

# CAMBIO TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO \*

DANTE SIMONE \*\*

SUMARIO: Prefacio. Consideraciones previas. 1. La tecnología en las dinámicas de largo período. a, Los clásicos. b, MARX. c, SCHUMPETER. d, La ortodoxia keynesiana. 2, Tipología de la innovación. a, Concepción estática de la innovación. b, Concepción dinámica de la innovación: HARROD. c, Comparación entre ambas concepciones. 3, La tecnología en la dinámica post-keynesiana. a, Modelos de crecimiento neo-clásico. b, Modelos de crecimiento nekeynesianos. 4, Un nuevo enfoque. 5, Apéndice: La tecnología en el modelo de Nicholas Kaldor.

## PREFACIO

Este ensayo sobre teoría económica tiene por objeto analizar la estrecha vinculación existente entre tecnología y crecimiento económico.

La realidad económica es por esencia cambio, movimiento, modificación y dentro de ese proceso de destrucción y reestructuración, equilibrio y desequilibrio el progreso tecnológico es una pieza fundamental.

Ninguna de las "dinámicas magníficas" ha dejado de señalar la importancia de la variable tecnológica en la función producción. Los clásicos y las modernas teorías del crecimiento considerabanla como un elemento exógeno al sistema, mientras que por el contrario SCHUMPETER la incluía como una variable endógena al mismo. Varían las concepciones, las interpretaciones, pero ninguno de los autores vacila en señalar su significación.

Vamos a introducirnos entonces en un aspecto de la teoría económica, la que se denomina teoría de la innovación.

Visualizaremos brevemente y al solo hecho de ubicarnos en la materia, el papel de la tecnología en las dinámicas de largo período; los Clásicos, MARX, SCHUMPETER, la Ortodoxia Keynesiana, para luego entrar en las modernas concepciones post-keynesianas del crecimiento.

Previo a ello, nos detendremos a precisar la tipología de la innovación, estudiando las concepciones de J. R. HICKS, J. ROBINSON y R. F. HARROD.

\* Tesis doctoral del autor.

\*\* Doctor en Ciencias Económicas, graduado en la Universidad Nacional de La Plata. Funcionario del CONADE.

Dividiremos a las teorías post-keynesianas en neo-clásicas y neo-keynesianas, refiriéndonos también a algunas que escapan a una clasificación rigurosa como son el caso de los esquemas de Nicholas KALDOR y Joan ROBINSON.

Al estudiar los modelos de J. E. MEADE y R. F. HARROD habremos llegado a la más eficiente teorización de la tecnología en el crecimiento. Profundizando el modelo de HARROD, modificando algunos de sus supuestos, estudiando la relación existente entre las tasas y los mecanismos de ajuste, criticaremos la utilización de la división entre los conceptos de tasa natural y tasa garantida, empleada por la mayoría de los modelos post-keynesianos. La separación de las dos tasas y su eterno distanciamiento, precursor de depresiones crónicas en los países desarrollados, se basa en la idea de definir a los determinantes de la tasa natural de crecimiento como influenciados exogenamente y de considerarlos totalmente independientes de los determinantes de la tasa garantida.

Demostrar lo contrario está incluido en la misión de esta tesis. De lograrlo habremos avanzado un paso más en la comprensión de la dinámica económica.

#### CONSIDERACIONES PREVIAS

Lo que vamos a analizar, no es el grado en que fluyen y surgen los nuevos conocimientos técnicos, sino como una economía explota a través de sus empresarios y dirigentes esa serie de conocimientos que le brinda la técnica, lo que da origen a las nuevas técnicas es la invención; lo que los empresarios hacen con esas invenciones, la forma en que la llevan a la práctica, es la innovación.

Las innovaciones pueden ser clasificadas como de productos y de procesos.<sup>1</sup> Una innovación de producto, como su nombre lo indica es la introducción de un nuevo bien al mercado. La de procesos en cambio, es aquella que trae aparejada una reducción del costo unitario de un bien ya existente. (Cambio en el método de producción, nuevas formas de organización, nuevas fuentes de materias primas, etc.). Es muy difícil separar el alcance de ambas clasificaciones, una reducción de costos generalmente entraña un cambio en la composición y calidad del producto.<sup>2</sup>

1. Para un detallado estudio de esta clasificación. J. SPENGLER, *Product adding vs. product replacing innovations*. *Kyklos*, Basilea, fasc. 3. 1957, páginas 249 - 280.

2. Mark BLAUG, *A survey of the theory of process innovations*, *Económica*, vol. XXX, N° 117, febrero 1963, 13 - 32. Londres, Vladimir STOLKÓV, *A note on product adding vs. product replacing innovation*, *Kyklos*, fasc. 1, 1963 páginas 138 - 141.

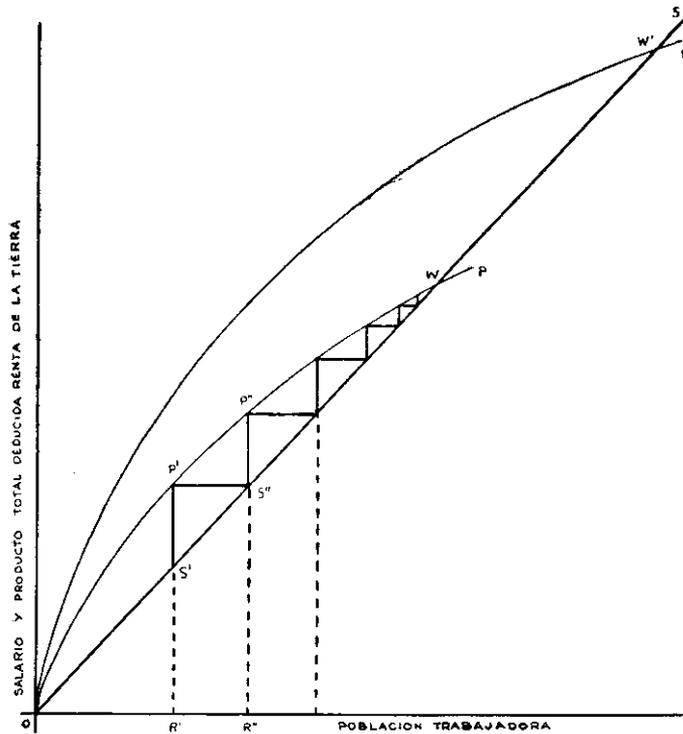
A fin de poder avanzar en el análisis del progreso tecnológico, debemos precisar la constancia de la calidad del producto, en caso contrario se entra en problemas de números índices que hasta el presente no han sido superados. Trataremos por lo tanto con innovaciones de procesos.

## I. LA TECNOLOGIA EN LAS DINAMICAS DE LARGO PERIODO.

### a) *Los clásicos.*

Habían destacado el papel del progreso tecnológico en el proceso de crecimiento, enfatizando su influencia compensadora de rendimientos decrecientes. El crecimiento del capital y de la fuerza de trabajo necesariamente se encontrarían con una disminución de retornos, en la medida que la dotación de factores naturales permaneciera constante.

Así, utilizando la síntesis gráfica de la dinámica clásica de W. BAUMOL.<sup>3</sup>



3. W. BAUMOL, *Economic dynamics*, Macmillan, New York, 1951, p. 19.

La curva OP refleja, con el crecimiento del capital y el trabajo (eje de las abscisas), la caída de los rendimientos. El capital se acumula en proporción a la diferencia entre producción total y salarios de subsistencia (reflejados por la recta OS). Con una población OR' la producción será R'P', si los salarios están al nivel de subsistencia los pagos totales en tal concepto será R'S', el resto irá a beneficios de los capitalistas. Esto permitirá continuar acumulando, lo que elevará la demanda de mano de obra y por consiguiente a los salarios por encima del citado nivel desplazándose la población trabajadora a OR"; iniciándose así un nuevo ciclo. En W, la producción total deducida la renta de la tierra, será igual a los salarios, al no haber beneficios no hay acumulación de capital. Con salarios iguales a los de subsistencia la población trabajadora permanecerá constante, se habrá llegado al *estado estacionario*.

La innovación puede evitar el estancamiento, desplazando la curva de productividad total agregada, incrementando la productividad media de capital y del trabajo. En el gráfico 1 de la curva OP se pasa a OP' y el punto de crecimiento nulo se estabiliza en W'. Si la técnica permite continuos aumentos de la productividad, superiores al crecimiento del salario global de subsistencia, la posibilidad de un estado estacionario se irá alejando cada vez más.

La experiencia indica, contra la opinión ricardiana que sostenía que en largo plazo los rendimientos decrecientes prevalecerían, que la innovación ha sido suficiente para mantener los retornos del capital a un nivel positivo.

Al no contemplar este modelo variaciones de la productividad per cápita, ante incrementos del capital por hombre<sup>4</sup>, el estar basado en principios criticados como el de la población y la ley ricardiana de salarios<sup>5</sup> le resta relevancia en cuanto a su aplicación a la sociedad capitalista actual. Lo que no impide que las elucubraciones clásicas sobre innovación hayan sido punto de partida para todos los trabajos posteriores en la materia.

b) *Karl Marx*.

Estableció las dos interrelaciones entre innovación y acumulación

4. Gardner ACKLEY, *Macroeconomic theory*, Macmillan, New York, 1961. página 508.

5. Oreste POPESCU, *Introducción a la ciencia económica contemporánea*, 2ª, Ariel, Barcelona, 1964, p. 179.

de capital<sup>6</sup>. Para utilizar nuevos conocimientos técnicos es necesario invertir y a la vez la innovación está creando oportunidades de inversión para los ahorros disponibles.

En la dinámica marxista la demanda de mano de obra está en función de la acumulación del capital. Una mayor demanda del factor trabajo por efectos de aumentos en la inversión, se traducirá con una oferta creciendo a una tasa constante menor e influenciada exógenamente, en un correlativo aumento de salarios. Esto no sucede, y por el contrario se mantiene alrededor del nivel de subsistencia debido al carácter ahorrador de trabajo de la innovación. La inversión si bien por un lado aumenta la demanda de trabajadores, por el otro desplaza mano de obra al exigir una menor cantidad de trabajo por unidad de capital, impidiendo la suba de los salarios.

La relación Capital constante - Capital Variable y la relación capital - producto aumentan como así también la participación del capital en el ingreso.

Según MARX, se observa aquí una inconsistencia del sistema económico capitalista. Para que existan beneficios la producción debe ser demandada y como la demanda final proviene de los sectores asalariados, al hacerse menor su participación en el ingreso, el mercado será insuficiente para absorber la totalidad de la producción con la lógica secuela de perturbaciones cíclicas. Los capitalistas, supone MARX, no consumen la plusvalía sino que la reinvierten casi en su totalidad.

Con este exceso crónico de mano de obra que se va agravando paulatinamente por el desempleo tecnológico, con un tasa de ganancias decreciente<sup>7</sup>, con innovaciones que por efecto de la competencia entre capitalistas son más y más capital intensivas, con fluctuaciones frecuentes y pronunciadas, el sistema va desenvolviéndose en medio de contradicciones que inevitablemente lo llevarán al derrumbe.

Marx relacionó entonces innovación con salarios e inversión. Nos podemos dar una idea de la importancia de la innovación en su esquema, cambiando el supuesto del carácter "labor saving" del dinamismo tecnológico. Por lo pronto la acumulación del capital demandará y no desplazará mano de obra, la relación capital - producto y la composición orgánica

6. Benjamín HIGGINS, *Economic development*, W. W. Norton, New York, 1959. p. 109.

7. El beneficio en si no es el móvil para acumular en las economías capitalistas s/. MARX, sino que la acumulación es una actitud psicológica propia de la estructura de este tipo de sociedad. I. ADELMAN. *Teorías del desarrollo económico*, Fondo de Cultura Económica. México, 1964. p. 97.

del capital permanecerán constantes o decrecientes, la participación del trabajo en el ingreso no disminuirá, el "ejército industrial de reserva" perderá su inevitabilidad, etc.

La experiencia parece afirmar que el dinamismo innovacional no ha sido labor - saving sino neutral, y que la participación del trabajo en el ingreso se mantiene constante o tiende a aumentar, lo que está en contradicción con los supuestos marxistas.

c) *Joseph Schumpeter.*

Hizo de la innovación el agente dinámico del desarrollo económico<sup>9</sup>. La define como una forma diferente de hacer las mismas cosas tal que aumente la productividad de los factores de producción. La innovación alcanza su máximo significado, es la síntesis del proceso de crecimiento. Como expresa Henry C. WALLICH<sup>10</sup>, la fuerza motivadora en la dinámica schumpeteriana es el empresario, el proceso es la innovación y el objetivo una posición individualista de riqueza y poder.

