

CAPÍTULO CUARTO

NICOLÁS A. ROJAS PARDO*

*El efecto del cambio técnico en la distribución del
ingreso factorial en Colombia 1969-2010*

RESUMEN

Se busca descomponer en efectos parciales el efecto del cambio técnico sobre la distribución factorial del ingreso, y a partir de ello identificar las características de esta relación. En este capítulo se utilizan los datos de las matrices insumo producto de varios años y se construye la frontera de distribución que permite determinar si hubo cambio técnico, de qué tipo fue y si su comportamiento se muestra no neutral. Además, se calculan los efectos parciales para determinar de cuál fue la participación del cambio técnico en el efecto total sobre la distribución factorial del ingreso.

Palabras clave: distribución factorial del ingreso, cambio técnico, matriz insumo-producto, curva de distribución.

Clasificación JEL: O33, D33.

ABSTRACT

This chapter's objective is to divide the total effect on income factorial distribution produced by technical change. This is, to measure the change of income factorial distribution which can be attributed to technical change, and to explain its characteristics. Input-output matrixes are used to build the wage-profit frontier. If there wasn't neutral technical change, we calculate the partial effects to determine the share of technical change on total effect.

Keywords: income factorial distribution, technical change, input-output matrix, wage-profit frontier.

JEL Codes: O33, D33.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es determinar cómo el cambio técnico (avance tecnológico) afecta la distribución del ingreso factorial (salarios y beneficios). Para este fin, se usa el método de Piero Sraffa (1960) como base angular del trabajo, pero también se tiene en cuenta la propuesta de cálculo de la frontera de distribución, que ya fue calculada para los Estados Unidos por Chilcote

* Magíster en Economía. Profesor de la Facultad de Economía de la Universidad Externado de Colombia. <nicorojaspardo@gmail.com>.

(1997), y para el caso colombiano por García y Garzón (2011). Para cumplir dicho objetivo, se parte de comprender los efectos del cambio técnico tomando los conceptos generados por Harrod (1966), que explican las condiciones del cambio técnico neutral, además de los propuestos en los documentos escritos por Drugge (1986), Samuelson (1966) y Juei (1970), que describen e identifican los efectos del cambio técnico neutral o no neutral.

Resulta importante para la teoría económica comprender qué motiva los cambios de la distribución del ingreso factorial, pues como lo expresa Homero Cuevas (1986, p. 14): “Es imposible explicar el desarrollo de la economía capitalista sin establecer las leyes que regulan la distribución del ingreso”; e insiste en que es igualmente importante identificar la estructura básica para comprender cómo se distribuye el ingreso entre los miembros que componen una sociedad. Este autor aclara como estructura básica “[...] las leyes que regulan los niveles y las relaciones entre los salarios, las ganancias y las rentas”. (Cuevas, 1986, p. 14). Esta estructura básica se conoce en economía como ingreso factorial y hace referencia a la premisa económica que considera que toda persona recibe un ingreso proveniente de alguna actividad económica, ya sea por su trabajo, posesión de tierra o inversión de capital.

Este capítulo se diferencia de los artículos previos e investigaciones similares en dos aspectos fundamentales: el primero es el la temporalidad de largo plazo para los cambios en las fronteras de distribución. Los documentos previos se caracterizan por ser un análisis de la frontera de distribución en un periodo determinado de un único año. El segundo es el método de cálculo: las investigaciones previas ven los cambios en la distribución del ingreso dentro de un gran efecto total sin poder determinar si en realidad el cambio de la distribución fue por la variación de los coeficientes técnicos o por actos exógenos que afectaron la distribución del ingreso pero que no son consecuencias mismas del mercado.

Como resultado del estudio de la literatura académica sobre el tema, los insumos teóricos y los referentes empíricos de este capítulo por su significativo aporte son en especial los artículos empíricos de Chilcote (1997), el cual ofrece un mecanismo de comparación entre naciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y de construcción de la frontera de distribución para los Estados Unidos; Tsoulfidis y Maniatis (2002), quienes diseñan la frontera de distribución para Grecia; Tsoulfidis y Dong-Ming (2006), que construyen la frontera de distribución para Corea

del Sur; y García y Garzón (2011), quienes construyen la frontera de distribución para Colombia.

A diferencia de los documentos previos, este trabajo y sus procesos de cálculo buscan obtener tres efectos parciales sobre la distribución del ingreso factorial en un modelo de capital circulante con el fin de determinar qué porción del cambio de la distribución del ingreso se debió a cambios técnicos o variaciones exógenas del mercado. También se presenta la evolución de la tasa de salarios y ganancia desde 1969 hasta el 2010 para Colombia, lo que permite además ver el efecto en el largo plazo del cambio técnico sobre la distribución del ingreso factorial.

El capítulo se compone de seis secciones. En la primera se explica el sistema de precios usado para determinar el efecto del cambio técnico sobre la distribución del ingreso y se muestra cómo, a partir del sistema de precios, se llega a la curva de distribución.

Las secciones segunda y tercera abordan el cambio técnico y su efecto sobre la distribución del ingreso del pago a factores productivos. La segunda sección es una disertación sobre el cambio técnico, su tipificación y las definiciones de cambio técnico neutral que se tuvieron en cuenta, y la tercera sección explica el proceso de selección tecnológica entre métodos de producción.

La cuarta sección presenta la propuesta para determinar cómo el cambio técnico afecta la distribución del ingreso e identificar los diferentes efectos parciales, siendo este el propósito fundamental del trabajo. Y por último, en la quinta sección se presentan los resultados empíricos y se termina con las conclusiones del análisis para Colombia en el periodo 1969-2010.

La información estadística usada fueron las matrices de insumo producto (MIP) de Colombia desde 1969 hasta el 2010; las MIP con las que se trabajó fueron las matrices elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para los años 1990, 1994 y 2000. Se usaron los cuadros oferta utilización del DANE y se construyeron las MIP para esos años. También hay que subrayar que todas las matrices fueron empalmadas al año base 1975.

I. SISTEMA DE PRECIOS Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En esta primera sección se describe el sistema de precios usado en el capítulo y que permite determinar el efecto del cambio técnico sobre la distribución del ingreso. También se ilustra cómo a partir del sistema de precios se llega a la curva de distribución.

A. SISTEMA DE PRECIOS

Se puede expresar el sistema de precios de la siguiente forma:

$$(1 + r)AP + wL = BP \tag{1}$$

Donde A es una matriz cuadrada de los insumos usados en cada proceso productivos que muestra las proporciones de demanda de los diferentes productos, la cual también se llama matriz de coeficientes técnicos. El vector B es la producción anual de todos los bienes básicos, P es el vector de precios, L es el vector del trabajo usado o requerido para la producción de B ; tanto r y w son escalares del beneficio y el salario respectivamente.

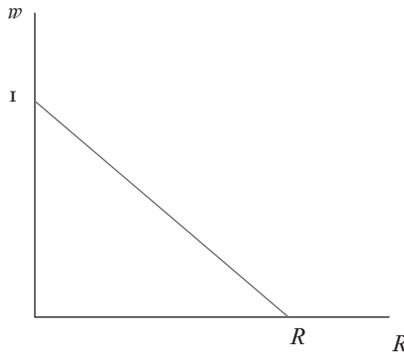
En este sistema el beneficio toma valores $0 \leq r \leq R$, donde R es el tipo máximo de beneficio del sistema dado, cuando el salario es cero $r = R$; bajo cualquier otro valor del salario, r será menor que R y mayor o igual que cero.

Esta dinámica se ve en la ecuación $r = R(1 - w)$, en la cual el salario es $w = \frac{R - r}{R}$. Pero esta concepción implica una relación lineal entre salario y beneficio (grafico 1).

Esto permite reescribir el sistema de la siguiente forma:

$$APx(1 + r) = BP \tag{2}$$

GRÁFICO 1.
FRONTERA DE DISTRIBUCIÓN I



Fuente: Kurz y Salvadori (1995).

Después de llegar a este punto se miran los casos extremos donde $r = 0$ y $r = R$ y $R \geq 0$. De dicho procedimiento se deduce el valor de w para cada caso y se construye la curva de distribución.

Hay que tener en cuenta que la curva de distribución mostrada anteriormente solo se cumple para el caso específico, cuando todos los sectores tienen la misma proporción de capital-trabajo, pero este supuesto es muy exigente y por ello es difícil la garantía de su cumplimiento. Por esta razón se abandona y se deja libre la proporción capital trabajo de todos los sectores.

En Kurz y Salvadori (1995) deriva la curva de distribución de la función de precio, que se define como $(1+R)AP = P$. Esta función es la que determina o permite estimar los precios. Kurz y Salvadori (1995) implícitamente suponen que no hay pago del factor trabajo, pero lo más importante no es que el total de los excedentes está representado por los precios, sino que el sistema de precios en sí mismo es el numerario que permite la comparación entre valores. La necesidad de un numerario estable obliga a definir que el valor agregado por su precio es igual a uno $B^1 P = 1$. Lo anterior permite multiplicar ambos vectores y obtener el escalar deseado, que a su vez se multiplica por la transpuesta.

