que están determinando los cambio tecnológicos y no factores exógenos a la economía.

No obstante, también hay que tomar en consideración que en ambas interpretaciones, si bien es reconocible que hay una evolución en cuanto a la forma de entender a la competencia como proceso, que les permite sentar bases económicas para la endogenización del CAMBIO TÉCNICO. su aproximación es limitada, toda vez que no se considera a la competencia como proceso dinámico. Para Kaldor y Mirrlees, las condiciones asimétricas del mercado se pueden corregir mediante la aplicación de algunos instrumentos correctivos, logrando que las ganancias se vuelvan permanentes y el mercado se estabilice. Lo mismo para Romer, quien supone que el mismo proceso de competencia monopólica tarde o temprano tiende a garantizar esa obtención de ganancias monopólicas y estabilizar el mercado. Así, ninguna de estas concepciones explora la idea de que el límite mínimo de ganancia que ha de garantizar todo proyecto de inversión para que se lleve a cabo, estará en función del mismo proceso de competencia. Lo que implica que el mercado es por naturaleza inestable, las condiciones de los participantes no son las mismas, y entonces, los límites de obtención de una ganancia mínima están determinados por los competidores más poderosos, quienes están en condiciones de soportar tasas de ganancia cada vez menores. Es decir, que las ganancias aunque monopólicas no se pueden estabilizar, el mercado las viene modificando de manera permanente conforme se presenta la competencia.

Capítulo 4

LAS PROPUESTAS NO ORTODOXAS DEL ANÁLISIS DEL CAMBIO TÉCNICO

Introducción

Si bien los alcances del debate hasta aquí mencionados han tocado un sinnúmero de condiciones para el análisis del cambio técnico, el punto de vista schumpeteriano dio un giro por completo a conformación del concepto que fomentó nuevas líneas de investigación y resultados más alentadores. Podemos puntualizar esta perspectiva bajo las siguientes consideraciones: a) la innovación de nuevos productos que carecen de todo significado comercial, es decir, la creación de nuevas industrias a través de la aplicación de conocimientos generados en la ciencia³⁷ que requería de vencer hábitos e instituciones - creación destructiva; b) La segunda consideración contempla la existencia de un área de investigación y desarrollo dentro de la misma industria otorgándole un carácter endógeno a fenómeno de la producción. El primer escenario es visto desde la perspectiva de la demanda, donde el conjunto de productores ambicionan tener una renta diferencial que les permita poseer una mayor parte del mercado, y que rompe con la propuesta de permanencia del mercado de competencia perfecta. La segunda consideración pone de manifiesto el establecimiento de mercados monopolistas u oligopolistas

³⁷ Schumpeter hace la distinción entre invención o invento e innovación; la segunda corresponde a la fase de producción y comercialización o idea no aplicada. (Hualde, 1993)

que conviertan la dinámica de la innovación en un proceso cada vez más importante del crecimiento. La pregunta más natural hasta este punto es ¿qué empresas tienen mayor capacidad para innovar? El debate sobre esta disyuntiva es tratado más tarde bajo diferentes perspectivas, pero principalmente para considerar el papel que juega la pequeña y mediana industria en el crecimiento.

Análogamente, se desarrolla una propuesta que trata el problema desde la perspectiva de la demanda.

Schmookler (1966) define una línea de causalidad que es contraria al proceso de innovación, y que el factor determinante es la demanda. Ambas propuestas han tomado diferentes direcciones en el horizonte de la investigación sobre cambio técnico y crecimiento económico;³⁸ tanto es así que se han desarrollado nuevas propuestas bajo esquemas más específicos sobre el comportamiento tecnológico de las empresas (los casos de trayectorias tecnológicas y el papel que juega la biotecnología son dos ejemplos muy claros). No obstante este amplio proceso de conformación de un cuerpo teórico consistente, se ha hecho caso omiso de la pertinencia de su instrumentación dentro de la política industrial en las dos últimas décadas. El propósito de este cuarto capítulo es el de demostrar que dentro de los grandes debates de actualidad del crecimiento en países semiindustrializados, ha existido una ausencia u omi-

³⁸ Al respecto Ennio Rodríguez (1991) señala: "En cuanto al peso relativo de las variables de oferta y demanda sobre la innovación, el estado actual del debate señala que a partir de investigaciones en el desarrollo de las industrias química, materiales sintéticos y electrónica, ninguno de los factores ya fueran de demanda o de oferta tienden a predominar en las diferentes etapas en el desarrollo de una industria"

sión por parte de los hacedores de política económica de la creación de instituciones del cambio tecnológico; que permitan conformar un cambio estructural consistente y de largo plazo en un contexto de elevados "costos sociales y riesgos inciertos"³⁹.

