

INSUMO-PRODUCTO Y LA TEORIA DEL CAPITAL: UNA REVALUACION CRITICA

Prof. Jaime L. del Valle Caballero

Introducción

Dos áreas del análisis económico que han pasado por un rápido desarrollo durante los últimos 30 ó 40 años han sido el análisis de insumo-producto y la teoría del capital. Como marco de referencia para el análisis de sistemas económicos, la teoría de insumo-producto se dedica al estudio empírico de las interrelaciones cuantitativas entre los distintos sectores de una economía. El rápido desarrollo de la misma ha sido determinado no sólo por su pertinencia al estudio de diversas economías nacionales, sino también por su extensión al análisis de cambio estructural, progreso tecnológico y crecimiento.

Por su parte, y desde la publicación en 1960 del libro de Sraffa¹ y el resultante debate sobre el cambio de tecnología², se han suscitado grandes avances en la concepción teórica del "capital" como un "factor de la producción". Uno de los resultados más importantes de estas nuevas contribuciones, de aceptación general, es el rechazo del concepto tradicional del capital como una magnitud independiente del sistema de precios y de las variables distributivas, con lo cual perdieron vigencia todos los fundamentos de la función de producción neoclásica y la teoría de la productividad marginal agregada.

1. Sraffa, Piero Production of Commodities by Means of Commodities Cambridge University Press, 1960.

2. Conocido en la literatura como el "Reswitching Debate", y originado en el "Simposio" publicado en el Quarterly Journal of Economics del 1966.

Ahora bien, no obstante estos desarrollos en cada una de estas áreas, parece que las mismas continuaron su evolución de forma independiente sin integrar los desarrollos en cada una de las demás áreas. Si, como afirmara Leontief, el análisis de insumo-producto "es una adaptación de la teoría neoclásica de equilibrio general al estudio empírico de las interdependencias cuantitativas entre actividades interrelacionadas"³ mientras que los desarrollos en la teoría del capital han⁴ cuestionado precisamente la validez de esas "interrelaciones cuantitativas" en la teoría neoclásica, nos parece necesario re-evaluar el análisis de insumo-producto a la luz de los desarrollos de Sraffa. Al mismo tiempo, se deberían formular métodos alternativos que integren la metodología de insumo-producto con el "andamiaje teórico" de los nuevos desarrollos de la teoría del capital, para el análisis empírico de cambio estructural, progreso tecnológico y crecimiento.

En este ensayo discutiremos el análisis tradicional de los procesos de "cambio" en una economía de la forma en que es efectuada comúnmente en la mayoría de los trabajos en insumo-producto, tratando de demostrar cómo el abandono o descuido de esta técnica hacia los desarrollos en la teoría del capital provoca que todo su análisis no cumpla con sus presunciones. En la segunda parte formularemos, de una forma introductoria, un modelo alternativo en el cual se puedan reconciliar los aspectos estadísticos y empíricos de insumo-producto, con los aspectos teóricos y metodológicos de la teoría del capital de Sraffa.

3. Leontief, W. Input-Output Economics, Oxford University Press, 1966, p. 134. Es interesante mencionar que en la edición de 1986 de este libro, Leontief cambia esta oración inicial y escribe:

"El análisis de insumo-producto es un método de cuantificar sistemáticamente las interrelaciones mutuas entre los distintos sectores de un sistema económico complejo".

Ver Leontief, W. Input-Output Economics, Oxford University Press, 2nd Edition, 1986, p. 31. Como podemos apreciar toda referencia a la teoría neoclásica marginalista es eliminada.

4. Instructor del Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

Insumo-producto y el análisis de cambio estructural

Desde sus trabajos iniciales sobre insumo-producto, Leontief nos dice que desde el punto de vista de un sistema económico explícitamente formulado, el "cambio" puede ser analizado desde la perspectiva de la dinámica del sistema o desde el punto de vista de los cambios en la "estructura" del sistema. Dicho autor establece una clara diferencia entre los procesos de cambio estructural y los procesos de crecimiento de una economía. Con estas diferencias claras en mente, Leontief define entonces la "estructura" del sistema en los siguientes términos:

"La estructura de insumo-producto de cualquier industria es descrita por un conjunto de 'coeficientes técnicos', a_{ik} , cada uno de los cuales establece la cantidad de cada insumo que es absorbido por esa industria por unidad de su propio producto."⁵

De esta concepción, resulta entonces natural concluir que:

"Sistemas económicos con conjuntos idénticos de coeficientes de insumo-producto pueden ser calificados como estructuralmente idénticos, y sistemas con matrices técnicas diferentes, como estructuralmente diferentes. Cambio estructural, en otras palabras, es un cambio en la matriz estructural del sistema."⁶

Diecisiete años después, y luego de muchos estudios empíricos realizados por un gran número de economías nacionales⁷, la definición anterior de análisis estructural fue adoptada por Anne Carter en su libro Structural Change in the American Economy⁸ de la siguiente forma:

5. Leontief, W. Studies in the Structure of the American Economy, Oxford University Press, 1953, p.18.

6. Ibid, p. 19. Énfasis nuestro.

7. Ver, por ejemplo, [1], [2], [5], [6], [7] y [10] de la bibliografía entre otros.

8. Carter, Anne Structural Change in the American Economy Harvard University Press, Mass 1970.

"Los coeficientes de insumo-producto enumeran las cantidades que una industria compra de todas las demás industrias y del valor añadido, por unidad de su propio producto. Por lo tanto, cada coeficiente de insumo muestra los requisitos de un particular insumo, por unidad de un producto particular. Una columna de coeficientes, entonces, da una descripción cuantitativa detallada de la técnica de producción utilizada por cada sector, como una receta de su producto, con insumos específicamente enumerados como ingredientes. Dado que una tabla de coeficientes de insumo-producto incluye una columna de coeficientes de insumo-producto para cada sector, la misma nos brinda una descripción estructural completa de toda la economía para un año en particular."⁹

Dada esta definición de la estructura de una economía, la Prof. Carter concluye:

"En el estudio presente cambio estructural significa cambio en los coeficientes de insumo-producto"¹⁰

Podemos apreciar de las citas anteriores que no importa cuánto pueda haber cambiado la metodología para el análisis empírico de una economía, la definición de trabajo de análisis estructural ha permanecido como aquella ofrecida por Leontief. El concepto de análisis estructural se refiere simplemente a la descripción de la magnitudes físicas según mostradas por los coeficientes de insumo-producto. También podemos apreciar el uso intercambiable de los conceptos "estructura" y "tecnología" como si quisiéramos otorgarle al concepto "estructura" tal y como ha sido definido, una dimensión distinta que trascienda la mera descripción de las magnitudes físicas. Esta flexibilidad en el uso de estos dos conceptos le permite a los autores llevar más allá las implicaciones que puedan tener los cambios en los coeficientes de las matrices de insumo-producto, de la misma forma en que los cambios tecnológicos afectan los parámetros de la función de producción neoclásica.

9. Páginas 7-8. Énfasis nuestro.

10. Ibid, p. 217.

Basado en estos conceptos, el argumento que debería levantarse no es tanto uno de definición, toda vez que se tiene la libertad de definir un concepto como uno desee siempre y cuando se sea consistente con su propia definición. Lo que debe examinarse es el alcance y las posibilidades de análisis de relaciones económicas fundamentales que dicha definición brinda. En otras palabras, usando el concepto anterior de "estructura" de una economía, ¿qué tipo de observaciones estamos capacitados a hacer? Claro está, la respuesta a esta pregunta es relativa al problema inicial y al interés que tengamos, o sea, ¿qué es lo que queremos analizar cuando hablamos de cambio "estructural" o "tecnológico"? Tenemos que mantener en mente que dada la definición de cambio estructural, el análisis de dicho fenómeno se ve limitado al análisis de estática comparativa. En términos del análisis de cambio estructural, las "leyes de movimiento" del sistema no son estudiadas, enfocando más bien el estado de una economía en dos períodos de tiempo diferentes. Es entonces que las matrices "estructurales" de una economía son comparadas y el "cambio" medido.

La metodología de análisis más comúnmente utilizada es similar, a base de las diferentes matrices estructurales, lo que hubieran sido los requisitos de producción, insumos intermedios, trabajo, "capital" o cualquier otra variable de análisis deseada, para satisfacer un vector de demanda final dada para un año particular. Veamos algunos ejemplos sencillos. Digamos que las ecuaciones fundamentales de un sistema para dos periodos de tiempo son las siguientes:

$$X^{70} = (I - A)^{-1}_{70} Y^{70}$$

$$X^{85} = (I - A)^{-1}_{85} Y^{85}$$

Dadas las matrices estructurales (A) para 1970 y 1985, para satisfacer la demanda final agregada (Y) de esos años será necesario producir las cantidades X^{70} y X^{85} , respectivamente.