Por otra parte, cuando en nuestra ecuación base se toma el caso extremo donde $r = R$, para cualquier caso diferente se tiene la ecuación $(1+r)AP + wL = P$, a partir de la cual se despeja w

$$P - (1+r)AP = wL \quad (3)$$

$$P[I - (1+r)A] = wL \quad (4)$$

Despejada w , para obtener y determinar el vector de precios debemos multiplicar la ecuación (4) por la inversa de $[I - (1+r)A]$

$$p[I - (1+r)A][I - (1+r)A]^{-1} = w[I - (1+r)A]^{-1}L \quad (5)$$

$$P = w[I - (1+r)A]^{-1}L \quad (6)$$

B. CURVA DE DISTRIBUCIÓN

En la ecuación (6) tenemos el mecanismo para obtener el vector p , pero lo que nos interesa es hallar la curva de distribución. En este caso, hay que despejar

w o r , y dado que la tasa de ganancia se toma como exógena, se debe despejar el salario (w), para lo cual se multiplica a ambos lados por la transpuesta de B .

$$B'P = B'w[I - (1+r)A]^{-1}L \quad (7)$$

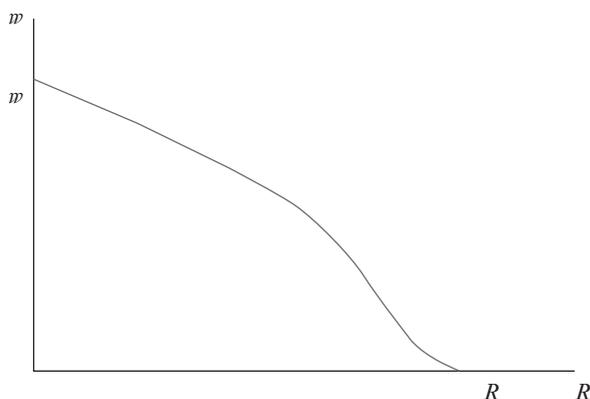
Por definición, $B'P = 1$; esto nos permite reescribir la ecuación (5), y al despejar w llegamos a la ecuación (9)

$$1 = wB'[I - (1+r)A]^{-1}L \quad (8)$$

$$w = \frac{1}{B'[I - (1+r)A]^{-1}L} \quad (9)$$

De la ecuación (9) se determina el salario en un periodo dado, luego se desarrolla el modelo de sensibilidad en donde se varía r , dentro de todos sus posibles valores, y se construye la curva de distribución. Esta tendría la siguiente forma (gráfico 2):

GRÁFICO 2.
FRONTERA DE DISTRIBUCIÓN 2



Fuente: elaboración propia.

Es importante decir que para que el sistema tenga solución en el vector de precios distintos de cero, el número de ecuaciones debe ser igual al número de bienes producidos, que a su vez es igual al número de industrias en la economía.

Siguiendo el desarrollo de Pasinetti (1975), sabemos que se debe cumplir con el determinante de $(\phi I - A) = 0$, y estos son los autovalores de la matriz A , donde hay $n - 1$ autovalores de la lambda que cumplen dicha condición, pero solo nos interesan los autovalores no negativos, y este debe ser único gracias a que A es una matriz no negativa por definición.

Si tenemos que el sistema es $APx(\mathbf{1} + R) = P$ para el caso particular donde $m = 0$, podemos reescribir el sistema como $P\{I - (\mathbf{1} + R)A\} = 0$, donde I es la matriz identidad. Donde $\phi = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{1} + R}$, lo cual permite reescribir $P\{I - (\mathbf{1} + R)A\} = 0$ como $p(\phi I - A) = 0$, donde se debe cumplir que $\det(\phi I - A) = 0$

II. CAMBIO TÉCNICO E INGRESO FACTORIAL

Antes de empezar con las ideas principales de este capítulo, hay que hacer un alto y comenzar haciendo unas aclaraciones terminológicas para evitar confusiones. Con esta premisa, se empieza aclarando qué es método de producción, nivel tecnológico y cambio técnico.

A. MÉTODO DE PRODUCCIÓN

El método de producción es la tecnología que tiene una firma o un sector, dependiendo de la agregación, para producir un bien determinado. Y se entiende como tecnología las herramientas, maquinaria o tipos de insumos y las estructuras organizativas.

Es claro que la tecnología son las herramientas y la maquinaria; porque no es lo mismo producir tela con telar manual, de vapor o eléctrico. Pero las estructuras organizativas también son parte de la tecnología porque la estructura organizativa es la forma real como se produce.

La forma organizativa es la evidencia pragmática de la división del trabajo. Para comprender esta idea la forma más fácil es con el ejemplo teórico de Adam Smith en *La riqueza de las naciones* con la producción de alfileres, la cual aumenta cuando un trabajador hace el ojo de los alfileres y otro les saca punta, mejor que si uno solo hiciera todo el alfiler. Lo que determina que sea una única persona la que produce o sean varias las que producen las partes de un bien lo dispone la estructura organizativa, la cual depende del conocimiento o conciencia de las personas o grupos sociales sobre la eficiencia de la

división del trabajo. También depende de factores externos como el tamaño del mercado; incluso si se conoce exactamente la forma en que se debe o cómo se debe hacer la división del trabajo, esta no es posible.

El mejor ejemplo de este fenómeno es la línea de producción de Ford, porque para la época de Henry Ford ya era bastante conocida y difundida la idea de la división del trabajo que Smith había propuesto casi dos siglos antes; sin embargo, nadie había diseñado la línea de ensamblaje. Dicho cambio en el proceso productivo originado por el ensamblaje fordista fue una revolución en su medio. En otras palabras: el método de producción está compuesto de las herramientas físicas que se usan para producir un bien determinado y su estructura organizativa o de personal determinada para producir un bien, el cual se puede producir por varios métodos, pero las productividades y por ende el ingreso generado cambian de un método a otro.

1. NIVEL TÉCNICO

El nivel técnico es el tipo de tecnología más avanzada que la economía tiene en un momento de tiempo, sabiendo que existen diferentes tecnologías para producir un mismo bien; pero la sociedad o las industrias solo tienen una única vanguardia tecnológica para producir un bien determinado. En el caso de la industria, el método de producción más avanzado o productivo que posea alguna de las firmas que la componen y en el caso agregado son todos los métodos de producción de productividad promedio que tiene cada industria. Esto no implica que el método de producción de vanguardia sea el representativo del aparato productivo, puesto que pueden coexistir varios métodos de producción de forma simultánea.

2. CAMBIO TÉCNICO

Se considera que hay cambio técnico cuando se pasa de un método de producción a otro; no necesariamente el cambio técnico es producto de la inventiva o el desarrollo de nuevas o mejores máquinas, herramientas o formas organizativas. Esto se debe a que hay varios métodos de producción, y no necesariamente se está en la vanguardia técnica; el paso de una tecnología a la más sofisticada es cambio técnico. Para ver más fácil este caso, supongamos que existe una región donde todavía se produce con arado impulsado por tracción animal, aunque ya hace varias décadas aparecieron los tractores. Cuando esta región

empiece a usar el tractor en la producción agrícola y la reemplace por el arado de tracción animal, habrá un cambio técnico. Cuando el cambio técnico es producto de la innovación, se diría que hubo un cambio de nivel tecnológico. Este concepto es especialmente relevante para los países en vías desarrollo, al ser una característica de ellos tener economías heterogéneas en tecnología y donde el cambio técnico se puede ver en la adaptación de tecnologías ya existentes o la difusión de tecnologías ya utilizadas pero no popularizadas.

Un tipo de cambio técnico muy específico es el cambio técnico neutral, el cual cobra relevancia en el desarrollo del modelo que busca separar los efectos del cambio técnico sobre la distribución del ingreso. Por esta razón en seguida se mencionan las principales definiciones de él.

Es importante notar que en este capítulo no se incorporan los planteamientos de Dosi (1982), lo cual es una limitación teórica que permite el desarrollo empírico. Este planteamiento sigue considerando el cambio técnico como un factor exógeno, el cual es definido de forma externa a la dinámica económica del mercado.

El valor del planteamiento de Dosi (1982) se fundamenta en que el proceso de selección tecnológica y por ende el cambio técnico es un fenómeno endógeno del sistema económico. El proceso de selección de tecnología está determinado no solo por eficiencia o productividad de la tecnología, como se suele afirmar, sino por la demanda el tamaño del mercado, la estructura de la demanda la cual a su vez es afectada por la distribución del ingreso, entre otros factores. Este planteamiento puede ser utilizado para concadenar los cambios técnicos como consecuencia del sistema distributivo de ingresos y de esta forma trazar la senda de desarrollo técnico de la sociedad. El problema está en la representación matemática de forma intertemporal de este planteamiento, que requiere una ecuación por sector que permita trazar las trayectorias que van a tomar las funciones de producción. Aunque sería interesante desarrollar un modelo de este estilo, este sería un trabajo con un objetivo diferente de este.

B. TIPOS DE CAMBIO TÉCNICO NEUTRAL

I. CAMBIO TÉCNICO A LA HICKS

El incremento de la productividad de los factores es igual al ahorro de uso de ambos factores, donde si se tiene la función de producción $Y_0 = f(K, L)$ y hay

cambio técnico, esta se puede expresar como $Y_1 = f(K_1, L_1) = f(\alpha K, \alpha L) = \alpha f(K, L) = \alpha Y_0$, tal que $K_1 < K$, $L_1 < L$.

Esto implica que la relación K/L se mantiene constante, y de igual manera la relación Q/K y Q/L , que son las relaciones producto capital y producto trabajo que se incrementan.

2. CAMBIO TÉCNICO A LA SOLOW

El incremento de la productividad del trabajo es igual al ahorro de este. Esto implica que el incremento de producto al usar las mismas cantidades de capital y trabajo es igual al incremento de la productividad de L . Esto se puede ver si decimos que la ecuación inicial es $Y_0 = f(K, L)$, y cuando hay cambio técnico $Y_1 = f(K_1, L_1) = \alpha Y_0 = f(\alpha K, L)$, tal que $K_1 < K$.

Esto implica que Q/K no cambia y que Q/L disminuye. Por tal razón se dice que este tipo de cambio técnico es potencializador del trabajo, ya que con menos trabajo se hace el mismo producto.

3. CAMBIO TÉCNICO A LA HARROD

El incremento de la productividad del capital es igual al ahorro de este, lo cual implica que el incremento de producto al usar las mismas cantidades de capital y trabajo es igual al incremento de la productividad de K . Esto se puede ver si decimos que la ecuación inicial es $Y_0 = f(K, L)$ y cuando hay cambio técnico, $Y_1 = f(K_1, L_1) = \alpha Y_0 = f(K, \alpha L)$, tal que $L_1 < L$.