³⁹ De María y Campos Mauricio y Serchovic Francisco. "Hacia una nueva política de desarrollo industrial y competitividad". *EL Mercado de Valores*, Enero 1998. Nacional Financiera. México.

4.1 Los antecedentes de las propuestas evolucionista y estructuralista del cambio técnico.

En la actualidad la ortodoxia que existe en la aplicación de políticas económicas en América Latina se sustenta en dos argumentos, a) el libre funcionamiento de los precios como mecanismo de asignación eficiente de los recursos; y b) la participación del Estado dentro de la economía esta fuera de toda concepción de eficiencia. La discusión sobre la idoneidad institucional para el desarrollo se inicia y concluye con el mercado (Rodríguez, 1993).

La teoría de los mercados disputables o competitivos discute la pertinencia de la libre operación de las fuerzas del mercado no es suficiente para exista solo un lugar de asignación eficiente de precios; el conocimiento tecnológico puede asignarse a un empresa o industria una posición monopólica en el mercado, donde no existe resultados óptimos. Luego no existe ningún supuesto de que el esquema institucional propuesto por la concepción ortodoxa sea el más indicado⁴⁰.

Al planearse el problema del equilibrio estático dentro del fenómeno del cambio tecnológico, Schumpeter consideró que existe una secuencia temporal en la cual cada proceso de desarrollo se basa en el precedente y crea los requisitos para el siguiente, en donde el concepto de equilibrio general tiene un carácter dinámica (por más paradójico que parezca). Los procesos de innovación están íntimamente ligados a los ciclos económi-

⁴⁰ En la función de producción neoclásica es imposible representar más de un punto de equilibrio en un solo instante.

cos, donde algunas industrias, y dentro de ellas, algunas empresas, llevan a cabo el proceso de innovación creando con ello la naturaleza del proceso competitivo.

El énfasis en la innovación como la principal fuente de dinamismo en el desarrollo capitalista, y el reconocimiento de la importancia vital que existe entre las innovaciones, las organizaciones y la sociedad; son parte de los aciertos que más tarde son recuperados en la discusión evolucionista del comportamiento del cambio técnico.

En esta nueva línea de discusión se inscriben los trabajos de Nathan Rosemberg, Richard R. Nelson, Sidney G. Winter, Carlota Pérez y Giovanni Dossi, entre otros, donde se establecieron las bases de la conformación de una teoría evolucionista del cambio técnico; que cuestionan algunas de las más importantes inconsistencias de la teoría neoclásica de la producción: a) la percepción estática y ahistórica del fenómeno la producción; b) la concepción de igualdad de condiciones de los agentes económicos en el mercado; c) la insuficiente participación de las instituciones en el mercado; y d) quizá la más importante, su concepción estática del equilibrio.

4.2 Patrones de innovación

A partir de invalidar la línea de causalidad que plantea que la estructura del mercado y el tamaño de las empresas son las variables que fundamentan la innovación, aparece una alternativa de análisis que se refiere a la oportunidad tecnológica que se emplea como determinante principal de los distintos patrones de innovación.

El papel de la oportunidad tecnológica se explica cuando en sectores de nueva creación con gran oportunidad tecnológica, se *generan rentas diferenciales* a partir de que ciertas empresas aprovechan la ventaja inicial de innovación en ciertos productos, lo que genera oligopolios de mercado. El manejo de este concepto tiene obligadamente una referencia de análisis desde la oferta, donde una tecnología con mismas especificidad tiene posibilidades de transferirse a otros sistemas técnicos donde puede cumplir con más eficiencia las mismas funciones que la tecnología existente, esta particularidad permite agrupar a las empresas bajos criterios que no se refieren directamente a su comportamiento en el mercado, sino por un tipo tecnológico. A partir de este punto se ha desarrollado una tradición de investigación sobre los modelos de difusión de innovaciones que procuran incorporar los elementos microeconómicos que inducen a la innovación⁴¹, los efectos del tamaño de empresa, la configuración de sus escenarios de inversión y su interacción con el comportamiento de la demanda.

⁴¹ Ennio Rodríguez, *ibidem*, pag. 292.