Para analizar el cambio estructural entre estos dos años, se establece el siguiente sistema:

$$X^{70,85} = (I - A)^{-1}_{70} Y^{85}$$

Como estamos manteniendo el nivel de demanda final constante a los niveles de 1985, pero usando una matriz estructural de 1970, podemos comparar el vector $X^{70,85}$, (el vector de la producción total que hubiese sido necesario producir en 1985 si la estructura de producción hubiese permanecido como en 1970), con el producido actualmente en 1985. La diferencia entre esos dos vectores sería atribuída a cambios en la estructura de producción.

De la misma forma, podemos desarrollar sistemas matemáticos que permitan analizar cambios en variables macroeconómicas específicas. No obstante, y como hemos mencionado anteriormente, el análisis de insumo-producto no ha permanecido ahí, y tomando de las implicaciones "tecnológicas" de la definición de "cambio estructural", ha llevado el análisis anterior hasta sus implicaciones en términos de razones capital-producto y capital-trabajo, o sus análogos, los grados de intensidad de capital y mecanización. De esta forma, cambios relativos en los requisitos físicos de empleo y "capital" son interpretados en términos de estas razones, con todas las implicaciones que esto conlleva en términos de cambios en los "precios" relativos de estos factores y las "productividades marginales".

Antes de proponer una metodología alternativa, sería conveniente elaborar unos comentarios críticos sobre la metodología tradicional de insumo-producto. El debate sobre la teoría del capital ha demostrado la imposibilidad de comparar si dos cantidades físicas distintas de capital representan más o menos capital, de forma independiente del sistema de precios y la distribución de los ingresos. El tipo de análisis está ausente en la técnica de insumo-producto. Por esta razón, la definición propuesta de análisis estructural parece trivial pues es incapaz brindar una descripción útil de la economía en términos del grado de "intensidad de capital" y el grado de "mecanización".

Hacia la formulación de un modelo alternativo

A base de lo expuesto anteriormente, cuando hablamos de cambios en la estructura de una economía no nos referimos a los cambios que ocurren al nivel de las magnitudes físicas observadas, sino a los cambios

internos que determinan los movimientos relativos del capital y todos los insumos producidos, así como del factor laboral, y con estos, todos los cambios en el sistema de precios relativos. Estos cambios internos serán identificados como las razones capital-producto y capital-trabajo, o alternativamente, los grados de intensidad de capital o de mecanización. Lo que era conocido anteriormente como la estructura de la economía, lo llamaremos ahora los métodos técnicos de producción (o la técnica de producción). En otras palabras, estamos distinguiendo entre lo que es estructura y lo que es la técnica de producción. La descripción física de la relación de insumos en la matriz de insumo-producto será conocida como la técnica de producción; cada columna de insumo-producto representa la técnica actualmente empleada (de una variedad de técnicas conocidas y disponibles)¹¹ y la combinación de técnicas alternativas de producción para cada actividad productiva la llamaremos la tecnología del sistema.

Utilizando esta definición de cambio estructural debe quedar claro que, a diferencia de los modelos de insumo-producto, nuestro modelo no requiere de cambios físicos para que exista la posibilidad de que ocurran cambios estructurales, como tampoco es necesario que ocurran cambios estructurales aún cuando ocurran cambios físicos. Para analizar cambios en la estructura de la economía, como la hemos definido, necesitamos información más allá de la nueva matriz de insumo-producto; nuestro análisis requiere información del sistema de precios y de la distribución de ingresos entre salarios y ganancias.

Podemos comenzar entonces nuestra formalización del modelo definiendo una matriz "aumentada" de Leontief. Esta matriz de coeficientes tecnológicos incorpora los "n" bienes utilizados como insumos intermedios con los mismos "n" bienes utilizados como bienes de capital¹². En otras,

11. El hecho que hayamos denominado la combinación de métodos de producción representados en la matriz de insumo-producto como la técnica del sistema no implica que estemos hablando de sistemas en donde no existen múltiples técnicas de producción por cada producto ("spectrum of techniques"), sino que de todas las técnicas conocidas el sistema escogerá aquella que, dada la presente distribución de ingresos, resulte la más rentable.

12. Esto supone que los "n" bienes pueden ser utilizados tanto como insumos intermedios o como bienes de capital. No obstante, en el caso que la práctica estadística sea de separar los bienes por su tipo de uso, tendríamos entonces una matriz aumentada de Leontief en la cual

(continued...)

palabras, estamos aumentando la matriz de coeficientes tecnológicos de Leontief (A) por su matriz de capital B.