Esto implica que Q/K disminuye y Q/L no cambia. Por tal razón se dice que este tipo de cambio técnico es potencializar del capital, ya que con menos capital se hace el mismo producto.

III. SELECCIÓN DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN Y MÚLTIPLES MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

En esta sección se aborda principalmente el tema de la selección tecnológica. Para el desarrollo del trabajo y la que se usará más adelante como referencia, es la selección tecnológica en bienes básicos. Por didáctica y facilidad explicativa, primero se aborda la selección tecnológica en bienes no básicos, como forma introductoria para facilitar la explicación de la selección de técnicas en bienes

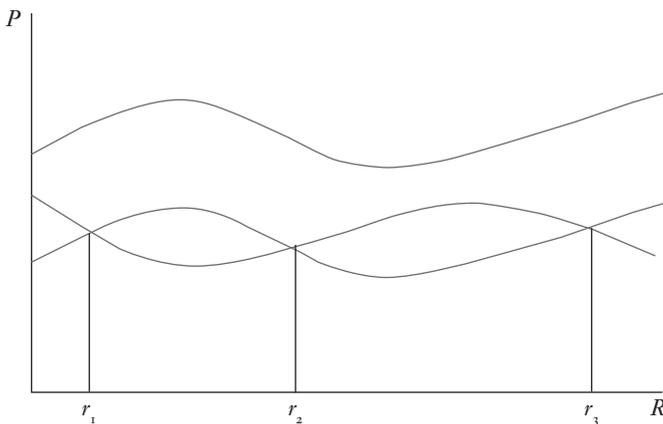
básicos. En la última parte se explicará un modelo con múltiples métodos de producción que funcionan de forma simultánea con distintas tasas de ganancia.

A. SELECCIÓN DE TÉCNICA EN BIENES NO BÁSICOS

Los bienes no básicos tienen las características de que son bienes que no se usan en ningún proceso de producción, y por ende el cambio de sus precios no altera el precio de ninguna otra mercancía. Siguiendo el planteamiento de Sraffa (1960), los productores preferirán el método de producción que tenga la mayor tasa de ganancia al menor precio posible. Es importante especificar que dado que son bienes no básicos, la tasa de salarios no influye en la determinación del método de producción, dado que la tasa de salarios se determina de forma exógena, en el sistema de bienes básicos; de ahí se deriva el gráfico 3, donde se muestran tres métodos de producción.

El método que posee mayor precio en todos los puntos es la tecnología que primero se sustituiría por una que genere ganancia a menor precio. Las dos curvas que se entrecruzan son dos métodos de producción distintos, pero tienen punto de indiferencia entre ambos que son r_1 , r_2 y r_3 , pero en el espacio $(0, r_1)$ el método 2 genera ganancia a menor precio siendo preferido al método 3; en el espacio (r_1, r_2) se cambia la técnica sustituyendo el método 2 por el 3, y en el espacio (r_2, r_3) se vuelve a utilizar el método 2.

GRÁFICO 3.
SELECCIÓN DE MÉTODO EN BIENES NO BÁSICOS



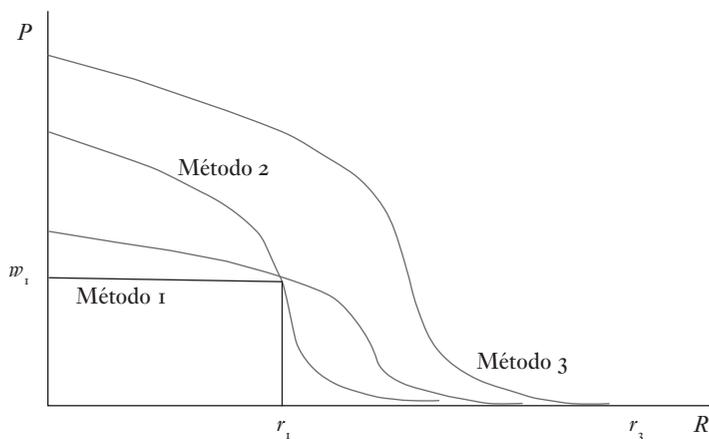
Fuente: Sraffa (1960).

B. SELECCIÓN DE TÉCNICAS EN BIENES BÁSICOS

A diferencia de los bienes no básicos, un cambio técnico en una sola industria altera todo el sistema producto de las relaciones interindustriales que estos poseen, lo que genera que al utilizar un método de producción en alguna industria se tengan dos curvas de distribución diferentes, y por ende la tasa de salarios y ganancias serán distintas.

El criterio que se tiene para seleccionar técnicas no es en sí el método de producción con menores costos, sino el que genere mayor excedente, lo que implica que a una tasa de salarios ofrezca mayor rentabilidad. Como consecuencia del cambio técnico, hay dos posibles resultados: el primero es que las curvas de distribución no tengan un punto de corte, y el segundo caso es que exista por lo menos un punto de corte; en el primer caso la curva que ofrezca mayor tasa de ganancia a cualquier salario es estrictamente preferida al otro método, mientras que en el segundo caso ambas técnicas resultarían indiferentes en el punto de corte. En los demás puntos el método de producción que tenga mayor ganancia a la misma tasa de salarios será preferido.

GRÁFICO 4.
SELECCIÓN DE MÉTODO EN BIENES BÁSICOS



Fuente: elaboración propia.

El método 3 es preferido y por ende implementado si las otras tecnologías existentes son los métodos 1 y 2. En el caso del método 1 y el método 2, en el punto (w_1, r_1) ambos métodos coexisten, dado que resultan indiferentes; en

el espacio $(0, r_1)$ el método 1 es el que se utiliza en la producción, dado que tiene mayor excedente y como consecuencia, renta más con mayores salarios que el método 2. En el espacio (r_1, r_2) el método 2 es el usado al poder pagar una mayor tasa de ganancia a cualquier tasa de salarios que se posea dentro de dicho espacio.

C. MODELO CON MÚLTIPLES MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

Hay dos maneras para que dos o más métodos de producción subsistan de forma simultánea: la primera es que las curvas de distribución de ambos métodos de producción se crucen de tal forma que exista una tasa de ganancia única que permita que ambas tecnologías generen la misma remuneración a los trabajadores. En este caso ambas técnicas rentan lo mismo y por ende son indiferentes en el punto de corte; pero este punto es inestable, dado que cualquier perturbación o choque que modifique la tasa de ganancia o la tasa de salario rompe dicho equilibrio.

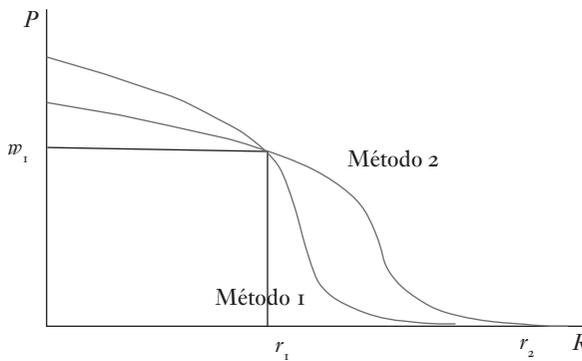
El segundo método considera la existencia de rentas tecnológicas tal como las desarrolló Cuevas (2001a). En este caso se está violando el principio de la existencia de una única tasa de ganancia, lo que implica que se está abandonando el supuesto de mercados de competencia perfecta y sin limitaciones o restricciones institucionales y se está suponiendo un sistema de mercado con restricciones o asimetrías que inhiben los mecanismos de la competencia; al no existir restricciones en los mercados, aparecerán firmas con una tecnología que produce un mayor excedente que el resto por su ventajas competitivas.

Si esto ocurre es porque hay alguna limitación que impide la transferencia tecnológica. Estas restricciones pueden ser de dos tipos, principalmente: la primera es la existencia de una serie de barreras institucionales que impiden que las demás firmas se apropien de la nueva tecnología, por ejemplo, las patentes; la segunda son las condiciones del mercado, es decir, la relación que exista entre precio de venta y costos de producción y los costos de adquisición de la nueva tecnología.

La relación precio/costo de producción es la que determina si una actividad es rentable, y mientras esta sea rentable se realiza si existen dos métodos de producción para producir el bien X : el método A, el cual posee costos más bajos, y el método B, que tiene costos más elevados, si el bien X se vende a un precio P y dados los salarios que tenga la economía, los cuales deben ser iguales para las firmas, independientemente de la técnica que se use. Si el método B

es rentable, implica que los ingresos obtenidos al vender X en P cubren los costos y generan una ganancia g_B , y ante dicha ganancia hay empresarios que están dispuestos a realizar dicha actividad, siendo que la ganancia $g_B < g_A$. Para que la tecnología B deje de ser viable como método de producción se necesita que $g_B \leq 0$, lo cual se logra si P cae lo suficiente para que se evapore la tasa de ganancia de las firmas que produzcan con B. Si el precio no cae, es factible usar el método B para producir X . La rigidez del precio se puede deber a múltiples factores tales como la existencia de un monopolio, un desequilibrio persistente entre oferta y demanda que mantenga alto el precio u otros factores institucionales o exógenos que mantengan estable el precio.

GRÁFICO 5.
EXISTENCIA DE DOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN



Fuente: elaboración propia.

Otra condición necesaria para la coexistencia de más de un método de producción es la dificultad de adquisición de la tecnología por limitación de recursos financieros, tal como lo explica Joan Robinson:

Cuando la mínima inversión técnicamente factible en equipo, para la técnica más lucrativa, es cuantiosa, los empresarios que no disponen de suficientes finanzas pueden recurrir a técnicas menos mecanizadas y contentarse con una tasa más baja de utilidades, en vez de perder su independencia. (Robinson, 1960, p. 121).