Existe otra postura que argumenta que el cambio técnico no sólo ocurre de una manera evolutiva sino que tiene su explicación a través de los ciclos largos y de las oleadas creativas de destrucción⁴². Freeman y Pérez, explican este concepto mediante los nuevos sistemas tecnológicos, donde un gran número de productos y procesos se ven afectados por tecnologías muy semejantes de tal manera que generen innovaciones relacionadas. El efecto que produce estos sistemas se ve reflejado en el poder multiplicador que aparece al difundirse. Como ejemplo contundente se puede mencionar a los circuitos, que dentro de la industria de consumo de bienes no duraderos, han modificado sustancialmente el desempeño de los productos que genera, propiciando un cambio radical en su elaboración.

Sin embargo en este análisis donde las trayectorias y oportunidades tecnológicas son de carácter evolutivo y tiene una aplicación en la fase final del proceso técnico mismo (maduro), se hace imprescindible explicar que pasa cuando entran nuevos procesos de innovación que generan las llamadas "rupturas tecnológicas"⁴³.

Esta postura comparte sólo de manera parcial la posición evolucionista; donde las últimas (las trayectorias), explican el comportamiento tecnológico a través del concepto de nuevos sistemas tecnológicos, que constituyen un poderoso conjunto de nuevas trayectorias tecnológicas creadas por avances en tecnologías centrales.

⁴² Términos que Schumpeter utilizó para describir el proceso de destrucción creativa 1933.

⁴³ Rodríguez, Ennio; *Ibidem*.

Los nuevos sistemas tecnológicos tienen un amplio poder de difusión que producen innovaciones relacionadas tienen un efecto económico significativo. Tal vez la diferencia más importante entre ambas posturas es el procedimiento de clasificación; la postura evolutiva mediante un criterio de innovación, al propuesta "técnoeconómica" pone más atención al fenómeno de la difusión tecnológica.

Giovanni Dosi, argumenta al respecto "...un paradigma técnoeconómico en el sentido de Freeman y Pérez es un concepto "macrotecnológico" y se refiere a amplios agrupamientos de paradigmas en el sentido sugerido aquí; por ejemplo, el paradigma "tecnoeconómico electrónico" captura las características comunes, las complementariedades y las interconexiones de varios microparadigmas, relacionándolos con los semiconductores, computadoras, automatización industrial..." (Dosi, 1988). En compendio podríamos señalar las características más importantes de los paradigmas tecnológicos, contemplando ambos matices; a) Incorporan una idea más precisa acerca de la dirección del cambio técnico, un análisis más certero de consto de oportunidad de un abanico de técnicas disponibles; b) los paradigmas tecnológicos tienen un alto sentido de exclusión: los esfuerzos y decisiones que se toman a nivel de la planta industrial carecen de un panorama de posibilidades tecnológicas; c) el conocimiento tecnológico esta menos articulado que el conocimiento científico pues gran parte del mismo tiene su origen en la experiencia.

Después de este recuento, el problema más obvio es determinar en la *praxis* cual hace a una tecnología la más eficiente *ex ante*, sobre otras más cercanas. Haciendo un supuesto heroico, podríamos decir que el ritmo de progreso de una industria y hasta de un sector económico, de-

pendería de la elección correcta de método de producción. El problema se delimita entre la relación entre economía y tecnología, de sí harto compleja, donde podría enumerar algunos de los criterios que están a consideración; a) los intereses económicos por parte de las instituciones que promueven el desarrollo y la investigación; b) referencias tecnológicas anteriores, campos de especialización, entre otros; c) apoyos institucionales; alguno de ellos o todos en conjunto conforman una visión más certera del proceso, pero lo que es evidente es que el mecanismo de mercado en el proceso de selección de ofertas tecnológicas dista mucho de ser el más eficiente.

Otra razón fundamental para buscar una opción tecnológica adecuada es el ahorro del factor trabajo; actualmente cualquier proceso productivo tiene una fuerte tendencia a la automatización⁴⁴, donde la sustitución de maquinas por trabajo debe ser un poderoso determinante en la búsqueda de nuevas técnicas de producción.