El proceso económico se caracteriza como una serie de cambios discontinuos y espontáneos, nuevas combinaciones de los factores de la producción promovidas por el introductor de las modificaciones en la función producción: el empresario. El dinamismo de explotación de nuevas técnicas no es algo continuado y estable. Aparecen los innovadores por "bandadas", iniciándose un ritmo ascendente en la producción, detrás vienen los imitadores que agotan las posibilidades de esas innovaciones. Cuando los nuevos productos afluyen al mercado, los precios bajan mientras que los factores de producción se encarecen, lo que termina por flexionar la curva ascendente del ciclo.

En el momento que este espíritu innovador desaparezca, las empresas serán tan grandes que impedirán el acceso de competidores; no existiendo la competencia purificadora de unidades obsoletas, se perderá la esencia misma del crecimiento. El capitalismo habrá entrado en su fase final, no desapareciendo por razones económicas sino por motivaciones sociológicas. Los empresarios innovadores habrán desaparecido, víctimas de su propio éxito, siendo suplantados por asalariados ejecutivos carentes

8. J. SCHUMPETER, *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1944. *Capitalismo, socialismo y democracia*, Claridad, Buenos Aires, 1946.

9. Oreste POPESCU, *Introducción a la . . . . .*, Ob. Cit., p. 186.

10. H. C. WALLICH, *Algunas notas para una teoría del desarrollo derivado en La Economía del Subdesarrollo*, de Agarwala y Singh, Tecnos, Madrid, 1963.

de las condiciones propias del empresario. Con la pérdida de su fuerza motivadora, el capitalismo cambiará de estructura dirigiéndose hacia un orden socialista.

d) *La ortodoxia keynesiana.*

La predicción clásica era el estado estacionario; para MARX y SCHUMPETER, el colapso total, la visión de J. M. KEYNES<sup>11</sup> sobre el porvenir del capitalismo no era muy optimista. KEYNES consideraba que en las economías capitalistas con una enorme masa de ahorros el crecimiento del capital a través de la inversión, y como consecuencia el crecimiento del ingreso, podrían detenerse. Estaríamos frente a una "saturación del capital".<sup>12</sup> La deficiencia de las oportunidades de inversión impediría el pleno empleo de la capacidad productiva potencial, a menos que el descenso paulatino de la eficacia marginal del capital fuera acompañado por el de la tasa de interés. Pero si la inclinación de la curva de eficacia marginal del capital es pronunciada muy pronto se llegará a una tasa de interés nula o aún negativa. Se presentaría una incompatibilidad de tasas, la tasa necesaria de crecimiento de la inversión para lograr la plena utilización de la capacidad productiva sería económicamente inalcanzable. El crecimiento actual es inferior al potencial.

Pero en el esquema keynesiano se enfoca el crecimiento del capital manteniendo constante el nivel de ingreso. Con el aumento del capital, debe forzosamente desplazarse el ingreso, las necesidades del capital y la rentabilidad del mismo. El esquema falla entonces al prescindir de la demanda de inversión por desplazamientos del ingreso o sea la inversión inducida.

Alvin HANSEN<sup>13</sup> avanza sobre el pensamiento keynesiano del estancamiento por problemas de demanda e incluye la inversión inducida en su concepción. A pesar de ello se mantiene la afirmación de que el crecimiento actual de una economía desarrollada, tiende a divergir cada vez más del crecimiento potencial a pleno empleo.

Tres son los móviles fundamentales a la demanda de inversión: el

11. John Maynard KEYNES, *Teoría general de la ocupación, interés y dinero*, Fondo de Cultura Económica, México 1963.

12. Gardner ACKLEY, *Macroeconomic theory*, ob. cit., p. 509.

13. Alvin HANSEN, *Política fiscal y ciclo económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1945.

*El progreso económico y la disminución del crecimiento de la población*, Ensayos sobre el ciclo económico. (Selección de G. Haberler) Fondo de Cultura Económica, México, 1946, ps. 379 - 397.

crecimiento de la población, el descubrimiento de nuevos recursos y la tecnología. Si el crecimiento de la población disminuye y se hace más remota la posibilidad de utilizar nuevos recursos naturales, resta solamente la tecnología. Esta absorbe capital, pero cada vez, según HANSEN, en menor cuantía. Porque la época de las innovaciones de alta densidad de capital, ferrocarriles, acero, etc., ha pasado en los países desarrollados. En la actualidad las innovaciones tienden a aumentar la productividad del capital disminuyendo las necesidades de inversión por unidad de producto.

Las innovaciones son ahorradoras de capital (capital-saving). El efecto de la tecnología sobre la inversión va diluyéndose, siendo insuficiente el desplazamiento por razones tecnológicas de la eficacia marginal del capital para evitar la caída de los beneficios.

De no mediar una política fiscal y monetaria adecuada y *no neutral* se llegaría al estancamiento secular del sistema capitalista por deficiencia en las oportunidades de inversión.

## II. TIPOLOGIA DE LA INNOVACION

Antes de penetrar en el análisis de la innovación en las recientes contribuciones a la teoría del crecimiento, debemos precisar qué se entiende por una innovación "Capital-Saving o Labor-Using" "Labor-Saving" o "Capital - Using" y Neutral.<sup>14</sup>

Para ello y por la importancia que revisten sus concepciones estudiaremos los aportes de J. R. HICKS<sup>15</sup>, J. ROBINSON<sup>16</sup> y R. F. HARROD<sup>17</sup>.

Los trabajos de HICKS y ROBINSON contemplan la tipología de la innovación desde un punto de vista estático. Son dos situaciones, pre y post innovación las que se consideran.

A diferencia de estos, HARROD dinamiza la concepción de la innovación, estudiándola no como un cambio único sino como un flujo de cambios sucesivos. Es la formulación aplicable por excelencia a los modelos de crecimiento neo-keynesianos.<sup>18</sup>

<sup>14</sup>. Creemos conveniente utilizar por razones de exposición la terminología inglesa en la materia. Las traducciones literales son: de Capital-Saving o Labor Using, Ahorradora de Capital - Utilizadora de trabajo.

<sup>15</sup>. J. R. HICKS, *Theory of wages*, Macmillan, Londres, 1932 y Macmillan, 1963.

<sup>16</sup>. J. ROBINSON, *The classification of inventions*, in *Readings in the Theory of Income Distribution*, W. Fellner y otros, R. Irwin 1946.

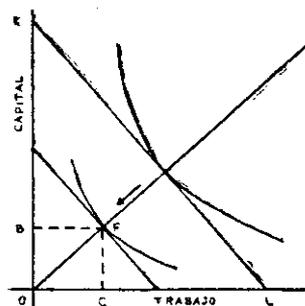
<sup>17</sup>. R. F. HARROD, *Towards a dynamic economics*, Macmillan, Londres, 1948.

## 1. CONCEPCION ESTATICA DE LA INNOVACION.

## a) J. R. Hicks.

J. R. HICKS<sup>19</sup>, define como *neutral* a una innovación que, considerando fija la relación Capital-Trabajo<sup>20</sup>, las productividades marginales de los factores se incrementan en igual proporción; *Capital-Saving* es la que con una relación Capital-Trabajo dada, la productividad marginal del capital aumenta en proporción menor que la productividad marginal del trabajo. Por el contrario de ser *Labor-Saving* la productividad marginal del capital se incrementará en una proporción mayor que la productividad marginal del trabajo.

Gráficos 2 y 3.



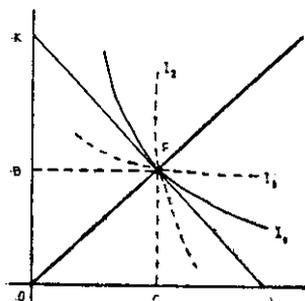
NEUTRAL:  $\frac{OB}{OC}$  constante  $\frac{MPK''}{MPL''} = \frac{MPK'}{MPL'}$

PRODUCCION AUMENTA: Con los mismos insumos, y con  $\frac{MPK''}{MPL''} = \frac{MPK'}{MPL'}$ , se logra una producción mayor.

Siendo  $\frac{MPK'}{MPL'} = \frac{MPK''}{MPL''}$

$\alpha$  % de aumento en las MP

(PRODUCTIVIDADES MARGINALES)



CAPITAL SAVING:  $\frac{OB}{OC}$  constante

$\frac{MPK''}{MPL''} < \frac{MPK'}{MPL'}$

ISOCUANTA  $I_2$

LABOR SAVING:  $\frac{OB}{OC}$  constante

$\frac{MPK''}{MPL''} > \frac{MPK'}{MPL'}$

ISOCUANTA  $I_3$

<sup>18</sup>. Los modelos de HARROD y DOMAR, utilizan este tipo de concepción. J. MEADE en cambio, utiliza en su modelo neo-clásico la definición de HICKS, adaptada a exigencias dinámicas.

<sup>19</sup>. J. R. HICKS, *Theory of wages*, Ob. Cit., cap. VI, ps. 112 - 135.

Una innovación que es labor - saving, suponiendo salarios elásticos a la baja, tiende a disminuir el precio del trabajo con respecto al capital, lo que puede inducir a una sustitución de capital por trabajo. Por lo tanto, de acuerdo al grado de elasticidad en la utilización de los factores con respecto a las variaciones de las productividades marginales o de los precios, variará la distribución del ingreso. Hicks expresó este problema en función de  $\sigma$  (elasticidad de sustitución). Si  $\sigma > 1$  (de capital por trabajo) una innovación labor - saving traerá como consecuencia un aumento en la participación del trabajo en el ingreso nacional<sup>21</sup>, porque ante la disminución de la productividad marginal relativa del trabajo y de su precio, hay un aumento más que proporcional al descenso de los precios en la utilización del factor  $\sigma$  es definida para un *monto de producción dado*, como el porcentaje relativo de cambio en la composición y monto de los factores empleados divididos por el cambio de los precios relativos y productividades marginales.

Para *montos de producción variable*, Hicks define la elasticidad de sustitución unitaria "cuando (inicialmente, antes de que cualquier cambio en la oferta de los demás factores tenga lugar) el incremento de un factor aumenta las productividades marginales de todos los factores tomados en conjunto en la misma proporción que el aumento del producto"<sup>22</sup>.

b) *J. Robinson.*

Una innovación que aumenta la producción total necesariamente aumentará la productividad media de cada factor considerado individualmente (K/L constante).

$$\text{Si } K = 50 \quad L = 50 \quad P/K = 2$$

$$P = 100 \quad P/L = 2$$

Si luego de la innovación la producción total es igual a 200, la productividad media de cada factor habrá aumentado en la misma proporción que la producción total. Por ej.  $P/E = 4$ . Pero la distribución de este incremento entre los dos factores capital y trabajo, estará en función de las MP (productividades marginales) de cada factor.

<sup>20</sup>. Empleamos solamente dos factores. Capital y trabajo. La definición de HICKS puede ser aplicada cualquiera sea el número de factores. En la de HARROD, su aplicación es más problemática. J. MEADE, *A neo-classical theory of economic growth*, Unwin University Books, London, 1962, p. 55.

<sup>21</sup>. M. BLAUG, *A survey in the ...* op. cit. p. 16.

<sup>22</sup>. J. R. HICKS, *Theory of wages*, op. cit., p. 117.

David RICARDO había demostrado que el ingreso que recibe el factor fijo está determinado por la diferencia existente entre la productividad media y marginal del factor variable. WICKSTEED, WICKSELL, J. B. CLARK demostraron que cada factor variable recibe una recompensa similar a su productividad marginal.<sup>23</sup> Debemos acotar con Mark BLAUG<sup>24</sup>, que la productividad marginal de cada factor no puede considerarse en forma aislada e independiente de la del otro, ambas son complementarias.

Tenemos entonces, una relación Producto/Factor (P/K) (P/L) productividades medias y otra relación que determina la distribución del ingreso entre beneficios y salarios (B/P) (W/P) que estará en función de las productividades marginales de los factores.

Joan ROBINSON<sup>25</sup>, utilizando estos conceptos introdujo la siguiente clasificación de las innovaciones:

*Neutral*: Las productividades marginales del capital y trabajo aumentan en igual proporción. La diferencia entre productividades media y marginal del factor variable es constante.

*Capital - Saving*: Aumentan la productividad marginal del capital en proporción menor que la productividad marginal del trabajo. Incrementan la brecha existente entre la productividad media y marginal del capital.

*Labor - Saving*: Aumentan la productividad marginal del capital en proporción mayor que la productividad marginal del trabajo. La diferencia entre productividad media y marginal del capital es menor.