Ambas condiciones, tanto un precio alto que le genera ganancia a la técnica con costos de producción más elevados, la existencia de dificultades de adquisición de la tecnología, bien sea por barreras institucionales y dificultades finan-

cieras, son necesarias para la existencia de múltiples métodos de producción. Por esta razón, dado que se generan distintas tasas de ganancia y se espera que todas las firmas converjan a una tasa de ganancia r , se ve la diferencia entre dicha tasa, que es la ganancia mínima a la ganancia máxima como una renta diferencial producto de la tecnología.

Este caso es relevante cuando hay capital fijo y genera una serie de dificultades no solo de información para determinar el valor de la ganancia y de la renta, sino también para que tenga solución matemática, dado que se incrementa el número de incógnitas, el cual será igual al número de métodos de producción que se estén usando en cada industria. Hay que construir igual número de ecuaciones; por esta razón no se desarrolla ni aplica un modelo con estas características.

IV. EFECTOS DEL CAMBIO TÉCNICO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO FACTORIAL

En esta sección se presenta el planteamiento del modelo que busca desagregar los efectos del cambio técnico sobre la distribución del ingreso, el cual se hace a partir del análisis de las curvas de distribución y la observación de los cambios que estas evidencian ante la variación de los coeficientes técnicos.

Para determinar el efecto parcial del cambio de la matriz de coeficientes técnicos y el efecto parcial del cambio de los parámetros, se puede ver el sistema en dos momentos del tiempo t y $t + 1$.

De manera general, el sistema funciona según la ecuación (10):

$$P_t A_t (1 + r_t) + w_t L_t = P_t \quad (10)$$

Donde sabemos que la curva de distribución estaría denotada por la ecuación (11) para cualquier t

$$w_t = \frac{1}{B_t' [I - (1 + r_t) A_t]^{-1} L_t} \quad (11)$$

Supongamos que de un periodo a otro hubo cambio técnico, lo que modificó la matriz de coeficientes técnicos, donde el sistema se escribiría $P_{t+1} A_{t+1} (1 + r_{t+1}) + w_{t+1} L_{t+1} = P_t B_{t+1}$ y la curva de distribución sería

$$w_{t+1} = \frac{I}{B_{t+1}^t [I - (I + r_{t+1}) A_{t+1}]^{-1} L_t} \quad (12)$$

Buscamos medir o determinar el cambio en la curva de distribución que se debe a la variación de los parámetros (r , w) y qué porción es producto del cambio de la matriz de coeficientes técnicos.

La importancia del cambio técnico neutral para poder entender el efecto de esta variación sobre la distribución del ingreso solo se puede apreciar desde la perspectiva de Harrod (1966, p. 38): “Una corriente de invenciones que sea neutral con arreglo a la definición dada dejará invariable la distribución del producto nacional entre el trabajo (en el más amplio sentido) y el capital”, en cuanto permite ver que la característica de cambio técnico neutral es la que mantiene la distribución *ceteris paribus*.

Para lograr separar los efectos que el cambio técnico tiene sobre la distribución del ingreso se utiliza un concepto de Cuevas (2001a) en el que plantea que usando el principio de cambio técnico neutral a la Hicks se puede llegar a separar los efectos que llevan a la variación de los parámetros w y r . Es importante aclarar que en este trabajo se utiliza la idea de Hicks de que el cambio técnico neutral es el que afecta la productividad del proceso productivo pero no altera la relación K/L o la participación relativa de los insumos, mas no su desarrollo matemático, dado que Hicks lo hace por medio de funciones de producción y en este trabajo la matemática se apoya en matrices.

Hay diferentes tipos de cambio técnico, y uno de ellos es el cambio técnico neutral. Este se caracteriza por no alterar las demandas factoriales. Nótese que este tipo de cambio técnico se puede interpretar como un escalar multiplicando la matriz de coeficientes y el vector trabajo. Manteniendo la igualdad, este mismo escalar se multiplica por el vector de valor agregado producido y el vector de valor agregado (ecuación 3). Dicho escalar de igual manera se puede eliminar al dividir toda la ecuación por α . Esto indica que si el punto en el que estamos posee unos pagos factoriales diferentes del periodo anterior, es sencillamente porque nos deslizamos en la curva de distribución; en otras palabras: el cambio técnico neutral representado por el escalar α en ambos lados de la ecuación no altera el sistema de precios, sino que solo incrementa la cantidad producida pero en la misma proporción de todos los bienes.

$$(1+r)\alpha AP + w\alpha L = \alpha BP \quad (13)$$

Donde B es un vector de unos, podemos reescribir la ecuación (13) como:

$$(1+r)\alpha AP + m\alpha L = \alpha P \quad (14)$$

El fenómeno anterior en sí es un caso raro dentro del sistema económico, y solo se puede conocer *ex post*, pero da una idea de cómo resolver el problema planteado anteriormente, gracias a que muestra que si no hay cambio técnico, todo cambio es solo un deslizamiento en la curva de distribución, o para un caso muy específico de cambio técnico, es similar.

Ahora bien, al separar las dos ecuaciones —el efecto del cambio técnico y el efecto de la variación de la distribución por factores exógenos—, se tienen las dos ecuaciones en los dos momentos distintos en el tiempo con cambio técnico.

$$m_t = \frac{1}{B'_t [I - (1+r_t)A_t]^{-1} L_t} \quad (15)$$

$$m_{t+1} = \frac{1}{B'_{t+1} [I - (1+r_{t+1})A_{t+1}]^{-1} L_{t+1}} \quad (16)$$

Para llegar a estimar el efecto tecnológico, debemos preguntarnos cuál es el m que se tiene al cambiar los coeficientes técnicos. En consecuencia, reescribimos tanto la ecuación (15) como la ecuación (17), donde V es el salario que tendríamos si el pago al capital se mantuviera constante a la nueva matriz de coeficientes técnicos.

$$V = \frac{1}{B'_{t+1} [I - (1+r_t)A_{t+1}]^{-1} L_{t+1}} \quad (17)$$

Ahora encontramos cuál debería haber sido el salario si no se hubiera presentado cambio técnico pero hubiera cambiado el pago o remuneración al capital. Esto nos permite reescribir tanto la ecuación (17) como la (18), donde U es el salario que se ha de pagar si no hubo cambio técnico pero si varió el pago al capital.

$$U = \frac{1}{B'_t [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1} L_t} \quad (18)$$

Si el cambio técnico es neutral, $V = w_t$; por ende, su diferencial nos explica necesariamente el cambio total. Solo en este caso sabemos que no hay en efecto conjunto porque el cambio es un simple deslizamiento en la curva de distribución. De manera similar, sabemos que si hay cambio técnico neutral tenemos que $u = w_{t+1}$; esto se puede hacer gracias a que podemos eliminar el escalar del cambio técnico sin mayor alteración de las ecuaciones. En caso contrario, si el cambio técnico es no neutral, nada garantiza que V sea igual a w_t ; por tanto, en estos casos puede existir un término de interacción.

Se hace notar que el efecto distribución es la distancia que hay entre w_t y U , ($ED = U - W_t$) (19), mientras que el efecto tecnológico es la distancia entre w_t y V

($ET = V - W_t$) (20). Por ende, U y V son iguales a

$$U = ED + W_t \text{ y} \quad (21)$$

$$V = ET + W_t \quad (22)$$

En caso de que no hubiera cambio técnico neutral, tendríamos que $V \neq w_t$. Por consiguiente, la suma de ambos efectos no nos explica todo el desplazamiento total (ecuación 20); por eso nos interesa hallar el efecto interacción. Este efecto tiene la característica de ser o cuando el cambio técnico es neutral, por la razón explicada anteriormente.

El efecto interacción debe cumplir dos condiciones, a saber: 1) que cuando el cambio técnico sea neutral, este sea cero; 2) si el cambio técnico no es neutral, la suma de los tres efectos (efecto distribución, efecto tecnológico y efecto interacción) tiene que ser igual a la variación total de la distribución (ΔTD). Por definición, la variación total de la distribución es la ecuación (23)

$$\Delta TD = w_{t+1} - w_t \quad (23)$$

Por consiguiente, para hallar el efecto interacción (EI) se igualan ambas definiciones de ΔTD

$$w_{t+1} - w_t = \Delta TD = ED + ET + EI \quad (24)$$

Se reemplazan (19) y (20) en (24) y se despeja EI . Esto nos da que EI es

$$EI = w_{t+1} + w_t - (V + U) \quad (25)$$

Es de anotar que cuando haya cambio técnico neutral el EI es cero, porque $V = w_t$ y $u = w_{t+1}$. Es importante aclarar que el hecho de que $EI = 0$ no implica que el cambio técnico sea neutral, ya que no es una condición suficiente de él, pero si el cambio técnico es neutral, obliga a que EI sea cero. Los tres tipos de efectos que genera el cambio tecnológico sobre el pago de los factores productivos se pueden representar en el gráfico 7.

Es importante aclarar que en el gráfico 7 se representa un cambio técnico neutral, dado que la curva de distribución es la misma. En otro caso la forma de la curva de distribución sería diferente e incluso podría tener un punto de corte, dependiendo de los tipos de tecnología que se usen en la producción y la relación que estas generen entre los pagos factoriales.