En compendio, hemos visto hasta aquí solo en términos generales aportaciones a la discusión de la innovación. En la última década ha existido un desarrollo considerable de la discusión en estos temas⁴⁵, pero eso sería, tan sólo por su extensión, tema para un estudio aparte. Es preciso destacar que las propuestas aquí mencionadas forman parte de los criterios que deben de ser considerados en la elaboración de una política

⁴⁴ Aunque no es cierto del todo, ya que la relocalización industrial no necesariamente se hace bajo un criterio de salarios bajos y alta intensidad de capital el producto

⁴⁵ Para una mayor referencia puede consultarse el Texto de Combs, R., Savioti y V. Walsh (1987) *Economics and technological change*, Mcmillan, Lóndres.

industrial más completa, que considere al factor tecnológico en sus decisiones y que aporte nuevas condiciones a la estructura industrial del país.

4.3 Una concepción estructuralista del cambio técnico.

Los orígenes de la propuesta estructuralista están sustentados bajo la concepción de la CEPAL del desarrollo económico; el cambio técnico se contextualizó en un escenario de mercados no competitivos que determinaban una distribución desigual de las posibilidades de acumulación y consumo. Las políticas propuestas estaban dirigidas a fomentar el cambio estructural en la distribución desigual de los frutos del cambio técnico⁴⁶

Las intenciones de estas propuestas fueron en un principio concurrir al mercado internacional con una mayor oferta de productos industriales, sin embargo, el proceso que determinó esta parte del desarrollo de América Latina fue la sustitución de importaciones, el fortalecimiento del mercado interno y políticas de reforma agraria.

El mayor desarrollo se da en los beneficios del cambio técnico y su difusión inter e intraindustrial, pero existe una clara omisión en los que respecta a las condiciones para el surgimiento del mismo; esto repercutió directamente en la ausencia de una política tecnológica. Las causas que argumenta el estructuralismo se fundamentaron en el pesimismo existente en cuanto a las posibilidades de exportación de los países industrializados, dejaban un margen muy pequeño para la modernización de los mercados protegidos de la región, que se caracterizaban por economías de escala poco eficientes y una alta capacidad ociosa. Estos eran

⁴⁶ Rodríguez, Ennio Op. cit. Pág 286.

los principios de lo que dio por llamar la generación de una tecnología propia.

Lo pertinente de este análisis fue la incorporación de aspectos dinámicos en el análisis, que fue fruto del no acuerdo con la ortodoxia. El punto de inflexión de esta discusión fue la crítica de la dependencia que expresa las relaciones de subordinación en los ámbitos económico, político y cultural que tiende a reproducir la desintegración nacional y la integración trasnacional. Este capítulo poco trabajó el aspecto del cambio técnico; tan solo consideró de manera seria las patentes y la difusión del progreso técnico en las empresas trasnacionales. Sin embargo, y a pesar de estas carencias en el análisis estructuralista, sus resultados fueron pauta para posteriores análisis que fueron plasmados e las posturas que consideraban un desarrollo desde dentro del cambio tecnológico.

4.4 El papel de las instituciones en el fomento del cambio técnico (propuestas de política industrial)

Las teorías comentadas en las secciones anteriores ofrecen las directrices para un amplio programa de investigación sobre las influencias recíprocas entre cambio técnico y estructura industrial, el propósito de este último apartado es reconsiderar el papel de la política económica, y en especial de la política industrial, en el fomento de estructuras más eficientes que tengan dos propósitos esenciales: a) un aumento de la participación de los salarios en el producto, como respuesta al aumento de la productividad; y b) un desarrollo sectorial en donde las condiciones de la capacidad productiva y la demanda agregada aumenten en la misma proporción creando un proceso de inversión autosostenible⁴⁷. La discusión para el cumplimiento de estos propósitos es *¿cuáles son las instituciones que pueden contribuir a que la ciencia y la técnica fomenten el desarrollo?*

Para delimitar la discusión, podemos mencionar algunas de las características que tienen las instituciones del cambio técnico.

El papel que tiene la investigación y el desarrollo dentro de las empresas, fomenta la creación de redes más consistentes entre ciencia y tecnolo-

⁴⁷ Suponiendo que la participación de las ganancias, la participación de las ganancias en el ingreso terminaría por inhibir el proceso de inversión, es decir, los efectos multiplicadores de la inversión sobre el ingreso se fugan del circuito ingreso gasto bajo la forma de bienes de capital: el coeficiente de importación de los bienes manufactureros; Op.Cit. Casar; página 12.

gía; los resultados pueden ser la generación de nuevos productos como la modificación de procesos.

La técnica contemporánea se caracteriza por estar basada o relacionada con la ciencia; la separación de responsabilidades entre el sector público y privado y ciencia básica y secundaria (dos subsistemas independientes), *ha perdido sentido*.