Elimina como vemos, el supuesto de HICKS de una relación Capital-Trabajo constante, la relación K/L puede variar sin afectar el carácter de la innovación, además supone pleno empleo de los factores, antes y después de la innovación y *tasa de interés constante*. Una vez realizada la innovación, la productividad marginal del capital, cualquiera sea el tipo de modificación tecnológica, va a ser la misma e igual a la tasa de interés.

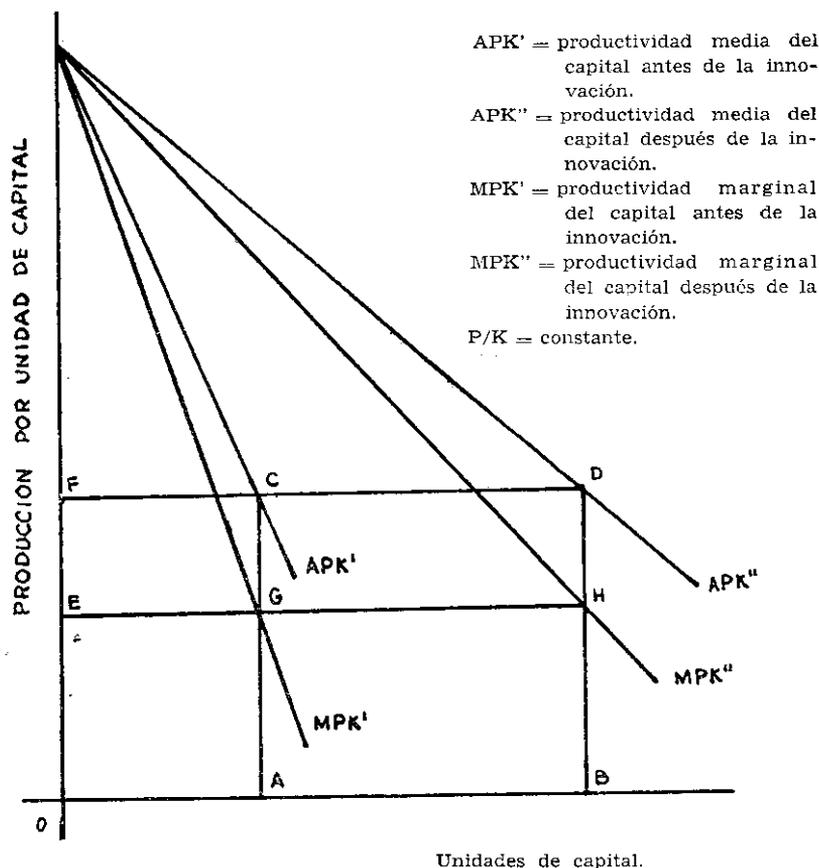
En el gráfico 4 a, representamos la productividad media y marginal

<sup>23</sup>. Para una exposición completa de las teorías clásica y neoclásica de distribución del ingreso ver Paul DAVIDSON, *Theories of aggregate income Distribution*, Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey, cap. II y III, 1959, ps. 3-36.

<sup>24</sup>. Mark BLAUG. *Economic theory in retrospect*, Heinemann, Londres, 1964. p. 406.

<sup>25</sup>. J. ROBINSON, *The classification of . . . .*, op. cit.

Gráfico 4 a. Innovación neutral.



del capital antes y después de una innovación neutral,  $APK'$ ,  $MPK'$ ,  $APK''$  y  $MPK''$ , respectivamente. El capital se acumula de  $OA$  a  $OB$ , estando  $OB$  determinado por la constancia de la tasa de interés. En  $OB$  la productividad marginal del capital es igual a la tasa de interés ( $MPK' = MPK''$ ). Las productividades media y marginal del capital han aumentado iselásticamente, al ser la innovación neutral, por lo que las productividades medias del capital antes y después de la innovación son iguales ( $APK' = APK''$ ).

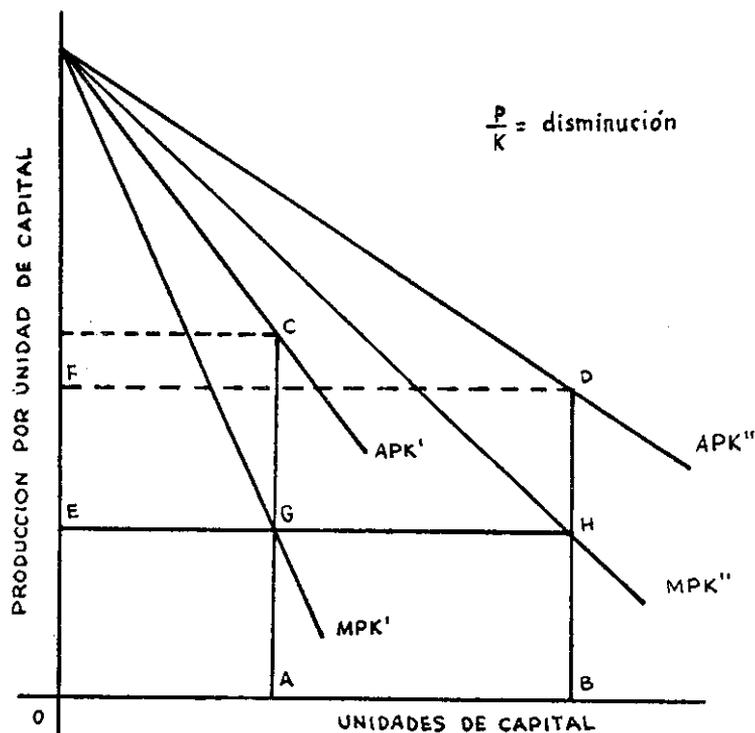
La distribución del ingreso entre beneficios y salarios es constante.

$$\frac{AO. AG}{OA. AC} = \frac{OB. BH}{OB. BD} \quad \text{al ser } APK'' = APK'$$

$$MPK'' = MPK'$$



Gráfico 4c. Innovación Labor Saving.



$$\frac{OA \cdot AG}{OA \cdot AC} < \frac{OB \cdot BH}{OB \cdot BD}$$

Algebraicamente es posible determinar en forma neoclásica la participación del capital y del trabajo en el ingreso nacional, según el tipo de innovación.

$$\frac{B}{P} = \frac{i \cdot K}{R \cdot K} = \frac{i}{A} = \frac{MPK}{APK}$$

$$\frac{W}{P} = \frac{A \cdot K - i \cdot K}{A \cdot K}$$

K cantidad de capital  
 B beneficio total  
 i tasa de interés  
 P producción  
 Ep elasticidad de productividad  
 MPK product. marginal del capital  
 W salarios totales  
 APK product. media del capital = A

dividiendo miembro a miembro

$$\frac{W}{P} = 1 - \frac{i}{A} = 1 - \frac{MPK}{APK} = 1 - E_p$$

A una tasa constante de interés  $MPK' = MPK''$

La productividad marginal del capital será constante antes y después de la innovación.

Si en B las elasticidades de productividad son iguales

$$1 - \frac{MPK''}{APK''} = 1 - \frac{MPK'}{APK'}$$

la participación del capital y del trabajo quedan constantes. La innovación es *neutral*. (Gráfico 4a).

$$\text{Si en B} \quad 1 - \frac{APK''}{MPK''} > 1 - \frac{APK'}{MPK'}$$

La participación del capital en el producto nacional disminuye. La productividad media aumenta. La innovación es *capital-saving*, (gráfico 4b).

$$\text{Si en B} \quad 1 - \frac{MPK''}{APK''} < 1 - \frac{MPK'}{APK'}$$

La participación del beneficio en el producto nacional es mayor. La productividad media disminuye. La innovación es *Labor-saving* (gráfico 4c).

Lo que varió en todos los casos fue la relación Capital-producto; se ha supuesto L (fuerza de trabajo constante), por supuesto también varió la relación entre las productividades marginales del trabajo y del capital.

## 2. CONCEPCION DINAMICA DE LA INNOVACION: ROY F. HARROD<sup>26</sup>.

Clasifica la innovación desde un punto de vista esencialmente dinámico, no por comparación entre dos situaciones, antes y después de la innovación, sino como un flujo continuo de cambios. Así, define innovación *neutral* como aquella que "a una tasa de interés constante" no modifica el coeficiente de capital. De ser *capital-saving* el coeficiente de capital disminuye, elevándose cuando es *labor-saving*.

HARROD expone sus ideas, en forma de crítica a las definiciones anteriores, las que según su opinión están expresadas en términos estáticos y hacen depender la neutralidad o no de la innovación de un concepto ajeno al carácter intrínseco de la misma, como es la elasticidad de sus-

26. R. F. HARROD, *Towards a dynamic economics*, ob. cit., p. 23.

titución. Hicks confunde un problema tecnológico, con otro de elasticidades de oferta y demanda de factores, ante variaciones de precios relativos.

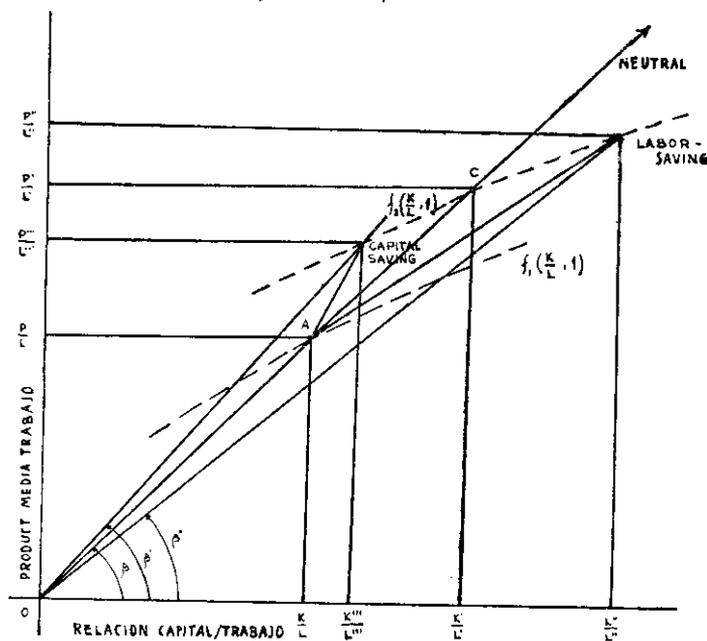
Graficaremos las ideas de R. F. HARROD siguiendo un artículo reciente de J. E. LA TOURETTE.<sup>27</sup>

El valor de la producción es una función de los insumos de capital y trabajo respectivamente.  $P = f(K, L)$ . Si queremos pasar de una función de producción del tipo señalado a una función de productividad agregada, la dividimos por la fuerza de trabajo  $L$ .

$$P/L = f(K/L, 1)$$

En el gráfico 5 representamos la relación Capital-Trabajo sobre el eje de las abscisas y la productividad media del trabajo sobre las orde-

Gráfico 5. Relación capital-trabajo.



nadas. El valor de la relación  $K/P$  será inverso del de  $\beta$  y será igual a:

$$\frac{K/L}{P/L} = K/P$$

27. J. E. LA TOURETTE, *Technological change and equilibrium growth in the Harrod-Domar model*, *Kyklos*, vol. XVII, fasc. 2, 1964, ps. 207 - 227.

Si luego de una innovación, la relación capital-trabajo  $K/L$  aumenta a  $K'/L'$  y la función de productividad agregada de  $f_1(K/L, 1)$  a  $f_2(K/L, 1)$ , elevando la productividad media del trabajo de  $P/L$  a  $P'/L'$  la innovación será *neutral* porque la productividad media del capital permanecerá constante.

Si la relación capital-trabajo deviene  $K'''/L'''$  se habrá elevado la productividad media del capital, disminuyendo su inverso el coeficiente de capital, la innovación es *capital-saving*.

En cambio, si la relación  $K/L$  se desplaza a  $K''/L''$  disminuye la productividad media y aumenta el coeficiente de capital, estamos ante una innovación *Labor-saving*.

LA TOURETTE<sup>28</sup>, afirma que en el punto C la relación salario-interés será igual que en A, porque la innovación es neutral, lo que a nuestro parecer es inexacto. Si los precios de los factores igualan las productividades marginales, acumulándose capital hasta que el beneficio es igual al costo del capital, la única forma en que la relación de precios se mantenga constante es que la tasa de crecimiento del capital iguale a la del trabajo, lo que no es la idea de HARROD ni de LA TOURETTE.<sup>29</sup>

Suponiendo constante la oferta de trabajo y el capital aumentando continuamente, con innovación neutral la curva de productividad marginal del capital y del trabajo se desplazan de tal forma, que en el punto C la productividad marginal del capital queda constante e igual a la tasa de interés. (Supuesto fundamental en el esquema de HARROD, constancia de la tasa de interés). Siendo la productividad media del capital constante y la productividad marginal también, la distribución del ingreso permanente invariable. Pero la productividad marginal del trabajo aumentó en C en forma proporcional al incremento de la producción total ( $L$  constante), con lo que los salarios reales per capita deben aumentar. En síntesis la relación salario - interés aumenta en C.