Se pueden reescribir las ecuaciones (19) y (20), teniendo en cuenta las ecuaciones (7), (8), (9) y (11), respectivamente, como

$$ED = \frac{1}{B'_t [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1} L_t} - \frac{1}{B'_t [I - (1+r_t)A_t]^{-1} L_t} = \frac{[I - (1+r_t)A_t]^{-1} - [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1}}{B'_t [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1} \times [I - (1+r_t)A_t]^{-1} L_t} \quad (26)$$

$$ET = \frac{1}{B'_{t+1} [I - (1+r_t)A_{t+1}]^{-1} L_{t+1}} - \frac{1}{B'_t [I - (1+r_t)A_t]^{-1} L_t} \quad (27)$$

Donde podemos reescribir la ecuación (16) teniendo en cuenta las ecuaciones (19) y (20) tal que

$$EI = w_{t+1} - V - ED \quad (28)$$

$$EI = w_{t+1} - U - ET \quad (29)$$

A partir de la ecuación (19), podemos definir EI como

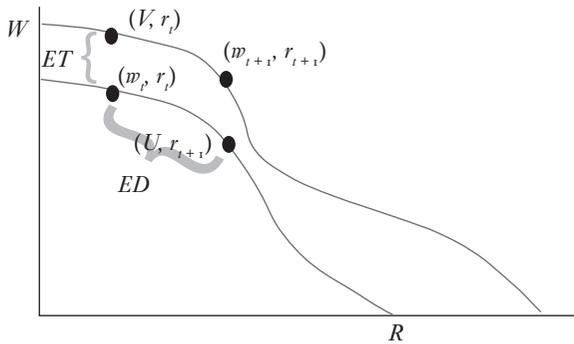
$$EI = \frac{1}{B'_{t+1} [I - (1+r_{t+1})A_{t+1}]^{-1} L_{t+1}} - \frac{1}{B'_t [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1} L_t} - \frac{[I - (1+r_t)A_t]^{-1} - [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1}}{B'_t [I - (1+r_{t+1})A_t]^{-1} \times [I - (1+r_t)A_t]^{-1} L_t} \quad (30)$$

Nótese que otra forma de ver la ecuación (23) es en función de variaciones de la tasa de salarios, es decir, que la suma de los tres efectos mide el cambio de la tasa de salario. Estos tres efectos también se pueden medir en función de la tasa de crecimiento. Basta con dividir por w_t y multiplicar por cien la ecuación (24) en ambos lados. Esto nos permite tener la tasa de crecimiento de los salarios y los efectos como una tasa de crecimiento.

$$100 \times \frac{w_{t+1} - w_t}{w_t} = \Delta TD = \frac{ED}{w_t} \times 100 + \frac{ET}{w_t} \times 100 + \frac{EI}{w_t} \times 100 \quad (31)$$

La razón para separar o identificar dos tipos de cambios derivados del desarrollo científico de una economía o producidos por dicho desarrollo es develar que el uso de nuevas tecnologías genera diferentes impactos; uno de ellos es el cambio en las demandas de los factores y el otro es la generación de excedentes, que se distribuyen entre la capacidad de pagar salarios y la capacidad de generar rentabilidad sobre el capital invertido.

GRÁFICO 6.
EFECTOS DEL CAMBIO TÉCNICO¹



Fuente: elaboración propia.

Esto implica que el cambio técnico modifica las demandas factoriales y de igual forma altera la distribución del ingreso según sea la variación de las demandas de capital y trabajo de la economía. Todo el efecto del cambio técnico sobre el sistema de precios producido por la alteración en la demanda de factores

1 Lo que determina si w' es mayor o menor que w_{t+1} es si $w_{t+1} + w_t < (V + U)$ o $w_{t+1} + w_t > (V + U)$. Si el EI es positivo o negativo, está determinado también por dicha relación de desigualdad.

productivos se ve representado claramente en la modificación de la matriz de coeficientes técnicos y se denomina el E.

Pero el efecto ED se entiende como la cuantificación de los efectos exógenos sobre la economía que afectan la distribución del ingreso factorial, efectos exógenos mediante cambios de regulación, institucionales o efectos tributarios, entre otra mucha variedad de factores, mientras que el efecto interacción EI es el resultado del cambio simultáneo de los precios de la economía producto de la existencia de los dos efectos previos. Es decir, cuando hay ET y ED los precios de la economía cambian, sea por medio de productividades y costos de producción o demanda de factores (ET) o cambios legislativos, entre otros (ED). Como nada garantiza que los precios resultantes de la simultaneidad de efectos sean de equilibrio, el mercado reajusta las demandas factoriales y por ende los pagos factoriales para llegar a un equilibrio; este reajuste se realiza por medio de precios o producto de cambio de estos.

V. RESULTADOS EMPÍRICOS

Una vez construido el modelo, se procede a aplicar la metodología y sus diferentes pasos para el caso de Colombia. Cabe recordar para la interpretación de los resultados que el desplazamiento de las curvas de distribución indica la existencia de cambio técnico y si este fue intensivo en trabajo o en capital; cuando el cambio técnico es no neutral, puede categorizarse en tres tipos: intensivo en capital, intensivo en trabajo o indeterminado. Cuando se dice que el cambio técnico es indeterminado, no quiere decir que no sea intensivo en alguno de los dos factores; lo que se infiere es que el modelo no brinda información que nos permita identificar qué tipo de cambio técnico es, o también puede indicar que pudo haber cambio técnico intensivo y simultáneo en los dos vectores.

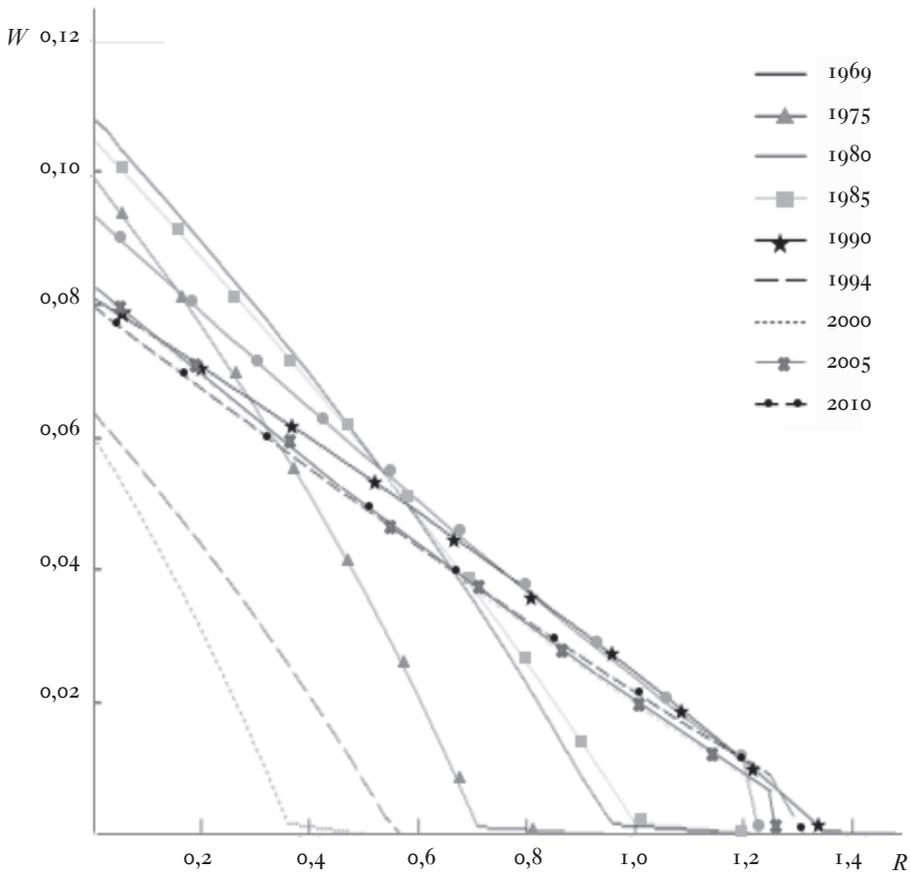
Se dice que fue intensivo en capital si la tasa de salario máximo se mantiene o disminuye y la tasa de ganancia máxima se incrementa; y se indica como intensivo en trabajo si la tasa de ganancia máxima se mantiene constante o disminuye y la tasa de salario máximo se incrementa; y es indeterminado cuando la tasa de salario y ganancia máximas suben o disminuyen de forma simultánea.

Al construir las curvas de distribución para el caso de Colombia y para el lapso 1969-2010 se evidencia que no hubo cambio técnico neutral, porque las curvas de distribución no mantuvieron inalterada su respectiva pendiente en los distintos periodos, como se puede ver en el gráfico 7.

La evolución de las curvas de distribución para los periodos 1969-1975, 1990-1994, 1994-2000 y 2000-2005 muestra que el tipo de cambio técnico fue indeterminado, en tanto la tasa de salario y ganancia máximas suben o disminuyen de forma simultánea.

En los periodos 1975-1980, 1980-1985, 1985-1990 y 2005-2010 las curvas de distribución muestran que el cambio técnico fue intensivo en capital, pero lo importante de este resultado es que para ningún periodo se muestra un cambio técnico estrictamente intensivo en trabajo.

GRÁFICO 7.
COMPENDIO DE CURVAS DE DISTRIBUCIÓN



Fuente: cálculos propios, fuente estadística Sistema de Cuentas Nacionales DANE, Matriz insumo producto 1969, 1975, 1980, 1990, 1994, 2000, 2005, 2010.

El gráfico 7 muestra además una caída en la capacidad de generar ingreso en los periodos 1994 y 2000 y también que en ambos periodos se tenía la tecnología menos deseable, en tanto esta frontera es estrictamente menor que las demás fronteras de distribución.

La gran cantidad de periodos en los que el tipo de cambio es indeterminado que están en el periodo 1990–2005 es producto de una caída brusca de la capacidad de generar ingreso excedente en el año 1994, que se acentúa en el 2000 y se revierte en el 2005, la cual es recogida durante los periodos 2000 y 2005 en el efecto del ciclo económico recesivo y de auge, respectivamente.

De igual forma se puede ver cómo en todos los demás años no mencionados el cambio técnico fue gradual, lo que permite que haya puntos de corte entre las distintas curvas. Estos puntos de corte son, en sí mismos, puntos de indiferencia técnica y los que permiten identificar el momento del paso de un método de producción a otro.

Es importante señalar que en todas las curvas de distribución —menos en la del año 2000— existe un punto de inflexión de la tasa de salarios tal que cuando se acerca a cero rompe el comportamiento de la curva en donde se genera o presenta un incremento marginal de la tasa de ganancia por cada unidad descontada de salario mayor que en los demás puntos.