El mercado ya no es el que determina el sentido estricto del cambio tecnológico. Las empresas y el Estado han conformado mecanismos más eficientes en la administración del cambio técnico.

Antagónicamente, en los países semiindustrializados la investigación y desarrollo se concentra en la modificación de tecnología importada. Las políticas de ciencia y tecnología no han logrado trascender la promoción de las actividades científicas para concretarlas en innovaciones; y el mercado ha sido el factor que ha decidido el cambio técnico. El problema se agrava si consideramos que las políticas de desarrollo industrial han evolucionado considerablemente; los mercados de productos han cambiado a mercados de factores; los instrumentos directos han derivado en instrumentos indirectos y la formación activos tangibles ha cambiado a formación de activos intangibles. Si consideramos que estos cambios responden a la necesidad de regímenes especiales de promoción y apoyo a la pequeña y mediana empresa, el cambio técnico en la región no hace sino evidenciar los fuertes desniveles que prevalecen en los mercados de información, tecnológico y financiero.

Queda claro que el desarrollo tecnológico en estos países se modifica por el comportamiento diferencial de sus agentes: el mercado cubre las deficiencias que las empresas emprenden a través de pequeños esfuerzos tecnológicos de carácter adaptativo y la ausencia de políticas explícitas para lograr la vinculación del desarrollo científico con el proceso de innovación; es decir, compiten en un mercado oligopolio con condiciones productivas muy por debajo de la media eficiente del mercado, el ciclo de no innovación y poco crecimiento se repite indefinidamente.

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

4.5 México la política industrial

La relación entre ciencia y tecnología en México esta lejos de ser una relación directa⁴⁸, existen un sinnúmero de factores que intervienen en su determinación, así como importantes externalidades.

Es un argumento contundente que el conocimiento científico esta relativamente disponible en todo momento, el problema es que existe un sinnúmero de barreras que impiden beneficiarse del mismo: se han mencionado las culturales, educativas, políticas, nacionales, geográficas y de propiedad comercial. El problema recurrente es la ausencia de sistemas científicos con una capacidad de articulación empresarial, la brecha se mantiene a causa del tipo de gestión tecnológica que es de carácter adaptativo. No existe una capacidad endógena de innovación.

Las evidencias de políticas industriales de fomento del cambio técnico en países industrializados tienen un alto sentido de regulación, tanto para prevenir efectos no deseados como para introducir preocupaciones de equidad. Esto es así por que en el cambio tecnológico los beneficios o costos sociales tienden a diferir de los privados, de ahí que sea conveniente diversas formas de intervención.⁴⁹ Como corolario, existen algunas

⁴⁸ Es importante considerar algunos esfuerzos de políticas públicas; Jordy Michelli argumenta: " En los inicios de los noventa la intervención pública en el campo tecnológico tiene dos aspectos centrales: Por una parte se han articulado con más fuerza los programas del financiamiento del Conacyt con las empresas industriales, en el marco de un repunte del gasto público a la ciencia y la tecnología (de 0.27% del PIB en 1988y 1989, a 0 34% en 1991); por la otra se ha creado una ley de patentes. Op. cit. Página 183.

⁴⁹ Rodríguez, Ennio. Op. Cit

sugerencias en el diseño de políticas de intervención; entre ellas mencionamos las más importantes; a) La reconversión industrial de sectores atrasados para fomentar la inversión, o bien la creación de ventajas competitivas en sectores específicos; b) La creación de empresas públicas o una política de subsidios que permita que la escala de inversión en bienes de capital y de investigación y desarrollo sea factible financieramente; c) la reconsideración de los sectores estratégicos, que contribuyen a la generación de ventajas competitivas en la industria (electricidad, transportes, telecomunicaciones; entre otras);⁵⁰ d) La inversión en campos de investigación básica que no tiene relación directa con la innovación, pero genera los espacios necesarios para que esta se desarrolle; e) el fomento de las pequeñas unidades de producción, que no pueden realizar actividades investigación y desarrollo. El conjunto de todas estas medidas crean una estrategia para enfrentar un rezago tecnológico, sin embargo, es el mercado el mecanismo que funciona como regulador, por lo que se hace necesario replantear el papel de instituciones

Si aceptamos como premisa que es necesario modificar el entorno y los incentivos para promover explícitamente el desarrollo de las actividades de gestión tecnológica, explicaremos las tres grandes líneas en la implantación de una política más integral.