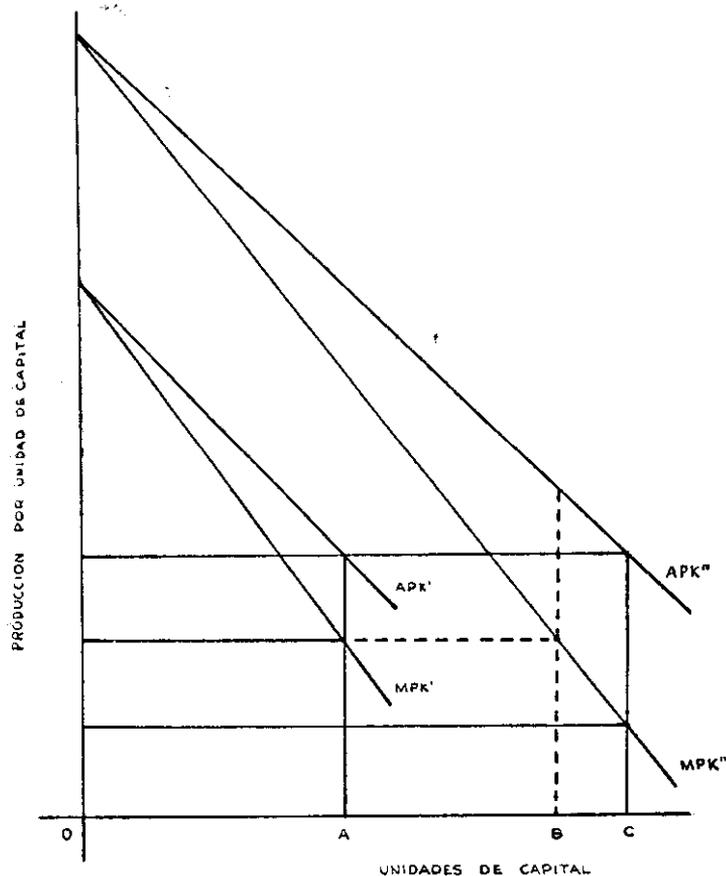
La definición de R. F. HARROD es similar a la de J. ROBINSON si se acumula capital hasta que el beneficio es igual a la tasa de interés. HARROD no estará de acuerdo con un análisis del tipo estático-comparativo como el de la Sra. ROBINSON pero como bien dice M. BLAUG<sup>30</sup> "La definición de HARROD es rigurosa tan solo si la tasa de interés permanece constante, en este caso es la definición de J. ROBINSON disfrazada".

28. J. E. LA TOURETTE - *Technological change* . . . . ., ob. cit. p. 213.

29. Con elasticidad de sustitución igual a 1.

30. Mark BLAUG. *A. Survey in the theory* . . . . ., op. cit. p. 10.

Gráfico 6.



La experiencia afirma William FELLNER<sup>31</sup> parece indicar una relativa constancia en el coeficiente de capital, mientras que la participación del capital en el ingreso tiende a disminuir<sup>32</sup>. En otras palabras, se ha acumulado hasta un punto tal que la productividad marginal del capital descendió, quedando constante la productividad media del mismo. La tasa de interés decrece.

31. W. FELLNER, *Trends and cycles in economic activity*, Holt, Rinehart Winston, 1960. ps. 195-225.

32. Aclaremos que esta opinión es personal del autor citado, la mayoría concuerda en la neutralidad del dinamismo innovacional.

En términos de W. FELLNER<sup>33</sup> el cambio tecnológico ha sido insuficientemente labor-saving o relativamente capital-saving la participación del capital en el ingreso, disminuyó. Para nosotros eliminando el supuesto de la constancia de la tasa de interés<sup>34</sup> en las ideas de J. ROBINSON y de R. F. HARROD, pareciera ser capital-saving, ya que si en lugar de acumular hasta C se hubiera acumulado hasta el punto B (tasa de interés constante), el cambio tecnológico, indudablemente, con elasticidad de sustitución unitaria, pertenecería a ese tipo<sup>35</sup>.

### 3. COMPARACION ENTRE AMBAS CONCEPCIONES.

Para terminar vamos a comparar las ideas de HICKS con las de HARROD, que son las dos corrientes doctrinarias fundamentales en la materia.

En parte lo hemos hecho al señalar algunas desigualdades: análisis estático el de HICKS, dinámico el de HARROD. El primero tiene en cuenta aspectos que no hacen exclusivamente al cambio tecnológico, movimientos a lo largo de la función producción; el segundo no considera los movimientos inducidos por los precios sino tan solo los de la función producción toda.

<sup>33</sup>. FELLNER, W., *Appraisal of the labour-saving and capital-saving, character of innovations* in Theory of capital LUTZ y HAGUE, capítulo 4, London, Macmillan, 1963. Este autor define la neutralidad de la innovación en forma prácticamente similar a la señora ROBINSON, en base a la constancia o no constancia de la participación de los factores en el ingreso nacional. Está suponiendo la posibilidad de diferenciar cambios en la participación relativa por causas de elasticidad, de sustitución, de cambios por razones puramente innovacionales. El descenso de la tasa de interés, según W. FELLNER, obedece a elasticidades de sustitución de trabajo por capital menores que 1, por lo que ante un crecimiento superior del capital con respecto al del trabajo, se produce una baja pronunciada en la productividad marginal del capital.

<sup>34</sup>. Prescindimos de los problemas que crea variar la tasa de interés en la valuación del capital invertido, al variar el monto del capital por unidad de trabajo.

Para un análisis del problema de la medición del capital invertido, ver F. LUTZ y D. C. HAGUE, *The theory of capital*, Macmillan, Londres, 1961, páginas 3 - 32 y ps. 75 - 118.

<sup>35</sup>. Estas consideraciones se hacen como un intento de dar validez empírica a lo expuesto, pero se reconoce que el trend de la relación K/P está influenciado, además del cambio tecnológico, por expectativas, distribución de la inversión en los sectores, cambio en la composición de los insumos, etc. Estos supuestos, por otra parte, están presentes en todos los trabajos sobre innovación.

Pero creemos con J. E. MEADE<sup>36</sup> que los análisis de HARROD e HICKS para una innovación neutral llegan a la misma definición, en cuanto la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital sea igual a uno.

Utilizaremos el siguiente ejemplo teórico:

$$\begin{array}{ll} K = 50 & \underline{MPK} = 1 \\ L = 50 & \underline{MPL} = 1 \\ P = 100 & \end{array}$$

luego de la innovación:

$$\begin{array}{ll} K = 100 & \underline{MPK} = 1 \\ L = 50 & \underline{MPL} = 2 \\ P = 200 & \end{array}$$

En HARROD la innovación es neutral porque la relación capital-producto permanece constante, a una tasa de interés dada.

En MEADE-HICKS.

Aumentaron las productividades marginales del capital y del trabajo en forma proporcional. Se acumuló capital variando la relación K/L pero a medida que se va invirtiendo va cayendo su productividad marginal, compensando exactamente la caída de los beneficios el incremento de la participación en el ingreso por aumento del capital. La distribución del ingreso entre beneficios y salarios no se modifica. Estaríamos trabajando con una función producción del tipo  $P = b L^k K^{1-k}$  (COBB-DOUGLAS). Con elasticidad de sustitución unitaria.

### III. LA TECNOLOGIA EN LA DINAMICA POST-KEYNESIANA

Los modelos de crecimiento post-keynesianos varían profundamente en los supuestos que emplean, los propósitos que han movido a su elaboración y los resultados y conclusiones a que arriban.

Algunos tratan, empleando derivaciones del instrumental keynesiano, de buscar las condiciones que deben ser llenadas para que una economía crezca sin interrupciones, en pleno empleo y sin inflación ni deflación excesivas. En estos modelos; de la suficiencia o insuficiencia de la demanda efectiva depende el crecimiento del ingreso. El aumento de la producción estará en función de las oportunidades que se creen para que la totalidad de los factores se ocupen. Podemos citar como ejemplo

<sup>36</sup> J. E. MEADE, *A neo-classical theory of economic growth*, ob. cit., p. 57.

a los modelos de HARROD y DOMAR. Estos economistas preven los mayores males, estancamiento, inflación, ante pequeñas desviaciones de parámetros estructurales claves que modifiquen las tasas de crecimiento, por lo que sus modelos carecen de mecanismo de ajuste.

Otros enfocan el problema del crecimiento partiendo de una función de producción clásica donde el pleno empleo de los factores (la demanda) se supone asegurado en el largo plazo. La producción estará limitada por la disponibilidad y eficiencia con que los mismos se ocupen. Por ejemplo las contribuciones de R. SOLOW y J. MEADE. Sus modelos están provistos de mecanismos de ajuste que hacen tender al sistema económico a una vía de expansión estable y continua, sin inflación o deflación prolongadas.

El estudio del problema tecnológico nos llevará a incursionar en las características mismas de los modelos citados, especialmente en lo referente a la acumulación del capital, el empleo de mano de obra, el crecimiento del ingreso y el avance tecnológico; aspectos que deberán ser tratados en forma conjunta, ya que separarlos significa alejarse de la realidad, apartándonos del primordial objetivo de todo ensayo en teoría económica que es la comprensión de la misma.

#### 1. MODELOS DE CRECIMIENTO NEO-CLÁSICO.

Los modernos modelos neo-clásicos de crecimiento se caracterizan por haber sido elaborados en la presunción de pleno empleo de los factores de producción, competencia perfecta y una tasa de remuneración de los factores variable y continuamente igual a las productividades marginales de los mismos.

Afirma MEADE<sup>37</sup> refiriéndose a los supuestos de su obra: “este libro es clásico en el sentido que está construido sobre la presunción de competencia perfecta y retribución de los factores igual a sus productividades marginales”... y en carácter de justificación agrega, “Cualquiera sea la forma de mercado, un entrepreneur al decidir si empleará uno o un grupo de factores de producción, tendrá en cuenta la relación entre lo que le cuesta ese agente o grupo de factores y el valor de cambio de su producción”.

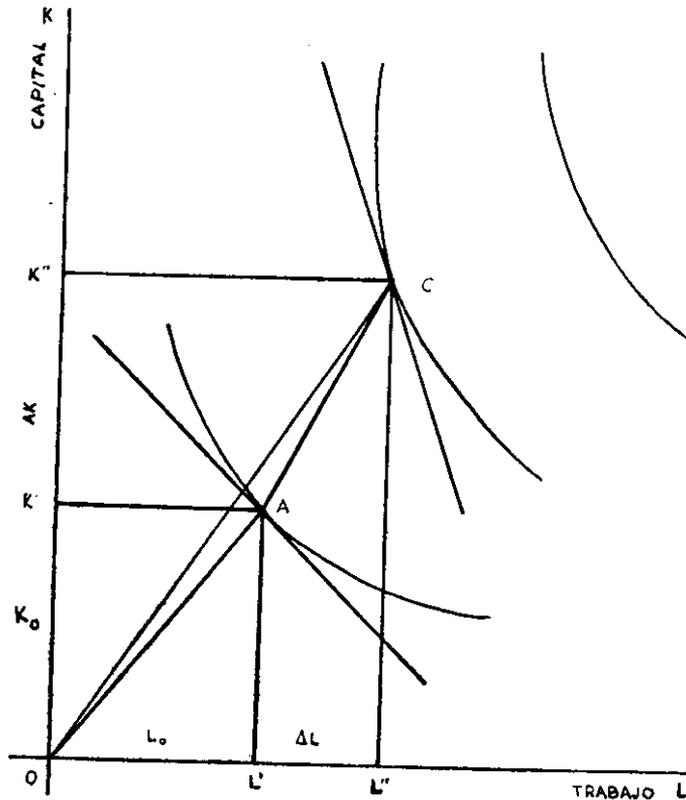
Es entonces, que el mecanismo de ajuste se manifiesta suponiendo dos factores: Capital y trabajo con isocuantas normales, a través de variaciones de la relación capital-trabajo, manteniéndose en todo momento

<sup>37</sup>. J. E. MEADE, *A neo-classical theory of economic growth*, ob. cit. pre-facio 2<sup>a</sup>, p. 6 X.

la ocupación plena de los mismos. Por lo tanto, si las tasas de crecimiento del capital y del trabajo divergen, se modificará el cociente  $K/L$  y las relaciones entre las productividades marginales de tal forma que se logre el pleno empleo y la producción se obtenga con una proporción óptima de factores o de costo total mínimo. (Se presume perfecta movilidad, sustitutibilidad y divisibilidad entre los factores de la producción).