Al observar los gráficos 8a y 8b se puede concluir que en un largo plazo, el cual comprende de 1975 a 2005, Colombia tuvo un cambio técnico no neutral intensivo en capital. Lo desarrollado hasta este punto brinda unos resultados que muestran el panorama del cambio técnico en Colombia pero que nos dicen muy poco sobre la distribución del ingreso factorial, cuyos cambios sobre la distribución se pueden ver en los gráficos 9 y 10.

GRÁFICO 8A.
CURVA DE DISTRIBUCIÓN 1975

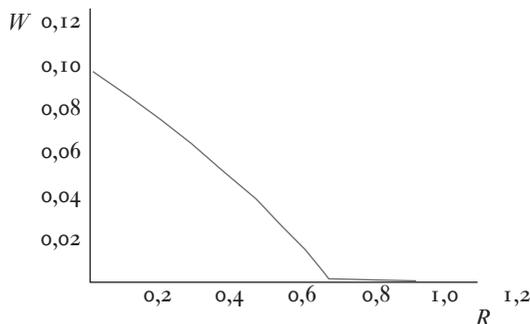
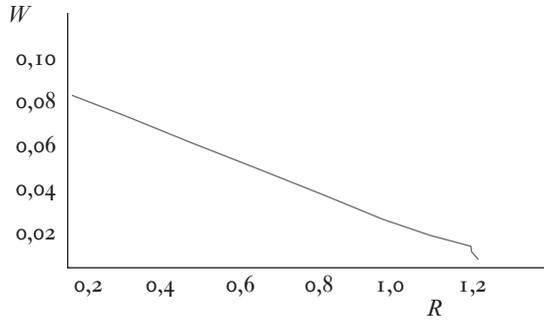


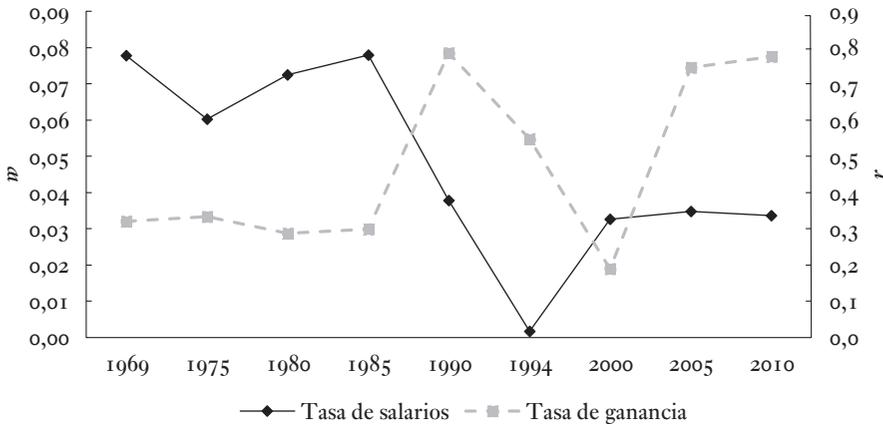
GRÁFICO 8B.
CURVA DE DISTRIBUCIÓN 2010



Fuente: cálculos propios, fuente estadística Sistema de Cuentas Nacionales DANE, Matriz insumo producto.

El gráfico 9 muestra la evolución de la tasa de salario y la de ganancia y revela dos cosas: la primera es que después de 1990 la serie se vuelve mucho más volátil que en el periodo 1969-1985, y la segunda, que efectivamente hay una relación inversa entre la tasa de ganancia y la de salario. Ambos sucesos se pueden apreciar mejor en el gráfico 10.

GRÁFICO 9.
DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO



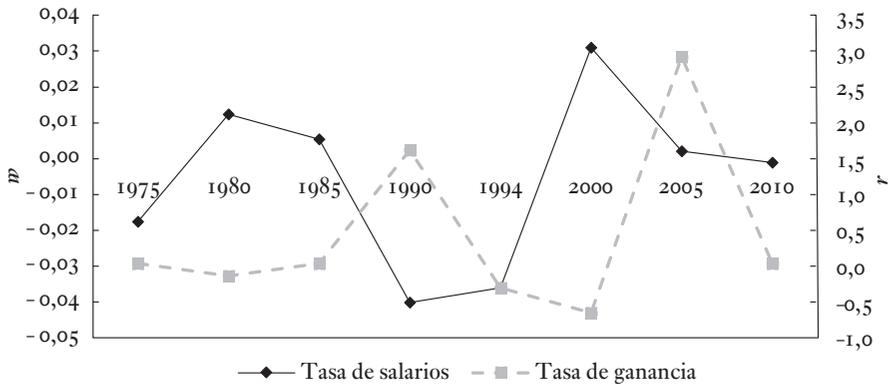
Fuente: cálculos propios, fuente estadística Sistema de Cuentas Nacionales DANE, Matriz insumo producto 1969, 1975, 1980, 1990, 1994, 2000, 2005, 2010.

El cambio que se ve en la serie puede deberse a dos factores: el primero es el cambio de metodología en 1990, año en el cual se varía la forma de calcular la matriz insumo producto, y el segundo, muy notorio, es que los datos de 1990 están evidenciando un cambio estructural en el aparato económico colombiano que se vivió durante el periodo 1985-1990.

La relación inversa entre ambas variables se ve en las curvas de distribución, pero fue necesario analizar el hecho de que era posible que el cambio técnico rompiera dicha característica en el largo plazo, dado que se incrementa el ingreso excedente producto de la mayor productividad permitiendo que ambas se incrementaran y que no se viera dicha relación inversa; pero este caso no se dio, en tanto la relación inversa es constante en el tiempo con cambio técnico, como se ve en el caso colombiano.

Esta descripción básica se complementa con el análisis de los efectos, que permite evidenciar no solo el impacto y participación que cada efecto tuvo en el cambio de la distribución del ingreso factorial, sino también identificar la incidencia de largo plazo que cada efecto tiene. Los efectos de cada periodo se muestran en el cuadro 1.

GRÁFICO 10.
VARIACIÓN DE LA TASA DE SALARIO Y GANANCIA



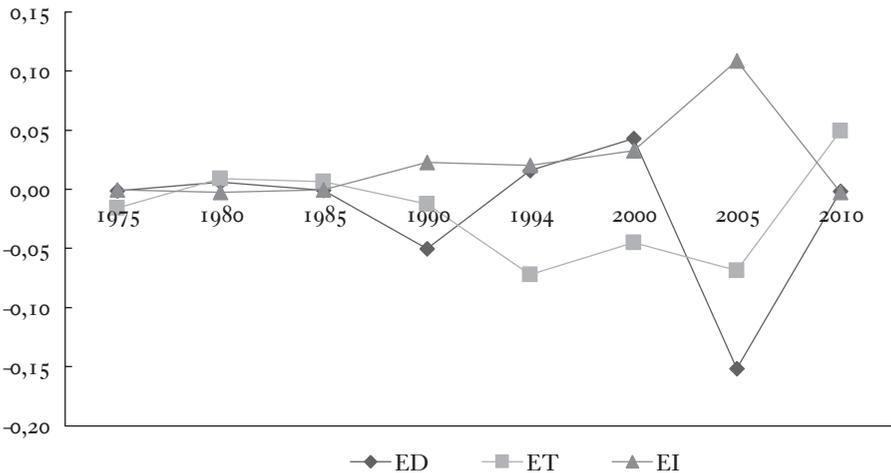
Fuente: cálculos propios, fuente estadística Sistema de Cuentas Nacionales DANE, Matriz insumo producto 1969, 1975, 1980, 1990, 1994, 2000, 2005, 2010.

Los tres efectos se pueden ver en el gráfico 11, que muestra el incremento de volatilidad de la serie a partir de 1990, que es a su vez consistente con lo evidenciado en la evolución de la tasa de crecimiento de los salarios y la tasa

de ganancia y que una vez más fortalece la hipótesis del cambio estructural que se origina a partir del periodo 1990.

El gráfico 10 nos muestra otras dos cosas interesantes: la primera, la existencia de una tendencia no muy notoria de que el efecto tecnológico disminuye la tasa de salario y que el efecto interacción o el ajuste producto al sistema de precios les pone un contrapeso a los efectos negativos sobre la tasa de salarios. El segundo elemento es la existencia de una relación inversa entre el efecto distribución y el efecto interacción que se cumple para todos los periodos, excepto en el periodo 1994-2000, en el cual todos los efectos mejoran el crecimiento de la tasa de salario e incrementan su valor en comparación con el periodo anterior.

GRÁFICO 11.
EFECTOS DEL CAMBIO TÉCNICO SOBRE LAS VARIACIONES
DE LA TASA DE SALARIO



Fuente: cálculos propios.

Para ver la incidencia de largo plazo de los efectos se puede observar el cuadro 2, donde están calculados los tres efectos en los periodos largos, es decir, periodo 1975-1994 y 1994-2005.