⁵⁰ Es importante resaltar que por una postura netamente ideológica, los sectores considerados estratégicos se han cambiado de manos en referencia un problema de eficiencia, siendo otra vez los precios lo que rigen decisiones de tipo tecnológico.

I.- Las pequeñas y medianas empresas

La necesidad de mantener regímenes especiales de promoción y apoyo a las pequeñas y medianas empresas, forma parte de la creación de una infraestructura industrial menos vulnerable a los mercados de información, tecnológicos y financieros. Estas imperfecciones no permiten que los recursos sean asignados a sus usos más productivos, por lo que se hace necesario una intervención selectiva que promueva el crecimiento y el desarrollo tecnológico en estas empresas. Aunado a ello es importante considerar que el fomento al empleo y los costos sociales que est problema trae consigo, es consideración suficiente para la aplicación de políticas públicas.

II.- El desarrollo regional y local

Nos encontramos en una situación de revalorización del papel de las políticas locales y regionales a nivel nacional; esto el desarrollo que el cambio tecnológico ha generado en los regímenes de apoyo a la pequeña y mediana empresa y la promoción de incrementos en la eficiencia por medio de la especialización, son signos alentadores al respecto. El origen de todo este argumento se inicia en el desarrollo regional como protagonista en la movilización de recursos, donde ha sido necesario replantear los regímenes regulatorios y de incentivos financieros y fiscales; para poder ofrecer una capacidad competitiva sostenible.⁵¹

⁵¹ Como ejemplo podemos tomar la cita que realiza De María y campos y Francisco Serchivic "...Los estados y numerosas localidades de los Estados Unidos ofrecen incentivos

III La sustentabilidad y el medio ambiente

Si tenemos que considerar el fomento de la capacidad tecnológica de la industria no es posible obviar el problema del llamado desarrollo sustentable. El establecimiento de centros de producción no contaminantes, que consideren capacidades de entrenamiento, experimentación, aprendizaje, adaptación y difusión tecnológica, requieren de políticas públicas concentradas en el sector privado y apropiados regímenes de incentivos. Todo este panorama debe de considerar un escenario de rentabilidad y cambio estructural.

diversos para traer la radicación de inversiones y desarrollar parque industriales y tecnológicos e incubadoras de empresas. También hacen uso del poder de compra estatal bajo la forma de buy Californian, buy Texan, etc...Los fondos estructurales de la Unión europea cumplen con un importante papel en la nivelación gradual del campo de juego de la Unión mediante subsidios al desarrollo de actividades económicas que coadyuven a reducir divergencias regionales en los niveles de ingreso" Op Cit pág 7

4.6 Lo que se ha hecho y lo que está pendiente (Conclusiones)

Si en este último capítulo sólo se tocaran aspectos críticos de la política científica y tecnológica, es presente ensayo tendría un sesgo muy evidente. Si bien es cierto que faltan muchas cosas por hacer, también lo es que ciertos sectores del gobierno han tomado conciencia de la irrefutabilidad de los argumentos que la heterodoxia presenta en términos del comportamiento del cambio técnico. A continuación haremos un recuento de la principales política que en materia tecnológica se ha conformado en los últimos 7 años, que es cuando se han considerado cambios considerables en la misma.

Líneas generales de política de modernización económica:

- 1) Facilitar el desarrollo de una mentalidad tecnológica de las empresas, de modo que tomen conciencia del problema dentro de un ambiente de competitividad global;
- 2) Mejorar la posición en el mercado internacional de la industria mexicana, mediante medidas que fomenten la productividad (y con ello hacer viable un incremento gradual de los salarios de manera no inflacionaria);
- 3) Propiciar una creciente participación de los recursos del sector privado en las acciones de modernización tecnológica, del aparato productivo del país.

- 4) Establecer la vinculación explícita entre las actividades de los centros de investigación y desarrollo tecnológicos y los requerimientos de los sectores productivos
- 5) Elevar el monto de recursos públicos destinados a investigación y desarrollo de tecnologías precompetitivas y que preserven el medio ambiente.

El diagnóstico que se presenta esta conformado de la siguiente manera:

Indicadores de la problemática por el lado de la demanda

“La conciencia de las empresas acerca de la importancia de su modernización tecnológica comienza a aumentar ante la apertura de la economía al comercio internacional y aún no se traduce en mayor inversión en tecnología”

“Según los empresarios, en buena medida los problemas de competitividad radican en problemas tecnológicos y de gestión y la solución dependen de las mismas empresas”

“La falta de involucración gerencial en el mejoramiento de la productividad-calidad refleja el estado actual de insuficiente cultura empresarial en el ámbito de la tecnología, producto de un ambiente prolongado de baja competencia en el mercado.”