Dado que la producción conjunta no es fundamental para nuestro planteamiento, además de su limitación empírica, nos abstendremos de considerarlo, manteniendo entonces la identificación de producto e industria. Suponiendo finalmente que los "2n" bienes son necesarios para la producción de todos y cada uno de los bienes¹³, podemos escribir el sistema económico:

$$(I - A)X = Y$$

$$a X = L$$

0

$$A X = S$$

La matriz A es la matriz aumentada de Leontief de coeficientes tecnológicos, X es el vector del producto total de los 2n bienes producidos en la economía, Y el vector de demanda final, a0 el vector de requisitos directos de empleo, L es el requisito total de empleo en la economía y S el vector de requisitos de capital.

Suponiendo que la matriz (I - A) anterior no es singular podemos resolver el sistema como sigue:

$$X = (I - A)^{-1} Y$$

$$L = a_0 (I - A)^{-1} Y$$

$$S = A (I - A)^{-1} Y$$

12. (...continued)

las primeras "i" columnas se refieran a los insumos intermedios y la últimas "n-i" columnas se refieran a los bienes de capital. En ese caso, la matriz original de Leontief tendría solamente "i" columnas y filas y la matriz de capital tendría n-i filas.

13. En palabras de Sraffa, todos son bienes "básicos".

Siguiendo a Sraffa, tendríamos que escribir, para el vector de precios de producción: $p = a_0 w + pA + rpA$, el cual Pasinetti resuelve de la siguiente forma:

$$p = a (I - A)^{-1} w + rpA(I - A)^{-1}$$

Definiendo $v = a_0 (I - A)^{-1}$ y $H = A(I - A)^{-1}$ ¹⁴ podemos escribir la forma reducida del sistema de precios de producción como:

$$p = v(I - rH)^{-1} w$$

Como podemos notar, el sistema de precios está expresado en función de los coeficientes tecnológicos (en este caso expresados en el vector v y en la matriz H) y las variables distributivas r y w. Hemos decidido formular la solución del sistema de precios en términos de las "unidades verticalmente integradas" de Pasinetti, en vez de la notación utilizada comúnmente porque ésta última nos permite analizar los efectos de cambios en las variables distributivas sobre los diferentes requisitos de capital por sector industrial.¹⁵

Es importante notar que las columnas de la matriz H representan los requisitos directos e indirectos de los bienes (físicamente heterogéneos) requeridos en toda la economía para la producción de una unidad del bien "j" como producto final.

14. Este vector v y la matriz H se conocen en la literatura como el vector de insumos laborales y la matriz de capacidad productiva "integrados verticalmente". Ver Pasinetti, L. "The Notion of Vertical Integration in Economic Analysis" *Metroeconomica*, Vol. 25, 1973, pp. 1-29.

Para una interpretación de su significado empírico ver Brandolini, Dario "Pasinetti's Analysis of Growth by Means of Vertically Integrated Sectors: A Critical Assessment" Manchester University, M.A. Thesis (Econs.), 1982.

15. Esto se puede apreciar claramente si expresamos el vector v y la matriz H en términos de las submatrices de A. Lo mismo aplica para el vector de precios p expresado en términos de v y H. No obstante, ese ejercicio se le deja al lector.

Esta formulación de precios puede parecer un poco complicada de primera intención, pero si la analizamos con cuidado nos damos cuenta de que la misma nos permite reflejar con mayor detalle la relación entre los coeficientes técnicos y las variables distributivas en una forma cónsona con los nuevos resultados en la teoría del capital. En otras palabras, esta formulación del sistema de precios muestra que, dado que todos los elementos de la matrix $(I - rH)^{-1}$ son funciones crecientes de la tasa de ganancia r , entonces, en términos de la tasa de salarios todos los precios aumentarán a medida que aumenta la tasa de ganancias.¹⁶ No obstante, no todos los precios cambiarán en la misma proporción, dado que la importancia relativa de los insumos utilizados directa e indirectamente en cada sector varía (ver las columnas de la matriz H). Por lo tanto, los precios relativos estarán cambiando continuamente a medida que la tasa de ganancias cambia.

Como podemos apreciar, contrario a la técnica de insumo-producto, para que el sistema de precios relativos cambie no es necesario que cambie la técnica de producción; hasta sólo que hayan cambios en las variables distributivas. En el caso que exista una "composición orgánica del capital" uniforme, el sistema de precios relativos permanecerá constante a medida que varíe la distribución de ingresos entre salarios y ganancias.