CUADRO I.
EFECTOS DEL CAMBIO TÉCNICO

Salarios y efectos periodo a periodo											
Periodo 1969-1975				Periodo 1975-1980				Periodo 1980-1985			
Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento		Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento		Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento	
V	0,06197306	TD -22,56%	TD -0,01754321	V	0,06019764	TD 20,43%	V	0,07906487	TD 0,00542562	TD 7,48%	
U	0,07659175	ED -1,76%	ED -0,00136659	U	0,06613174	ED 9,83%	U	0,07165315	ED -0,00086193	ED -1,10%	
Wt	0,07775834	ET -20,30%	ET -0,01578528	Wt	0,06021513	ET 14,92%	Wt	0,07251508	ET 0,00654979	ET 9,03%	
W _{t+1}	0,06021513	EI -0,50%	EI -0,00039134	W _{t+1}	0,07251508	EI -4,32%	W _{t+1}	0,07794070	EI -0,00026224	EI -0,36%	
Periodo 1985-1990											
Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento		Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento		Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento	
V	0,06533480	TD -51,48%	TD -0,04012519	V	-0,03422327	TD -95,35%	V	-0,04329678	TD 0,03093907	TD 1759,84%	
U	0,02774882	ED -64,40%	ED -0,05010188	U	0,05573709	ED 42,10%	U	0,04499575	ED 0,04314820	ED 2455,02%	
Wt	0,07794070	ET -16,17%	ET -0,01260590	Wt	0,03781551	ET -190,59%	Wt	0,00175755	ET -0,04505433	ET -2563,48%	
W _{t+1}	0,03781551	EI 29,09%	EI 0,02267259	W _{t+1}	0,00175755	EI 53,04%	W _{t+1}	0,03268762	EI 0,03283621	EI 1868,30%	
Periodo 2000-2005											
Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento		Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento		Salarios	Efectos en variaciones	Efectos en tasa de crecimiento	
V	0,07737579	TD 6,44%	TD 0,00210550	V	0,03828568	TD -3,29%	V	0,00114471	TD -0,00187464	TD -5,39%	
U	-0,11875349	ED -463,30%	ED -0,15144111	U	0,03291848	ED 10,04%	U	0,00349256	ET 10,04%	ET -7,94%	
Wt	0,03268762	ET 136,71%	ET 0,04468816	Wt	0,03479312	EI 333,93%	Wt	0,03364841	EI -0,00276263	EI -7,94%	
W _{t+1}	0,03479312	EI 333,93%	EI 0,10885845	W _{t+1}	0,03364841	EI -7,94%	W _{t+1}	0,03364841	EI -0,00276263	EI -7,94%	

Fuente: cálculos propios.

CUADRO 2.
EFFECTOS DE LARGO PLAZO DEL CAMBIO TÉCNICO

Salarios y efectos en el largo plazo											
Periodo 1975-1994					Periodo 1994-2005						
Salarios		Efectos en variaciones		Efectos en tasa de crecimiento	Salarios		Efectos en variaciones		Efectos en tasa de crecimiento		
V	0,03079468	TD	-0,09762415	TD	-98,23%	V	0,05134343	TD	0,03303557	TD	1879,64%
U	0,02952288	ED	-0,06985883	ED	-70,29%	U	-0,02811778	ED	-0,02987533	ED	-1699,83%
W_t	0,09938170	ET	-0,06858702	ET	-69,01%	W_t	0,00175755	ET	0,04958589	ET	2821,31%
W_{t+1}	0,00175755	EI	0,04082169	EI	41,08%	W_{t+1}	0,03479312	EI	0,01332502	EI	758,16%

Años	ED	ET	EI	Salario ED	Salario ET
1975				0,0602	0,0602
1994	-0,06985883	-0,06858702	0,04082169	-0,0096	-0,0084
2005	-0,02987533	0,04958589	0,01332502	-0,0395	0,0412

Fuente: cálculos propios.

Al observar los efectos en los dos periodos se puede señalar que el efecto total, es decir, tanto el efecto por cambio tecnológico como el distributivo, afecta negativamente la tasa de salarios, que es un caso contrario al efecto interacción, que es estrictamente positivo. Esto se puede ver en el gráfico 12, que muestra lo descrito periodo a periodo.

Al ver ambos resultados se puede afirmar que para Colombia el efecto tecnológico y distributivo en el largo plazo sobre la distribución del ingreso es negativo y el efecto interacción es positivo. También se ve claramente que después de 1990 la volatilidad y la varianza de los tres efectos se incrementa, lo cual es comprensible por la apertura económica que facilita la importación de bienes de capital y por ende la incorporación de nuevas tecnologías, junto con la llegada de la revolución en la informática y las telecomunicaciones.

VI. SÍNTESIS DE HALLAZGOS

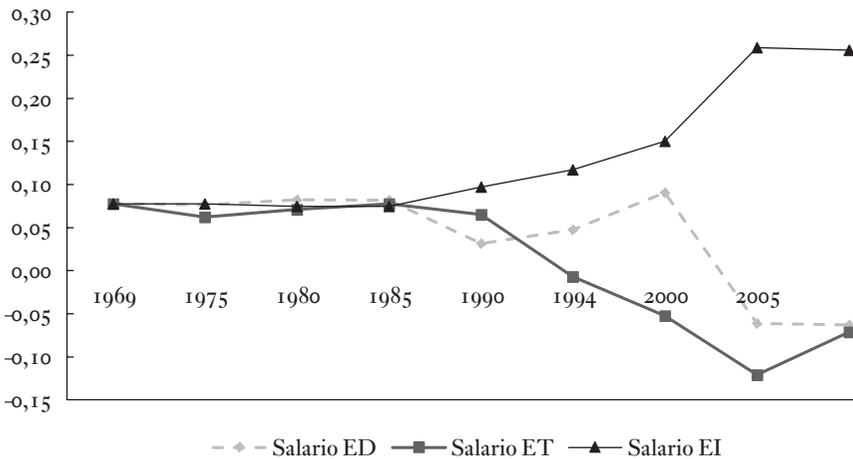
En síntesis, la investigación permitió identificar que Colombia ha vivido un cambio técnico intensivo en capital que ha generado que en el largo plazo la tasa de salario se vea reducida; es decir, en el caso colombiano el cambio técnico afecta negativamente la tasa de salario y empeora la distribución del

ingreso factorial. De igual forma, en el corto plazo este efecto es ambiguo, pues depende de los demás efectos y está mediado por las decisiones de política pública que afectan la distribución del ingreso y por los mecanismos de competencia o limitaciones legales que impiden cambio de los precios de forma drástica en el corto plazo.

El objetivo de este capítulo era aislar e identificar el efecto del cambio técnico sobre la distribución en el ingreso. Este objetivo se cumplió al calcular los tres efectos parciales del cambio técnico, que en forma conjunta explican el cambio total de la distribución del ingreso, y en el caso particular del cambio tecnológico se logra explicar el efecto sobre la distribución del ingreso originado por dicho cambio.

GRÁFICO 12.

EVOLUCIÓN DE LA TASA DE SALARIO POR CADA EFECTO DEL CAMBIO TÉCNICO



Fuente: cálculos propios.

Nótese que ambos efectos (ET, ED) afectan el sistema de precios, y bajo el sistema de precios, se determinan las demandas de insumos y el pago de los factores sobre el excedente de la economía. Por consiguiente, un cambio en el sistema de precios obliga a otro cambio en el pago de factores y el modo de utilización de los insumos, hecho que se representa en el EI y mide el cambio originado sobre el sistema de precios producto de la simultaneidad de ambos efectos.

En otras palabras: cambiar los precios relativos obliga a una reasignación de recursos, dados los nuevos precios relativos. Esta reasignación permite que el mercado reemplace ciertos tipos de insumos, entre ellos trabajo, sustituyéndolos por insumos más baratos, optimizando los recursos disponibles y maximizando el excedente. Este proceso elimina los excesos del mercado y garantiza el equilibrio mediante precios y cantidades. Este efecto se origina en el cambio de precios y es medido por el EI, dado que dicho cambio sobre los precios fue ocasionado por los otros dos efectos (ET, ED). Es decir, el efecto interacción y el EI evidencia la nueva reasignación de recursos en términos distributivos por producto al cambio de precios relativos, tomando los movimientos de ambos efectos, que a su vez, y de forma simultánea, están sucediendo.

Es importante señalar que en el periodo observado (1969-2010) Colombia sufrió un empeoramiento de la distribución factorial, el cual es explicado por un cambio técnico intensivo en el capital y efectos exógenos distributivos, principalmente referentes a cambios normativos o impositivos.

De igual forma se encuentra que después de la apertura económica la serie se vuelve más volátil al tener una mayor varianza, y es desde 1990 cuando el efecto tecnológico sobre la tasa de salario se vuelve más importante y estrictamente negativo; caso contrario del efecto interacción, que tiene una característica compensatoria. Este resultado es en sí mismo curioso porque el efecto interacción recoge los cambios de precios y es más relevante cuando muestra tener una relación inversa con el efecto ED.

Es muy importante que el efecto interacción tenga esta característica, dado que este es el efecto del cambio de los precios relativos sobre la distribución del ingreso, puesto que este efecto mide el impacto de ambos efectos sobre el sistema de precios de forma simultánea en caso de que este genere cambios en precios relativos u otro efecto que altere estos precios, en tanto que por medio de los precios el sistema se ajusta. Si dicho efecto fuera cero, implicaría que el impacto del cambio técnico o choques exógenos sobre la distribución del ingreso sería directo y se asimilaría casi por completo. El único caso en el que el efecto interacción sería cero es bajo el supuesto de cambio técnico neutral.

En otras palabras: los mecanismos de competencia y difusión, trasmisión y apropiación de la tecnología, además de otros factores externos como la capacitación de los trabajadores, han compensado los efectos de concentración de la riqueza que el sistema colombiano ha preponderado en el periodo de estudio.

Lo relevante de que el sistema de precios amortigüe este efecto y adquiera un papel tan protagónico después de 1990 es porque se conjugan dos factores relevantes para la economía colombiana: el primero es la apertura económica, la cual permite el ingreso de importaciones a precios internacionales obligando a la economía a competir con estos precios y limitando la capacidad de variación interna de estos; y la segunda es la reducción de la inflación a menos de dos dígitos, la cual se da para 1998, y este efecto se vuelve protagónico con el comienzo del siglo XX.

En el caso particular de Colombia, la mayor volatilidad de la serie para el caso de la tasa de ganancia le permite tener valores mayores y con tasa de salarios menores a las vista. Antes de 1990 no permite inferir *a priori* que el ingreso excedente se incrementó, lo cual es consistente con los gráficos 9 y 10, dado que ambas curvas tienen un punto de corte; pero ya que se está con una tasa de ganancia mayor, la tecnología del 2005 en adelante se prefiere a las que ya existían, porque puede generar mayor excedente dada esta tasa de ganancia.