“Las empresas del sector privado aprovechan poco los recursos disponibles para inversión de tecnología, aumento de la productividad y mejoramiento de la calidad.”

Indicadores de la problemática por el lado de la oferta

"La capacidad de desarrollo tecnológico disponible en México es considerable, pero se utiliza poco para resolver necesidades de los sectores productivos."

"El financiamiento y la actividad de los centros nacionales de investigación y desarrollo reflejan una incipiente vinculación con las necesidades de los sectores productivos".⁵²

Ambos criterios de análisis (el de oferta y demanda), así como las políticas emprendidas desde hace más de una década, tenían como prurito ideológico que la ausencia de una política industrial es la mejor forma fomentar el crecimiento; es por eso que, si bien es evidente que las condiciones para crear un sistema nacional de innovación y una relación más estrecha entre ciencia y tecnología están ausentes, no se ha podido dar las condiciones adecuadas para que se lleven a cabo.

En compendio podemos enunciar lo que podría ser una política que contemplara aspectos importantes de regulación tomando en cuenta las diferentes estructuras de mercado. Si bien existen deficiencias por ambos bandos, hasta ahora no se ha podido construir una propuesta heterodoxa que de una salida consistente a los problemas estructurales de la región.

⁵² Toda las opiniones fueron tomadas de Villarreal Gonda, Roberto. Una política integral para promover la modernización tecnológica de la industria, en Michelli, Op. Cit.(1992)

Una vez obtenido el diagnóstico y algunas de las principales medidas de fomento, podríamos definir las principales líneas de política industrial de la siguiente forma:

Es necesario cambiar la manera en que la industria nacional se ha insertado en la economía mundial. Aunque existen esfuerzos significativos durante los últimos diez años (el total de las exportaciones del país ya no depende sólo de la industria petrolera, aunque sigue siendo un monto significativo), no ha sido suficiente para disminuir el coeficiente importación que tiene la industria manufacturera. Es necesario modernizar el sector agrícola y potenciar el desarrollo de un sector industrial con creciente participación y competitividad internacional. Así también, es imprescindible que los países de la región incorporen cambio técnico para agregar valor agregado en la producción. Estas medidas no tendrán mucho éxito sino son acompañadas bajo una nueva propuesta de crecimiento y equidad; que permita en primera instancia, el mayor crecimiento del empleo formal, de la productividad y de los salarios.

Es necesario un cambio en la estructura y de demanda para disminuir los desequilibrios inter e intrasectoriales que se generan en el sector externo y financiero. Para lograr este propósito es necesario reconsiderar las relaciones que existen entre ahorro e inversión, que deben de permitir que el crecimiento y la equidad no sean dos temas mutuamente excluyentes.

El entendimiento de la política tecnológica en México ha estado ausente de manera parcial en los últimos catorce años, es *imprescindible* contemplar los instrumentos que permitan a la industria entender y generar sus propias capacidades tecnológicas a través de una cultura de la innovación, que tiene que estar presente al menos bajo una relación más estrecha entre los sectores que generan ciencia y aquellos que tiene la tarea de la innovación.

Si no existe un criterio de consenso para crear un sistema articulado de innovación, estará ausente una propuesta integral de reconversión industrial.

En compendio, podemos asegurar que la competitividad se regirá por un nuevo paradigma técnico económico que excluirá cada vez más a la empresa individual y se determinará por propuestas que contemplen a diferentes agentes de la producción; donde la brecha será más amplia entre los países que incorporan el cambio técnico y aquellos que no lo hacen.

Bibliografía

Arrow, K.J.; "El bienestar económico y la asignación de recursos para la inversión". *Economía del cambio tecnológico*, selección de Nathan Rosenberg. *El trimestre económico* no. 31. México, F.C.E. 1979

Capdevielle, José Mario. "Teoría Económica y cambio tecnológico". *Anuario de investigación 1991*. Departamento de Producción Económica, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Casar, José I Transformación en el Patrón de Especialización y Comercio Exterior del Sector Manufacturero (1978-1997), ILET-NAFIN. México 1989.