En ausencia de modificaciones tecnológicas

Gráfico 7.



Comparando el punto C con A  $K'/L' < K''/L''$  en C la relación entre las productividades marginales  $MPK/MPL$  es menor que en A. La recta de isocostos tiene una pendiente más aguda por haber aumentado el precio del trabajo con respecto al precio del capital.

$$\frac{MPK}{MPL} = \frac{PK}{PL}$$

La productividad ingreso marginal, en un esquema neo-clásico se iguala a la retribución del factor.

Prod. Marg. Física, precio/unidad = Retribución del Factor.

La técnica en el punto C se hace cada vez más capital intensiva, quedando en caso de elasticidad de sustitución unitaria las participaciones del capital y del trabajo en el ingreso, constantes.

Concentramos nuestra atención en el estudio del desplazamiento de la producción, en dos modelos neo-clásicos tipo. Los modelos de R. SOLÓW<sup>38</sup> y J. E. MEADE.

a) *Robert M. Solow.*

La función producción es  $Y = f(K, L)$ . Se considera el producto como neto (deducida la depreciación) y los rendimientos se suponen constantes a escala.

El capital se acumula en proporción al monto de los ahorros estando éstos en función del ingreso nacional.

$$\Delta K = sY$$

La tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo influida por circunstancias exógenas al sistema, será:

$$L = L_0 e^{nt}$$

o sea una función creciente y continua, a una tasa constante  $n$ .

El ritmo innovacional se considera neutral, en el sentido de Hicks. Con una relación  $K/L$  dada aumentan las productividades marginales del capital y del trabajo en igual proporción.

De donde  $\Delta K = s f(K, L_0 e^{nt})$

La vía de expansión de la producción es la siguiente:

Partiendo de pleno empleo inicial de los factores de producción, conociendo los montos de capital y trabajo existentes, determinamos el nivel de producción. Si  $\Delta K = s f(Y)$  obtenemos el incremento de capital en el período y estando la fuerza de trabajo creciendo a una tasa constante  $n$ , al adaptarse la relación entre las productividades marginales y los precios a la nueva proporción  $K/L$ ; la producción queda determinada:  $Y + \Delta Y = f(K + \Delta K, L + \Delta L)$

Estamos en condiciones de iniciar un nuevo proceso en el que la tasa de acumulación del capital igual a  $s$  deberá aplicarse sobre  $Y + \Delta Y$ .

Se llega a la conclusión que de acuerdo al grado de crecimiento del

38. R. SOLÓW. *A Contribution to the theory of economic evolution*. Versión mimeografiada de la Facultad de Ciencias Económicas de Buenos Aires.

capital y del trabajo se modificará la relación capital-trabajo y la relación entre las productividades marginales, no existiendo en ningún momento conflicto entre las tasas de crecimiento a plena ocupación del capital y del trabajo.

Es que el sistema está creciendo en condiciones neo-clásicas standard (proporciones variables de factores totalmente ocupadas) rendimientos constantes a escala o una función producción del tipo COBB-DOUGLAS. Todo contribuye a que no exista disociación entre las tasas natural y garantida de crecimiento.

Queremos destacar que en un esquema clásico suponer una función ahorro  $S = sY$ , o sea el ahorro una proporción secular constante del ingreso, significa:

- 1) Una distribución constante del ingreso entre salarios y beneficios.
- 2) Una proporción constante de los salarios y beneficios yendo al ahorro.
- 3) Una elasticidad de sustitución igual a 1 y un dinamismo innovacional neutral.

Si la innovación no fuera neutral, la tasa de ahorros nunca sería una constante del ingreso, ya que variando las productividades marginales en proporción disímil, con una relación capital-trabajo dada, variará la participación de los factores en el ingreso, y por lo tanto el monto del ahorro global.

El grado mayor o menor en que se modifique la distribución del ingreso por innovaciones no neutrales dependerá de la elasticidad de sustitución entre los factores. Aún con innovación neutral para no modificar la distribución del ingreso, la elasticidad debe ser unitaria.

De variar la tasa de ahorros, el esquema de SOLOW se complicaría notablemente. Estableciendo analogías entre el modelo de HARROD y el de SOLOW, el primero no cuenta con el mecanismo de ajuste neo-clásico de flexibilidad en los precios para variaciones en la proporción de factores; las modificaciones de la relación capital-trabajo en HARROD se establece merced al mecanismo innovacional.

Pese a todo, el sistema de innovaciones de HARROD con un coeficiente de capital constante, distribución del ingreso estable, con innovación neutral, es exactamente igual al de R. SOLOW con innovación en el sentido de HICKS y elasticidad de sustitución igual a uno.

b) *James E. Meade.*

El modelo es neo-clásico porque asume competencia perfecta y una retribución a los factores igual a sus productividades marginales (flexi-

bilidad precio - salario - interés). La producción se realiza bajo rendimientos constantes a escala, con pleno empleo de los factores. Asume, además una política monetaria keynesiana eficiente que mantenga los precios a un nivel constante, como así también la inversión realizada igual a la deseada, con lo que queda asegurado la inexistencia de problemas en el crecimiento por el lado de la demanda. El encargado de realizar esta política monetaria tan precisa es el Banco Central.

El análisis de J. E. MEADE consta de dos partes fundamentales. La primera trata una economía de producto único cuya producción pueda ser tanto utilizada como bien de consumo o de producción (igual que en el mod. de SOLOW). La segunda contempla el crecimiento con dos producciones; de bienes de consumo y de capital, ocurriendo las mismas con combinaciones de factores disímiles.

Estudiaremos el problema de la técnica, utilizando la primera parte del análisis.

Partiendo de una función producción elástica en que

$$Y = f(K, L, N, t)$$

donde K es el capital, L la fuerza de trabajo, N recursos naturales (de aquí en adelante N se considera como capital) y t el progreso tecnológico.

$$\Delta Y = V \cdot \Delta K + W \cdot \Delta L + \Delta Y' \quad (1)$$

El incremento de la producción estará dado por la acumulación de capital y trabajo del período multiplicadas por sus respectivas productividades marginales V y W, que en condiciones neo-clásicas son iguales a las retribuciones de los factores.

$\Delta Y'$  es el incremento del ingreso debido sustancialmente a mejoras tecnológicas.

MEADE iguala la tasa de crecimiento del ingreso  $\Delta Y/Y$  a  $\Delta Y'/Y = V \cdot K/Y \Delta K/K + W \cdot L/Y \Delta L/L + \Delta Y'/Y$  (2) donde  $V \cdot K/Y$  es igual a  $B/Y$  es decir la participación del capital en el producto;  $W \cdot L/Y$  la participación del trabajo y  $\Delta Y'/Y$  la tasa de crecimiento de ingreso por modificaciones tecnológicas.

La ecuación (2) que deviene de la (1) expresa la misma función en términos de tasa.

Si llamamos  $y$  a  $\Delta Y/Y$ ,  $k$  a  $\Delta K/K$ ,  $l$  a  $\Delta L/L$ ,  $yr$  a  $\Delta Y'/Y$ ,

$U = V \cdot K/Y$ ,  $Q = W \cdot L/Y$  tanto U como Q son constantes, y la suma es igual a 1. (Función Producción COBB-DOUGLAS. Rendimientos constantes a escala).

$$\Delta Y/Y = y = U \cdot k + Q \cdot l + r$$

$$\text{Si } U \cdot k = V \cdot K/Y \cdot \Delta K/K, \Delta K/K = k = s Y/K \quad U \cdot k = U \cdot s Y/K$$

$$\text{Si } V = U \cdot Y/K \text{ (cont. del Capital al Prod.) reemplazando } U \cdot k =$$



será mayor que la inclinación de  $f_1(K)$  en A en proporción AB/AD.

Si la innovación hubiera sido *labor saving* la inclinación sería mayor que AB/AD o lo que es lo mismo, la MPK hubiera aumentado más que la producción.

Para lograr un crecimiento sostenido en que  $y$ , (la tasa de crecimiento del ingreso) sea constante, debemos establecer los siguientes supuestos ya aplicados al mod. de SOLOW.

- 1) Elasticidad de sustitución de factores igual a 1.
- 2) Progreso tecnológico neutral.
- 3) Proporción de beneficios y salarios ahorrados constante.

En estas condiciones las participaciones de capital y trabajo en el ingreso, no se modificarán. La propensión al ahorro no se alterará ante variaciones del ingreso nacional.

Siendo la tasa de crecimiento igual a  $y = U \cdot k + Q \cdot 1 + r$

Si  $1$  y  $r$ ,  $U$  y  $Q$ , son constantes, la tasa de crecimiento por lógica también lo será siempre que se dé la constancia de la tasa de crecimiento del capital.

Si  $k = sY/K$ ,  $k$  cumplirá las condiciones requeridas solamente en cuanto se mantenga estable la productividad media del capital  $Y/K$  o la inversa de la relación capital-producto.

Sintetizando, las tasas de crecimiento de la renta y del capital deben ser constantes e iguales entre sí para que el crecimiento del ingreso no se altere. Con lo que estamos en las mismas condiciones los modelos de HARROD. DUESENBERY<sup>39</sup> y KALDOR<sup>40</sup> con un coeficiente de capital constante.

Para el crecimiento constante  $y = k = a$  tasa de crecimiento sostenido

$$\begin{aligned} y &= U \cdot k + Q \cdot 1 + r \\ a &= U \cdot a + Q \cdot 1 + r \end{aligned}$$

$$a = \frac{Q1 + r}{1 - U}$$

Si  $k$  es mayor que la tasa de crecimiento del ingreso

$$k = \frac{SY}{k} > \frac{Q1 + r}{1 - U}$$

<sup>39</sup>. James S. DUESENBERY, *Business cycles and economic Growth*, Mac Graw Hill Book Company inc., 1958, p. 199.

<sup>40</sup>. Nicolás KALDOR, *Capital accumulation and economic Growth in the theory of capital*, Lutz y Hague, Macmillan, 1963, cap. X, ps. 177 - 223.

entonces el capital crece más aprisa que el ingreso la relación Y/K decae.

Si los ahorros son una función de esa relación, termina k disminuyendo (porque  $\Delta K = SY$ ) va a ser cada vez menor, y acercándose a la tasa de crecimiento sostenido.

$$a = \frac{Q \cdot 1 + r}{1 - U}$$

El modelo posee entonces; un mecanismo de auto ajuste que hace que la relación Y/K tasa de crecimiento del ingreso del capital/tasa de crecimiento tienda a ser constante.

Concluyendo en los supuestos 1, 2 y 3 y con tasas de crecimiento de 1 y r constantes, las tasa de crecimiento de la renta y del stock de capital tenderán a un nivel estable.

$$\frac{Q \cdot L + r}{1 - U}$$

Esta tasa de crecimiento tiene una particularidad, que es la de ser independiente de la proporción de renta ahorrada, porque en el modelo de J. E. MEADE, un aumento de la tasa de acumulación de capital, merced al ahorro se ve compensada exactamente por una disminución en la productividad marginal. (Función prod. COBB - DOUGLAS).

Si la relación  $\Delta Y/Y \Delta K/K$  se autoajusta a un nivel estable, el producto y sus variaciones está determinado por valores exógenos al sistema: la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo 1 y el incremento de la producción por modificaciones tecnológicas.

## 2. MODELOS DE CRECIMIENTO NEO-KEYNESIANOS ROY F. HARROD. EXPOSICIÓN.

Los modelos de crecimiento neo-keynesianos, HARROD DOMAR parten de la igualdad ahorro - inversión. Ex - post el ahorro es necesariamente igual a la inversión, pero *ex ante* puede y generalmente difiere de la misma. En el modelo de HARROD, que analizaremos a continuación, se supone que el ahorro deseado es siempre igual al ahorro realizado (inversión realizada); la divergencia, que de no surgir significa el equilibrio, es entre inversión deseada e inversión realizada <sup>41</sup>.

$$\text{Ex - post } \Delta Y/Y \quad I/\Delta Y = s \quad \text{Si } \Delta Y/Y = Gw \quad I/\Delta Y = Cr$$

La tasa garantida de crecimiento del ingreso será igual a la tasa de ahorros s dividida por el coeficiente de requerimientos de capital, Cr <sup>42</sup>.  
Gw. Cr. = s

<sup>41</sup>. W. BAUMOL, *Economic dynamics*, ob. cit. p. 38.

<sup>42</sup>. R. F. HARROD, *Towards a dynamic economics*, ob. cit. p. 81.

Pero la tasa actual de crecimiento del ingreso  $G$  no siempre es igual a la tasa garantida, los empresarios pueden desear invertir más o menos de lo que la economía realmente permite.