El ciclo económico se ve reflejado en la volatilidad de la tasa de ganancia, la cual tiene un carácter procíclico y es una función inversa de la tasa de salarios. Para el caso de Colombia, se encontró que en el largo plazo la relación inversa entre la tasa de salario y la de ganancia se mantiene constante y el cambio técnico tiene un efecto de empeoramiento de la distribución del ingreso.

Por otro lado, el análisis periodo a periodo nos muestra que para todos los periodos, exceptuando 2000–2005, todo cambio técnico que se registró como indeterminado está asociado a una reducción de la capacidad de generar ingreso excedente de la economía. Esto implica que en dichos periodos la economía colombiana se vio envuelta en la fase cíclica de crisis, lo que a su vez llevó a la restricción del proceso de acumulación de capital. Esto conduce a una primera observación sobre la economía colombiana, y es que desde mediados del siglo XX ha presentado problemas para mantener un proceso continuo y sostenido de acumulación y cambio técnico en el tiempo.

Aunque la serie en el corto plazo es volátil y cambiante de un periodo a otro, en el largo plazo la serie de Colombia concuerda con el planteamiento teórico predicado, esto es, que el crecimiento del ingreso excedente es positivo y que siempre en el largo plazo hay cambio técnico intensivo en capital. Es importante haber identificado que el salto que el sistema productivo colombiano vive durante el periodo 2000–2005 es producto de la recuperación económica y la transformación del aparato productivo de Colombia después de la crisis de finales de siglo, pues aunque el modelo indica que el cambio

técnico es indeterminado, el desplazamiento de ambas fronteras da a pensar que hubo un cambio técnico intensivo en capital (producto de la menor inclinación de la pendiente), acompañado de un fuerte proceso de acumulación de riqueza y capital.

Específicamente en función de distribución del ingreso, la serie nos muestra un empeoramiento sucesivo de la distribución del ingreso factorial en el periodo de análisis, donde el efecto tecnológico de forma sostenida agrava la tasa de salarios. Esto implica que el cambio técnico incrementa la brecha entre la tasa de salarios y la tasa de ganancia, lo que es consistente con el hecho de que en el largo plazo el cambio técnico fue intensivo en capital.

Se observó que después de la apertura económica la serie se vuelve más volátil, presenta mayor varianza y el efecto tecnológico sobre el cambio en la tasa de salario se vuelve más incidente y estrictamente negativo, mientras que el efecto interacción tiene una característica compensatoria y de ajuste. A su turno, y simultáneamente, el efecto distributivo tiene un comportamiento inverso a la dinámica de la tasa de ganancia, la cual está relacionada con el ciclo económico.

El periodo que comienza en 1990 es fundamental, pues en este año se evidencia un cambio estructural en la distribución del ingreso factorial, cambio que se da por la apertura que en principio debería ayudarnos a explicar la preponderancia y el cambio del efecto tecnológico, gracias a la mayor facilidad de importar bienes de capital. Así mismo, las importaciones generan un efecto de precios mediante competencia que lo percibe el efecto interacción, y más importante, se ve cómo los cambios institucionales de la década del noventa hacen que el efecto distribución entre a compensar los efectos del cambio técnico durante este periodo.

Pero al ver los gráficos 9 a 11 vale la pena pensar qué pasó entre el 2000 y el 2005 y parte del 2010. Lo que se había ganado en la década del noventa con el efecto distribución, que en sí mismo está midiendo cambios exógenos sobre la distribución factorial, asociado a cambios institucionales o legales, deja de ser un factor compensatorio del efecto técnico y se convierte en un efecto que ayuda a favorecer las ganancias del capital y por ende incrementa la brecha o desigualdad entre los diferentes tipos de ingresos, resultado que debería usarse como insumo para ajustes institucionales en pro de una distribución de ingresos más equitativa.

CONCLUSIONES

Es importante notar que estos resultados y análisis sobre la distribución del ingreso factorial no incorporan o no tienen forma de medir la distribución del ingreso por grupos de población, como sí lo hace el Gini por deciles o quintiles de población de más a menos tenencia de ingreso. Tampoco tienen en cuenta los efectos del sistema tributario más allá de los impuestos tanto directos como indirectos que afecten la producción y por ende los precios de esta y mucho menos el impacto del gasto público sobre la distribución del ingreso mediante subsidios o transferencias a los individuos.

Además cabe señalar que el modelo tiene la limitación de incorporar una única tecnología de forma agregada para cada sector y por ende no muestra la rentabilidad que generan los distintos tipos de tecnología ni sus efectos en términos distributivos, temas que serían relevantes abordar en otros trabajos que puedan superar la limitante que se posee, razón por la cual no se creó un modelo de rentas tecnológicas. Igualmente, para trabajos posteriores es importante evaluar la posibilidad de endogenizar la senda de desarrollo tecnológico.

Una de las conclusiones más preponderantes sobre la aplicación del modelo para el caso colombiano es que en el periodo analizado la tasa de salarios se redujo, aunque no implica que los ingresos de los trabajadores fueron menores en el 2010 frente a los de 1969, porque cuando se habla de la tasa de salario, se hace referencia a la participación de los salarios en la distribución del ingreso, no al incremento salarial. Por eso, aunque los trabajadores tienen mayor ingreso en función de su poder adquisitivo para 2010 frente al año 1969, la diferencia entre la tasa de ganancia es mayor frente a la tasa de salario, haciendo evidente dicha brecha cada vez mayor.

El capítulo también muestra cómo Colombia ha tenido una preponderancia al cambio técnico intensivo en capital que ha favorecido la tasa de ganancia en detrimento de la participación de los salarios en el ingreso nacional, la cual ha generado una fuerte presión sobre la distribución del ingreso, con una tendencia a empeorar la distribución del ingreso.

Lo preocupante no es ver cómo el cambio tecnológico explica en el tiempo la desigualdad de la distribución del ingreso, sino que los efectos externos asociados a las políticas públicas no compensan o aminoran dichos efectos de una forma significativa desde finales del siglo pasado, dando razón a pensar que la estructura institucional está mal diseñada o tiene graves problemas de funcionamiento.

De igual forma el cambio técnico intensivo en capital, junto con la expansión de la frontera de distribución desde el 2005, expansión que no logra revertir la relación inversa de salarios y ganancia, pone de manifiesto un problema estructural de Colombia, que es la capacidad de generar nuevos ingresos o crecimiento económico sin reducir de forma sustancial la tasa de desempleo.

También es importante denotar la función perversa que ha tenido el efecto distribución (los efectos exógenos al sistema) sobre la distribución del ingreso desde la década del noventa, pero de forma excesiva desde el comienzo del nuevo milenio, dado que dicho efecto percibe sobre todo la política pública referente a la distribución del ingreso. Muestra un claro desvío del propósito de generar mayor equidad a acentuar la inequidad distributiva ya existente, lo cual debe ser un punto de partida para evaluar y corregir la política pública de distribución del ingreso.

REFERENCIAS

- CHILCOTE, E. (1997). *Inter-industry structure, relative prices and productivity: An input-output study of the U.S. and OECD countries*. Thesis doctoral, New School for Social Research.
- CUEVAS, H. (1986). *Valor y sistema de precios*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- CUEVAS, H. (2001a). *La economía clásica en renovación*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- CUEVAS, H. (2001b). Un modelo clásico de crecimiento. *Revista de Economía Institucional*, 4, 32-51.
- DANE (2009). *Metodología de las cuentas nacionales de Colombia año base 2000, dirección de síntesis y cuentas nacionales*. Bogotá: DANE.
- DANE (2013a). *Metodología cuentas nacionales anuales de Colombia base 2005. Años corrientes bienes y servicios (t. 1)*. Bogotá: DANE.
- DANE (2013b). *Metodología de la matriz insumo-producto (MIP)*. Bogotá: DANE.
- DANE fuente estadística, Sistema de Cuentas Nacionales Matriz Insumo Producto 1990-2010. <<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/matrices-complementarias#matriz-insumo-producto>>.
- DANE fuente estadística, Cuentas Nacionales, informes de matriz insumo producto, Archivo histórico 1969-1985.

- DOSI, G. (1982). *Technological paradigms and technological trajectories*. science Policy Research Unit. Brighton U. K.: University of Sussex.
- DRUGGE, S. (1986). Nonneutral technical change and regional wage differentials: A comment. *Journal of Regional Science*, 25(1), 135-163.
- GARCÍA, M., y GARZÓN, C. A. (2011). La frontera de distribución para Colombia. *Economía Institucional*, 13(24), 357-372.
- HARROD (1966). *Hacia una economía dinámica*. Madrid: Tecnos.
- JUEI, M. (1970). Technical Change Measurement under the Economic Model Including Neutral and Embodied Technology. *Southern Economic Journal*, 37(2) 215-217.
- KURZ, H., y SALVADORI, N. (1995). *Theory of production a long-period analysis*. Cambridge, U. K.: Cambridge University Press.
- PASINETTI, L. L. (1975). Lecciones de teoría de la producción (1.ª ed. en español 1984). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- ROBINSON, J. (1960). *La acumulación del capital* (1.ª ed. en español 1960). México D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- SAMUELSON, P. A. (1966). Rejoinder: agreements, disagreements, doubts, and the case of induced Harrod-neutral technical change. *The Review of Economics and Statistics*, 48(4), 444-448.
- SRAFFA, P. (1960). *Producción de mercancías por medio de mercancías* (1.ª ed. en español 1996). Barcelona: Oikos-Tau.
- TSOULFIDIS, L., y MANIATIS, T. (2002). Values, prices of production and market prices: Some more evidence from the Greek economy. *Cambridge Journal of Economics*, 6(3), 359-370.
- TSOULFIDIS, L., y DONG-MING, R. (2006). Labor values, prices of production, and wage-profit rate frontiers of the Korean economy. *Seoul Journal of Economics*, 19(3), 275-295.