Casar, José I. et.al. *La organización industrial en México*. Editorial Siglo XXI y el Instituto Latinoamericano de estudios Transnacionales. México, 1990

CEPAL. "Organización Industrial, Competitividad Internacional y Política Pública en los años noventa". *El Mercado de Valores*, Nacional financiera, Enero de 1997.

De María y Campos Mauricio y Serchovic, Francisco. "Hacia una nueva política de desarrollo industrial y competitividad". *El mercado de Valores*, Nacional Financiera, Enero de 1998.

Dosi, G. et.al. *Technical Change and Economic Theory*. Columbia University Press. N.Y. 1988.

Elster, Jon. *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*. Editorial Gedisa, Barcelona, España 1992.

Fajnzylber, Fernando. "Democratization, endogenous modernization, and integration: strategic choices for Latin America and economic relations with the United States"; en *United States-Latin American Relations in the 1980's: Contending Prospectives on a decade of Crisis*. Middlebrook, Kevin and Carlos Rico editores, 1984.

Fajnzylber, Fernando. *Industrialización en América Latina: de la "Caja Negra" al "Casillero Vacío"*. Cuadernos de la CEPAL no. 60. Santiago de Chile 1989.

Freeman, C. *La teoría económica de la innovación industrial*. Editorial Alianza Universidad 1975.

Harrod, R.F. (1939), "La teoría dinámica" en *Economía del crecimiento*, El Trimestre Económico, no. 28 selección de Amartya Sen, F.C.E. México, F.C.E. 1989.

Hernández Laos, Enrique. *Evolución de la Productividad Total de los Factores en la Economía Mexicana. (1970-1989)*. Secretaría del Trabajo y previsión Social, cuadernos de trabajo no. 1. México 1993.

Kaldor, N. (1960), "Un modelo de distribución" en *Economía del crecimiento*, El Trimestre Económico no. 28; selección de Amartya Sen. F.C.E. México, 1989.

Kaldor, N. y Mirrles, J.A. (1961-1962) "Un modelo de crecimiento con progreso técnico inducido" en *Economía del crecimiento, El Trimestre Económico* no. 28; selección de Amartya Sen. F.C.E. México, 1989.

Marx, C. (1861)-(1863), *Progreso Técnico y Desarrollo capitalista* Editorial Pasado y Presente no. 93. México 1983

Michelli, Jordi. *Tecnología y Modernización económica*. Editorial Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, 1993.

Nadal, Alejandro y Salas, Carlos. *Bibliografía sobre el análisis económico del cambio técnico*. Editorial. El Colegio de México. México 1988.

Nelson, R.R. y Winter, S.G. *An evolutionary theory of economic change*, The Belknap press of Harvard University, Press, Cambridge, Massachusetts, 1982.

Nelson. Richard. R. "Research productivity growth and productivity differences: Dead Ends and New Departures". *Journal of Economic Literature*, Septiembre de 1981.

Rodríguez Ennio, "La endogenización del cambio tecnológico: un desafío para el desarrollo". *Lecturas del trimestre económico No. 71*, F.C.E. México 1993.

Romer, P.M. (1990), "Endogenous technological change" *Journal of political economy*, volume 8, num. 5, p. 1-1-2.

Romer, P.M. (1994), "The origins of endogenous growth". *Journal of Economic Perspectives*, volumen 8, num. 1, winter, p.3-22.

Schmookler, j. (1962) "Fuentes económicas de la actividad inventiva" en *Economía del cambio tecnológico* selección de Nathan Rosenberg, *Lecturas del trimestre económico*, México, F.C.E 1979.

Schumpeter, J.A. *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Tomos I y II Editorial Orbis, Barcelona, España. 1993

Solow, R. M. "Un modelo de crecimiento", en *Economía del crecimiento*, *El Trimestre Económico* no. 28; selección de Amartya Sen. F.C.E. México, 1989.

Sunkel, Osvaldo *El desarrollo desde dentro. Un enfoque estructuralista*. Editorial Fondo de Cultura Económica, *El trimestre económico* no. 71. México, 1993.

Sylos, L, P. (1966) *Oligopolio y progreso técnico*. Editorial. Oikos-Tau. Barcelona España

Tavares de Araujo, José. "Los mercados disputables y la competencia schumpeteriana en las economías de industrialización reciente". *El Trimestre Económico* No. 211, Julio, F.C.E. México 1986 – Septiembre de 1986.

Unger, Kurt. *Las exportaciones manufactureras mexicanas: el caso de la Industria Automovilística y Química*; F.C.E., México 1990.