$G \cdot C = s$  siendo  $C$  el coeficiente que iguala la tasa actual con la tasa de ahorro.

Si  $G > G_w$   $C < C_r$ , por lo tanto la inversión que desean efectuar los empresarios será mayor que lo que la tasa de ahorros permite.

$$G \cdot C_r > s$$

Esto traería como consecuencia condiciones inflacionarias. o deflacionarias ( $G < G_w$ ;  $C_r > C$ ), y al no preveer este modelo un mecanismo de ajuste, lo hace sumamente inestable.

De ahí la tentativa neo-clásica de librar a los modelos post-keynesianos de crecimiento de esta situación de inestabilidad, dotándolos de un mecanismo de ajuste basado en la flexibilidad precio-salario-interés.

Tenemos la tasa actual  $G$ , la tasa garantida  $G_w$ , nos queda aún por desarrollar una tercera,  $G_n$ ,  $G_n$  es la tasa natural de crecimiento, más que natural como dice B. HIGGINS <sup>43</sup> es potencial. Es la tasa de crecimiento del ingreso que permite con un dinamismo tecnológico dado y una tasa de crecimiento de la fuerza laboral, el pleno aprovechamiento del potencial productivo de la economía.

$$G_n = 1 + p + 1p \text{ 44)}$$

siendo  $1$  la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y  $p$  la tasa de crecimiento de la productividad media per cápita, por razones tecnológicas.

Para que el sistema esté en equilibrio, la edad de oro en el modelo de J. ROBINSON <sup>45</sup>

$$G = G_w = G_n$$

Ya habíamos explicado las consecuencias de la desigualdad entre  $G_w$  y  $G$ ; pero no nos habíamos referido a la igualdad o desigualdad entre  $G_n$  y  $G_w$ . Cuando la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y de la productividad disminuyen.  $G_w$  tiende a ser mayor que  $G_n$ , la tasa actual de crecimiento no podrá alcanzar a  $G_w$  y la economía entrará en un período de depresión, la que a menos que se corrija la divergencia entre las tasas será crónica.

<sup>43</sup> Benjamín HIGGINS, *Economic development - Problems, principles and policies*, Norton, New York, 1959, p. 157.

<sup>44</sup> Henry J. BRUTON, *Los modelos de crecimiento y las economías subdesarrolladas*, en *La Economía del Subdesarrollo*.

<sup>45</sup> Joan ROBINSON *Essays in the theory of economic Growth*, Macmillan, Londres, 1963, p. 94.

En cambio en economía donde la tasa de descubrimiento de nuevos recursos, crecimiento de la población y dinamismo innovacional son elevados,  $G_n$  tiende a ser mayor que  $G_w$  sobrepasando la tasa actual a la garantida, creando problemas de inflación crónica. La solución para lograr el equilibrio sería el incremento de la tasa de ahorros, lo que por definición elevaría la tasa garantida. Caso contrario en deflación, el equilibrio se restaura mediante una baja en la propensión al ahorro.

Ejemplificaremos una economía creciendo equilibradamente.

$$G_n = G_w$$

$$G_w = s/C_r \text{ siendo } s = 10,5 \% \text{ y } C_r = 0,5$$

$$G_w = 21 \%$$

Si la tasa hipotética de crecimiento anual de la población es del orden del 10 % y el índice de mejora en la productividad de la misma cantidad 10 %.

$$G_n = 1 + p + 1p.$$

$$G_n = \frac{10}{100} + \frac{10}{100} + \frac{10 \cdot 10}{100 \cdot 100} = 21 \%$$

En estas condiciones la dinámica de equilibrio de población, capital y producción será:

Con un fuerza de trabajo inicial de 100 y de un capital también de 100, una relación capital producto de 1/2, o sea igual a  $C_r$ .

K	100	121	146,4
L	100	110	121
Y	200	242	292,8
$P = Y/L$	2	2.2	2.42
$\Delta P$		0.2	0.22

Estamos en una situación de equilibrio donde  $G_w$  y  $G_n$  son iguales o al decir de Evsey DOMAR<sup>46</sup> se está caminando por la estrecha senda del crecimiento equilibrado. Pero si modificamos algunos de los parámetros fundamentales:  $s$  la propensión al ahorro,  $C_r$  el coeficiente de capital,  $l$  tasa de crecimiento de la población; caemos en un desequilibrio del cual no existe ajuste alguno.

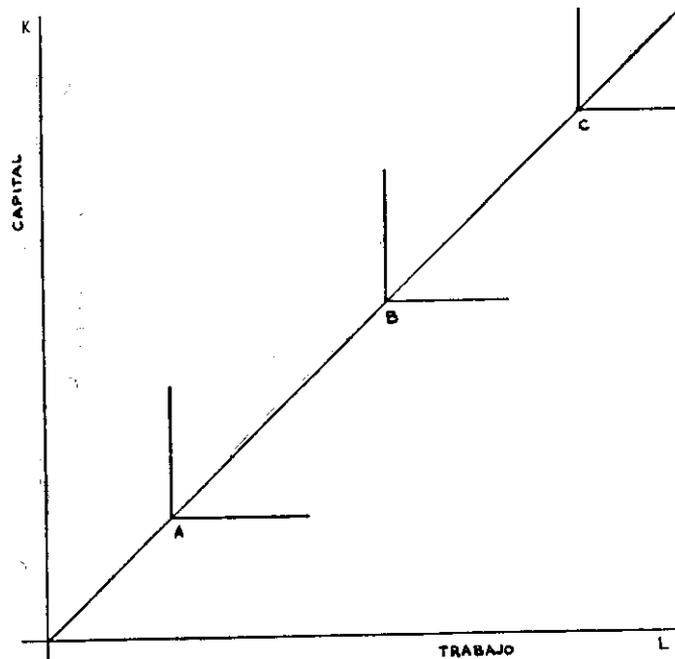
<sup>46</sup> Evsey DOMAR, *Essays in the theory of economic Growth*, Macmillan, Londres, 1957, p. 125.

<sup>47</sup> R. SOLOW, *A contribution to the theory of economic evolution*. Versión mimeografiada de la Facultad de Ciencias Económicas de Buenos Aires, fch. 1956. El subrayado es nuestro. Véase también *technical change and the aggregate production*, Review of Economic and Statistics, vol. 39, 1952.

Penetramos así al análisis de R. SOLOW<sup>47</sup>, cuando afirma “en términos de HARROD, el problema *crítico* del equilibrio se reduce a una comparación entre la tasa natural de crecimiento que depende, *en ausencia de modificaciones tecnológicas*, del aumento de la fuerza laboral y la tasa garantida de crecimiento que depende a su vez de los hábitos de ahorro e inversión de las familias”.

Esta oposición entre las dos tasas está indicando la falta de sustitución entre los dos factores, o sea isocuantas rectangulares en donde la producción tiene lugar en un régimen de proporciones fijas. Con una relación capital-producto constante, la vía de expansión del sistema será:

Gráfico 9.



Las productividades marginales de los factores capital y trabajo, no habiendo excedencia del otro factor es igual a cero.

En concordancia con esto Daniel HAMBERG<sup>48</sup> sostiene que en el modelo de HARROD el incremento de la producción con una relación capital - producto constante, significa también una relación trabajo-producto

<sup>48</sup>. HAMBERG, D., *Full capacity vs. full employment growth*, *Quarterly Journal of Economics*, agosto 1952. Harvard.

constante, por lo tanto para que la economía crezca a pleno empleo la tasa de crecimiento del capital debería ser igual a la de la fuerza de trabajo.

Ante la necesidad de dotar al sistema de una función producción más flexible, necesidad por otra parte vislumbrada por E. DOMAR<sup>49</sup>, es que se intenta introducir los supuestos neoclásicos de flexibilidad precio-salario-interés, donde los factores son remunerados en exacta correspondencia con sus productividades marginales.

Como expresa R. SOLOW<sup>50</sup>, "el largo plazo es el país del margen en el cual la retribución de los factores se igualan a sus respectivas productividades marginales". Con un coeficiente de capital constante, en ausencia de modificaciones tecnológicas, no se pueden contemplar movimientos a lo largo de las isocuantas, inducidos por variaciones en la oferta de factores.

Volviendo a la igualdad ex-post de R. F. HARROD

$$G_w \cdot Cr = s \quad \Delta Y/Y \cdot I/\Delta Y = s$$

Si  $G_n > G_w$ , la tasa actual  $G$  tiende a ser mayor que  $G_w$ ,  $Cr$  es mayor que  $C$ . Con una tasa actual de crecimiento de ingreso superior a la garantizada se descarta invertir más que las posibilidades reales de la economía dada por la tasa de ahorro.

$$G \cdot Cr > s$$

Estamos en desequilibrio, un caso de inflación crónica. Veremos cuáles son las consecuencias de aplicar a este caso el mecanismo de ajuste neo-clásico.<sup>51</sup>

En una situación de inflación  $G$  es mayor que  $G_w$ , un exceso de demanda de inversión producirá la suba de la tasa de interés, modificando la recta de isocostes; se sustituirá capital por trabajo, la demanda de inversión disminuirá.  $Cr$ , se acerca a  $C$ . Al mismo tiempo la caída de  $Cr$  eleva por definición la tasa garantida acercándola a  $G_n$ .  $G_w = s/Cr$  si  $Cr$  disminuye  $G_w$  aumenta. Se logra el equilibrio. Sintetizando, el mecanismo de ajuste neo-clásico se expresa a través del coeficiente requerido de capital por unidad de producto, modificándolo según la posición de la demanda de inversión. HARROD lo considera constante, como es en realidad, y lo que recomienda variar como solución a los problemas de inestabilidad es la tasa de ahorros. Los modelos neo-clásicos en cambio, suponen constante la oferta de ahorros, lo que significa distribución invariable del ingreso y un ritmo de innovación neutral.

49. E. DOMAR, *Essays in the...* ob. cit. p. 25.

50. R. SOLOW, *A contribution to the theory of...*, ob. cit.

51. J. LA TOURETTE, *Technological change and...*, ob. cit. p. 210.

#### 4. UN NUEVO ENFOQUE.

##### 1. LA DETERMINACIÓN DEL DINAMISMO INNOVACIONAL.

Hasta aquí habíamos hecho hincapié en el estudio de la vía de expansión, en *ausencia de modificaciones tecnológicas* (ausencia de innovaciones). Vamos a prescindir de este supuesto. Si suponemos rendimientos constantes a escala, el supuesto de una relación  $K/P$  y  $L/P$  (Daniel HAMCERC) invariable, creciendo los factores a una misma tasa, significa ausencia de innovaciones. De lo contrario la relación capital-producto o trabajo-producto disminuirá por efecto de las mismas, esto es válido cualquiera sea el tipo de innovación. Es una evidente contradicción con el sistema de HARROD donde hay una preocupación por definir los tipos de innovación en forma dinámica, a fin de adecuarlas a su modelo, y distinta a la de sus predecesores.

La relación capital-trabajo en la vía de expansión de HARROD no permanece constante. Casi me atrevería a decir que el dinamismo innovacional de HARROD necesita un ritmo de crecimiento del capital superior al de la mano de obra, en condiciones de pleno empleo<sup>52</sup>. Con un flujo de innovaciones neutral que no modifican el coeficiente de capital, estas tienen sentido solamente en cuanto el capital crezca más aprisa que la mano de obra, porque evitan la caída de la productividad media y marginal del capital.

HARROD incluye a la acumulación del capital en el cálculo de  $G_w$  y a  $G_n$  la hace depender de la tasa de crecimiento de la población y la productividad.

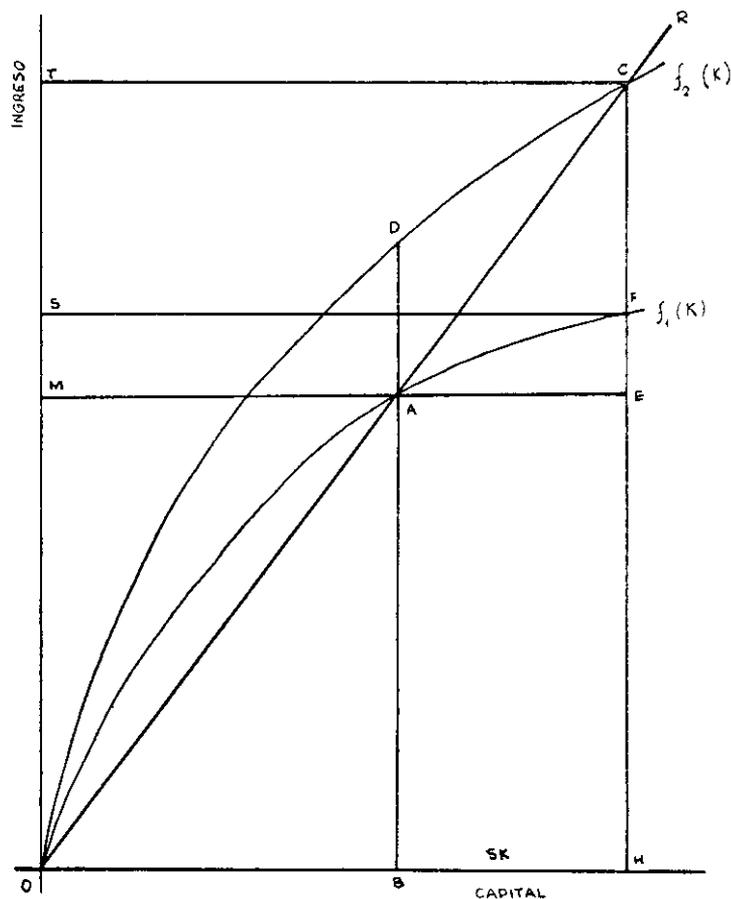
Habíamos visto que la innovación es neutral para HARROD cuando a una tasa de interés constante no modifica el coeficiente de capital.

Siendo  $f_1(K)$  y  $f_2(K)$  curvas de producto total,  $L$  Constante, con innovación neutral, el coeficiente de capital en  $A$  es igual al coeficiente de capital en  $C$ , ambos están sobre la recta  $OR$ . La inclinación de las curvas en  $A$  y  $C$  son iguales, lo que indica una productividad marginal del capital constante. La distribución del ingreso permanece invariable. Las isocuantas son normales, hecho que se manifiesta en la curvatura decreciente de  $f_1$  y  $f_2$ , se acumula hasta un punto donde la productividad media y marginal del capital permanecen constantes.

<sup>52</sup>. Es dable observar, que de ser superior la tasa de crecimiento de la población a la del capital con rendimiento constantes a escala, la productividad media del capital aumentaría, si las isocuantas fueran normales, aún sin innovación. La aplicación de la definición de Harrod de innovación a países en vías de desarrollo se hace problemática.

Pero como vemos en el gráfico 10, el incremento de OM a OT, no se debe totalmente a una mejora tecnológica, la producción aún sin inno-

Gráfico 10.



vación hubiera ascendido a OS, ST sería la influencia neta de las mejoras tecnológicas en la producción.

Claro que en ausencia de innovación la acumulación de capital de OB a OH producirá una baja en la tasa de beneficios y una modificación del coeficiente de capital. De acuerdo con J. MEADE<sup>53</sup> es posible afirmar que la tasa de crecimientos de la producción por efecto de modificaciones tecnológicas propiamente dichas  $\Delta Y/Y$ , en el modelo de HARROD in-

53. J. E. MEADE, *A neo-classical theory of...*, ob. cit. p. 59.

cluye una parte que no es resultado de innovaciones sino simplemente de acumulación de capital.

La proporción de ese incremento de producción que corresponde a capital o a técnica variará de acuerdo a la productividad marginal del capital. A una mayor productividad marginal del capital, con una relación capital-producto constante, mayor será la influencia del crecimiento de capital en el aumento del producto y menor la de la mejora tecnológica propiamente dicha.

Utilizando las ecuaciones del modelo, en parte desarrollado, de J.

E. MEADE.  $y = U \cdot k + Q \cdot l + r$

siendo  $y = \Delta Y/Y$

U la participación del capital en el ingreso

$k = \Delta K/K$

Q la participación del trabajo en el ingreso

$l = \Delta L/L$

r = tasa de incremento de la producción debido a mejoras tecnológicas propiamente dichas. TS/OM en el gráfico 10.

Si s es constante

$y = U \cdot k + r$  Si  $y = k$  el coeficiente de capital será constante.

El incremento del ingreso por variaciones de la tecnología será el del modelo de HARROD  $Y(1 - U) = r$

$Y = r/1 - U$   $y = r/q$  en este caso  $y = \bar{r}$ , esta  $\bar{r} = r/1 - U$  es la tasa de progreso tecnológico del modelo de HARROD para una innovación neutral, y como vemos incluye variaciones de productos debidas a aumento de capital. En cambio r es la tasa de innovación neutral neta, sin influencias de acumulación de capital en el producto total, tal cual la utiliza Meade en su modelo.

La verdadera tasa de crecimiento del producto debido a motivaciones exclusivamente tecnológicas que necesita una economía para poder seguir acumulando estará en función de la participación del capital en el ingreso, a menor participación menor productividad marginal, mayor necesidad de innovaciones.

Con innovación neutral y propensión al ahorro constante

$$G_w \cdot Cr = s$$

$$G_n \cdot Cr = 0 \neq s$$

$$\text{si } G_n \cdot Cr = s$$

$$G_w = G_n = G, \text{ estamos en el crecimiento equilibrado.}$$

La tasa natural está en función de dinamismo innovacional

$$\bar{r} = r/1 - U$$

La tasa  $r$  si bien está influenciada por circunstancias exógenas estará perfectamente determinada. Es la tasa de innovación que con una propensión al ahorro dada, permite la acumulación del capital, con una productividad marginal y media constante, del mismo. En el gráfico 10 siendo BH la acumulación del capital, la única tasa de crecimiento del producto por circunstancias exógenas compatible con la plena utilidad de BH es ST/OM, en condiciones de neutralidad.

De ser  $r$  mayor que la necesaria para una tasa de ahorros determinada, partiendo de pleno empleo, modifica el coeficiente de capital y perturba la estabilidad del sistema. En los países desarrollados no existe desempleo estructural por escasez de capital sino por falta de oportunidades de inversión (desempleo keynesiano). Siendo  $K/P$  constante tampoco puede haber escasez de mano de obra, ya que cualquier disminución de la producción por falta de mano de obra se reflejaría en la relación  $K/P$  (Caso del coeficiente de productividad social potencial y media de la inversión. La  $\tau$  del modelo de F. DOMAR).

Si el dinamismo tecnológico deja de ser neutral deviniendo capital-saving no podrá absorberse la totalidad de los ahorros, al disminuir el coeficiente de capital.  $G_w$ , aumentará distanciándose de  $G_n$  que descenderá por la baja relativa de la productividad media del trabajo. (De ser la innovación neutral se habría acumulado más capital por lo que la productividad media del trabajo sería mayor). Se dan así condiciones depresivas.

La única forma de salir de esta situación es equilibrar la  $G_w$  con  $G_n$  disminuyendo el volumen de los ahorros.

De ser las innovaciones *capital-using*, las condiciones se trocarían en inflacionarias al ser  $G_n$  mayor que  $G_w$  ( $G_w$  disminuye por aumento del coeficiente de capital). Las necesidades de capital superan la oferta del mismo.

HARROD analizando la situación de los países desarrollados, sostiene que estos países están en una situación donde  $G_w$  es mayor que  $G_n$ , o sea con problemas de depresión crónica.

Los remedios posibles son dos; una baja en la tasa de ahorro, indeseable por cierto en cuanto encierra un descenso en el incremento de la capacidad productiva, o un alza en el coeficiente de capital  $C_r$ , mediante innovaciones *capital-using*.

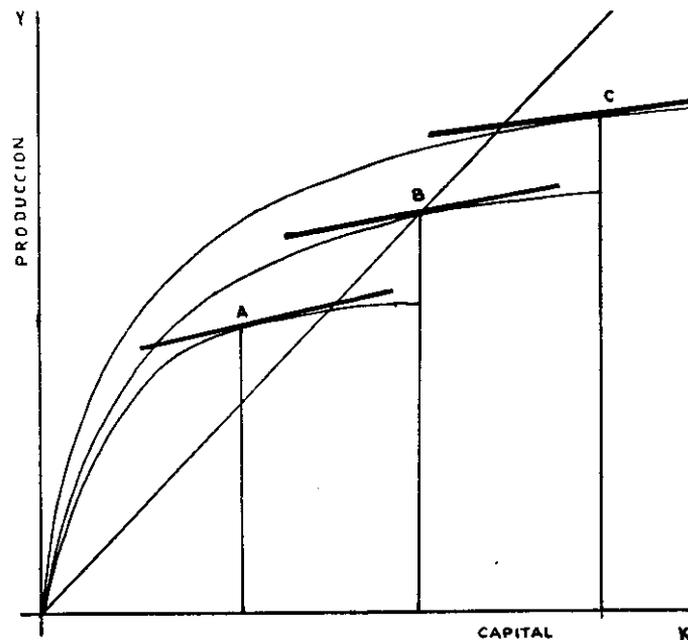
Aquí se ve claramente los efectos de su mecanismo innovacional. Está partiendo de una situación inferior al pleno empleo, donde una innovación neutral no conseguiría lograr el crecimiento equilibrado con

DANTE SIMONE

ocupación plena. La oferta de capital se supone ilimitada, el problema del crecimiento aún en el aspecto tecnológico está concentrado del lado de la demanda. La innovación está determinando, al superar la tasa de crecimiento del capital a la de la mano de obra, el monto de la inversión.

La innovación está contrabalanceando los rendimientos decrecientes del capital. La oferta de capital es elástica, y el ritmo de innovación determina el monto del capital invertido. De lo contrario con ocupación plena y con innovaciones capital-using o se disminuye la tasa actual de crecimiento y se la iguala a la garantía o se cae en los problemas de inflación señalados.

Gráfico 11.



En A, B y C las tasas de interés son constantes. La acumulación del capital estará en función del ritmo inovacional, lo más favorable sería en las *condiciones* de HARROD, innovaciones *capital-using*. Se ha supuesto que se acumula manteniendo una tasa de interés constante dada por las MPK, cosa que acepta HARROD y que por otra parte evita problemas de medición del capital, en términos reales.

Una forma distinta y sumamente interesante de encarar el progreso

tecnológico es la de Nicholas KALDOR, por lo que hemos creído conveniente incorporar su análisis como anexo al presente trabajo.

## 2. LA ASOCIACIÓN ENTRE LA TASA NATURAL Y LA TASA GARANTIDA.

Estamos ahora en condiciones de hacernos la siguiente pregunta:

¿Es correcta la aseveración de que en los países desarrollados  $G_w$  es mayor que  $G_n$ ?

Teóricamente, con un coeficiente de capital,  $C_r$ , constante e igual a la relación capital-producto, y con una propensión al ahorro dada e invariable, estamos significando que en el largo plazo la técnica ha evitado la caída de los rendimientos. Esta caída debe producirse con iso-cuántas normales en la medida que el capital se acumule más rápidamente que la mano de obra.

Con una propensión al ahorro constante, con un coeficiente de capital también constante (HARROD así lo supone), queda determinada la tasa garantida; pero también quedó determinada la tasa natural de crecimiento. Si la tasa de innovación tecnológica no fuera adecuada, el coeficiente de capital experimentará modificaciones en más o en menos. Pero si permanece constante, la acumulación del capital y el crecimiento de la fuerza de trabajo, son compatibles gracias al progreso técnico.

Supongamos que la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo con un ritmo de técnica dada, es inferior a la necesaria, inmediatamente debe variar  $C_r$ . Si el coeficiente de capital no varió quiere decir que la técnica se adaptó a la nueva situación elevando su participación en el crecimiento del ingreso. Caso contrario si  $l$  se hace superior, continuando el coeficiente de capital constante quiere decir que  $r$  disminuyó. No puede existir en los supuestos de HARROD disociación entre la tasa natural y la garantida.

Cuando se aplica la desigualdad  $G_w$  mayor que  $G_n$  para explicar la situación de depresión supuestamente crónica en los países desarrollados, se está suponiendo una incompatibilidad en el largo plazo, del funcionamiento de dos de las variables fundamentales en la determinación de la producción, el crecimiento del capital y del trabajo. Está incompatibilidad no se ha manifestado en la realidad. La innovación, repetimos, ha sido suficiente para evitar la caída de los rendimientos del capital. Se han creado oportunidades de inversión suficientes para ocupar la enorme masa de ahorros, sin necesidad de recurrir a un descenso de la tasa de beneficios ya de por sí bajos.

Si la tasa garantida es mayor que la tasa natural,  $G$  no alcanzará a

Gw creando desempleo de mano de obra y de capacidad productiva, situación en que el modelo de HARROD es explosiva.

Suponiendo innovaciones neutrales, capital y producto creciendo a una misma tasa, con retribución constante del capital, e isocuantas normales, pensar en disociaciones entre  $G_n$  y  $G_w$  es incorrecto. En otras palabras, si  $s$  y  $l$  son constantes, hay un solo ritmo de dinamismo innovacional que permite la constancia de  $Cr$ . Si suponemos constantes a  $Cr$ , como lo hace HARROD, quiere decir que ese ritmo ha sido logrado.

La disociación puede darse en algo tan subjetivo como es la relación entre la tasa actual y la garantida. La tasa actual es el resultado de un cúmulo de decisiones que pueden no estar de acuerdo con las posibilidades reales de la economía.

Comprobaciones de R. SOLOW,<sup>54</sup> W. FELLNER<sup>55</sup>, BARNA<sup>56</sup> y otros hablan de la constancia en el largo plazo del Coeficiente de capital. KUZNETS constató la proporcionalidad de la función consumo secular<sup>57</sup>. La tasa de crecimiento de la población es constante y relativamente baja. La innovación se adapta a la acumulación del capital y de la mano de obra, evitando el descenso de las productividades. ¿Por qué hablar entonces de situaciones de depresión crónica? Se comete el error de considerar las dos tasas, la natural y la garantida, como independientes cuando teóricamente hemos demostrado que sus componentes no lo son.

Llegamos así a la conclusión de que con un ritmo de innovación neutral,<sup>58</sup> e isocuantas normales, los países desarrollados no tendrán problemas a largo plazo en cuanto a desempleo de capacidad productiva se refiere. Por supuesto no se da por garantizada la estabilidad en el corto plazo, ni tampoco que las innovaciones seguirán siendo neutrales. Los economistas del estancamiento secular hablan del cambio hacia innovaciones *capital-saving*, que obliguen a la reducción continuada de la tasa

54. R. SOLOW, *Technological change and the aggregate production function*, ob. cit.

55. W. FELLNER, *Trends and cycles in economic activity*, ob. cit. páginas 199 a 225.

56. T. BARNA, *On measuring capital in theory of capital*, Lutz y Hague, Macmillan, Londres, 1963, ps. 75 - 95.

57. G. ACKLEY, *Macroeconomic theory*, ob. cit. p. 239.

58. Con un ritmo de innovaciones neutral no se requiere que todas las innovaciones sean neutrales, sino que las innovaciones capital-saving se contrabalanceen con las capital - using manteniendo constante el coeficiente de capital. Se presume elasticidad de sustitución unitaria.

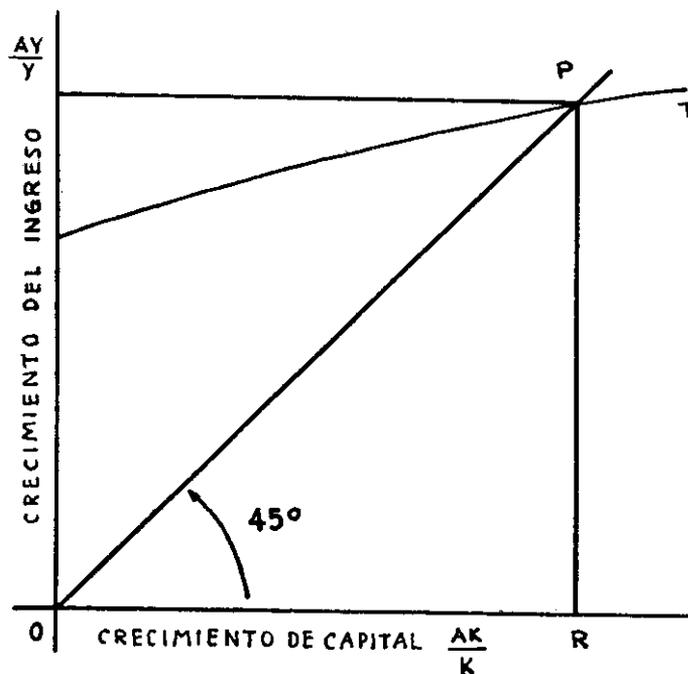
59. Raymond GOLDSMITH afirma que el coeficiente de capital tiende a

de interés para poder seguir acumulando, hasta que la misma se torne empleando un término de HARROD, obsoleta como inductora de inversiones. Una leve caída en la post guerra de la relación capital-producto y de la proporción de los ingresos que van al capital parece confirmar esa opinión.<sup>59</sup>

#### APENDICE: LA TECNOLOGIA EN EL MODELO DE N. KALDOR<sup>1</sup>

Habíamos señalado que el progreso tecnológico y la acumulación del capital no pueden ser tratados como algo independiente. El progreso tecnológico es introducido esencialmente en la economía mediante la extensión del equipo de capital. Al mismo tiempo, para que el capital y el producto crezcan a una misma tasa se tiene que dar un determinado tipo y tasa de innovaciones.

Esta idea es uno de los puntos de partida de N. KALDOR al formular



disminuir. Para una recopilación completa de las teorías al respecto, ver el artículo de R. BICANIC, *The threshold of economic growth*, *Kyklos*, vol. XV, fasc. 1, 1962, ps. 7 - 29.

1. Nicholas KALDOR, *Capital accumulation and economic growth*, in *Theory of capital*, D. Hague, Macmillan, Londres, 1963, p. 203.

su "función de progreso tecnológico" lo que define "como la relación entre la tasa de incremento del capital y la tasa de crecimiento de la producción donde se materializan los efectos de una constante mejora del conocimiento tecnológico así como del incremento del capital por hombre, sin intentos de aislarlos uno del otro".<sup>2</sup>

Colocando la tasa de incremento del capital en las abscisas y la tasa de crecimiento del ingreso en las ordenadas, si el capital crece a un ritmo OR, las tasas de incremento del capital y del producto serán iguales. Si la tasa de acumulación del capital sobrepasa el punto R será menor la recompensa del capital en términos de producción, viceversa en el caso de un incremento menor del capital. Esto explica el porqué de la tendencia a la estabilidad de la relación capital-producto. Una economía con escaso dinamismo tecnológico, podrá tener un crecimiento equilibrado de capital y producción, pero a una tasa menor. El segmento OT señala el incremento de producto debido a innovaciones que pueden llevarse a cabo sin necesidad de capital.

La "función del progreso tecnológico" TT de KALDOR supone en primer lugar la inexistencia de variaciones en la tasa de crecimiento tecnológico. Está suponiendo un flujo continuo y constante de innovaciones. Estas innovaciones no son *capital-using* o *capital-saving* por el carácter intrínseco de la innovación sino que estarán en función del ritmo de acumulación del capital. Si se acumula menos que el punto R serán las innovaciones *capital-saving*, si se acumula más serán *capital-using*, en términos de HARROD.

Un aumento de coeficiente de capital significa que una cantidad de inversiones está compitiendo entre sí por un monto determinado e insuficiente de innovaciones. En la medida que se considere a la innovación como algo discontinuo e influenciado por variaciones en los montos del capital, la función de progreso tecnológico de KALDOR está basada en una presunción falsa que le quita gran parte de su significación.<sup>3</sup>

El modelo de KALDOR está provisto de un mecanismo que hace que inevitablemente el sistema económico tienda hacia un monto  $\Delta K/K$  de equilibrio, o sea OR en el gráfico 1, de ahí la constancia en la relación capital-producto.<sup>4</sup>

2. Nicholas KALDOR, *Capital accumulation Ad. Ec....*, ob. cit. p. 207.

3. M. BLAUG, *A survey in the theory of process innovation...*, ob. cit. p. 31

4. Este mecanismo consiste en: los empresarios modifican la tasa de inversión en base a las variaciones de la tasa esperada de beneficios. La misma depende del capital requerido por unidad de producto y del margen que va a beneficios. En el auge la rel.  $K/P$  s/. KALDOR tiende a descender, lo que no inducirá, como es previsible suponer, a una caída de la inversión por unidad de producto. Por el contrario inducirá a un aumento en la tasa de crecimiento

## TECNOLOGISCHE WANDLUNG UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM

*Zusammenfassung*

Die Arbeit besteht aus drei Teilen, nämlich: Einführung, Typologie der technologischen Wandlung und Studium der Neuerung an nachkeynesianischen Modellen.

In der Einführung wird die Rolle der Technologie bei der Dynamik der Klassiker, Marx, Schumpeter, Hansen, usw. untersucht.

Später, und um eine theoretische Grundlage zum Verständnis des erneuernden Dynamismus zu haben, werden die Beiträge von Hicks Robinson und Harrod zu diesen Stoff geprüft.

Die Arbeit erreicht ihren Höhepunkt bei der Behandlung der nachkeynesianischen Modelle von Meade, Solow und Harrod. Beim Studium des Modelles von letzterem hebt man die angebliche Trennung zwischen natürlichen und garantierten Raten hervor. Man will beweisen, dass bei einer linearen und homogenen Produktionsfunktion, normalen Isoquanten, einheitlicher Ergänzungselastizität und einem konstanten Kapitalkoeffizienten (neutraler Neuerung), keine solche Trennung besteht, und dass die Probleme eines Bruches auf dem Wege der ausgeglichenen Expansion auftauchen werden je nachdem, wie sich der Typ der erneuernden Dynamik wandelt oder wegen Abweichungen zwischen der bisherigen und garantierten Wachstumsrate.

## CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE

*Résumé*

Le travail est composé de trois parties, à savoir: introduction, typologie du changement technologique et étude de l'innovation en modèles postkeynesiens.

Dans l'introduction on analyse le rôle de la technologie dans les dynamiques des classiques: MARX, SCHUMPETER, HANSEN, etc.

Ensuite et à fin de posséder une base théorique pour comprendre le dynamisme innovational, on étudie les contributions de HICKS, ROBINSON et HARROD sur le sujet.

Le travail se termine par le traitement des modèles postkeynesiens de MEADE, SOLÓW, et HARROD. En étudiant le modèle de ce dernier, on remarque la dissociation supposée entre les taux naturel et garanti. On prétend démon-

---

del capital. Esto se debe a que ante el descenso de la relación K/P con una relación esperada B/P constante, las expectativas de beneficios por unidad de capital mejorarán elevando la tasa de acumulación del capital hacia el punto R. Viceversa en caso contrario. De ahí la necesidad de una función de progreso tecnológico de inclinación, TT para lograr el equilibrio. Pero si bien esta inclinación de la curva es necesaria para que el modelo tienda al equilibrio, "no hay nada que asegure práctica o teóricamente que así lo sea". F. LUTZ *Theory of Capital*, Macmillan, Londres, 1963, p. 12.

trer qu'avec une fonction de production linéaire et homogène, isoquanta normals, élasticité de substitution unitaire et un coefficient de capital constant (innovation neutre), une dissociation pareille n'existe pas et que les problèmes de rupture dans la voie d'expansion équilibrée apparaîtront au fur et à mesure que le type de dynamisme innovational change ou à cause de divergences entre les taux actuel et garanti de croissance.

## TECHNOLOGICAL CHANGE AND ECONOMIC GROWTH

### *Summary*

The work consists of three parts, i. e.: introduction, typology of the technological change, and study of the innovation in postkeynesian models.

In the introduction, is analyzed the role of technology in the dynamics of the classics Marx, Schumpeter, Hansen, etc.

Later on, and aiming to get a theoretical basis for the understanding of the innovational dynamism, the contributions of Hicks, Robinson and Harrod on this matter, are studied.

The study culminates with the treatment of the postkeynesian models of Meade, Solow and Harrod. Studying this last model, emphasize is made on the supposed dissociation between the natural and the warranted rate. It pretends to demonstrate that with a function of lineal and homogeneous production, normal isoquantas, elasticity of unitarian substitution, and a constant capital coefficient (neutral innovation), such dissociation does not exist, and that rupture problems in the way of balanced expansion, will appear in the measure in which the type of innovational dynamism changes, or by divergencies between the actual and warranted rate of growth.

## CAMBIO TECNOLOGICO E CRESCIMENTO ECONOMICO

### *Riassunto*

Il lavoro consta di tre parti, cioè: introduzione, tipologia del cambio tecnologico e studio dell'innovazione, nei modelli postkeynesiani.

Nell'introduzione si analizza il ruolo della tecnologia nelle dinamiche dei classici: MARX, SCHUMPETER, HANSEN, ecc.

Posteriormente, e allo scopo di avere una base teorica per comprendere il dinamismo innovazionale si studiano le contribuzioni di HICKS, ROBINSON, e Harrod sul soggetto.

L'opera conclude col trattamento degli modelli postkeynesiani di MEADE, SOLOW e HARROD. Esaminando il modello di quest'ultimo, si insiste sulla supposta dissociatione tra le tasse naturale e garantita. Si pretende dimostrare che avendo una funzione di produzione lineale e omogenea, isoquante normali, elasticità di sostituzione unitaria e un coefficiente di capitale costante (innovazione neutrale), tale dissociatione non esiste e che i problemi di rottura nella via d'espansione equilibrata, si persenteranno nel grado in cui si trasformi il tipo de dinamismo innovazionale o per causa di divergenze tra le tasse attuale e garantita di crescimento.