Es importante mencionar esto, toda vez que recientemente Leontief escribió un artículo¹⁷ en el cual se representan "fronteras de precio de factores"¹⁸ lineales para cada tecnología empleada efectivamente, cuando esta posibilidad había sido descartada por la controversia sobre la teoría del capital, incluyendo el mismo Samuelson, creador de las famosas funciones de producción artificiales.¹⁹

16. Por los teoremas de Perron-Frobenius.

17. Leontief, W. "Technological Change, Prices, Wages and Rates of Return on Capital in the U.S. Economy" Chapter 19 in *Input-Output Economics* Oxford University Press, 2nd Edition 1986, pp. 392-417.

18. Los "factor-price-frontiers" de Samuelson o los "wage-profit-curves" de Sraffa.

19. "Surrogate production functions"

Estamos listos ahora para comenzar nuestro análisis estructural en términos de las variables capital-producto (Φ) y capital-trabajo (Γ). La razón capital-producto equivale al valor total del capital utilizado en todos los sectores de la economía dividido por el valor de la producción, mientras que la razón capital-trabajo equivale al valor total del capital dividido entre el empleo total. De esta forma podemos escribir:

$\Phi =$	$\frac{pS}{pX} =$	$\frac{p A(I-A)^{-1} Y}{pX} =$	$\frac{pHY}{pX}$
$\Gamma =$	$\frac{pS}{L} =$	$\frac{p A(I-A)^{-1} Y}{a(I-A)^{-1} X} =$	$\frac{pHY}{vX}$

De primera instancia, las razones capital-producto y capital-trabajo se afectan no tan sólo por cambios en la composición física de la matriz de coeficientes tecnológicos (a través de la matriz H de "capacidad productiva" verticalmente integrada) sino también por cambios en el sistema de precios relativos. Si, por otro lado, el sistema de precios relativos varía con los cambios en las variables distributivas tal, y como concluyera el debate sobre la teoría de capital, entonces, las razones capital-producto y capital-trabajo podrían cambiar cuando se modifica la distribución de ingresos cambia, independientemente de las variaciones en las magnitudes físicas de la matriz de coeficientes tecnológicos. Solamente en el caso en que el sistema de precios relativos no varíe con los cambios en la distribución, es que estas razones reflejarían necesariamente cambios en las magnitudes físicas. No obstante, sabemos que este caso, lejos de ser la norma es la excepción, ya que implicaría una "composición orgánica de capital" igual en todos los sectores de la economía, cosa que sabemos no es cierta.

Comentarios Finales

Es con estas formulaciones de las razones capital-producto y capital-trabajo que podemos hacer un análisis significativo de cambio estructural, en el cual la estructura de una economía está definida en términos de la composición interna del capital y el trabajo, no en términos de coeficientes como en insumo-producto. Estos procedimientos nos

permiten integrar los desarrollos recientes en la teoría del capital con los datos y la metodología de insumo-producto. La misma puede ser modificada y extendida, pero el principio fundamental de medir el capital a la vez que se considera el sistema de precios para una distribución de ingresos dada, deberá permanecer inalterado²⁰. Además, hemos propuesto seguir los conceptos de Pasinetti de "integración vertical" porque éstos nos permiten enfatizar todo el sistema de interrelaciones entre los distintos sectores de la economía.

Nuestro propósito en este ensayo ha sido criticar el esquema tradicional de análisis de insumo-producto porque el mismo no considera los eventos recientes en la teoría del capital al momento de hacer aplicaciones empíricas de análisis de cambio estructural, progreso tecnológico y crecimiento. Aunque hemos discutido solamente aquella parte concerniente al análisis de cambio estructural, entendemos que el mismo no es más que un punto de partida para un análisis complementario de progreso tecnológico y crecimiento. Nuestro punto principal era mostrar la necesidad y la posibilidad de integrar la teoría del capital al análisis empírico de insumo-producto.

Por otra parte, hemos también sugerido la aplicación de los modelos de "integración vertical" desarrollados por Pasinetti para el análisis empírico de cambio estructural, progreso tecnológico y crecimiento. Estos modelos ya han sido utilizados anteriormente en análisis empírico de varios aspectos de la economía italiana²¹

No obstante, este ensayo debe ser considerado sólo como una introducción a la formulación y desarrollo de modelos alternativos de "insumo-producto" que integren los contínuos avances en la teoría del capital con los datos y la metodología empírica de insumo-producto. Un paso adelante en esa dirección sería la formulación explícita de modelos dinámicos que integren el efecto del cambio en las variables de

20. Sobre todo, la misma se puede dinamizar, y este caso la forma de concebir los procesos dinámicos también hay divergencias con los modelos de insumo-producto.

21. Véase, por ejemplo, el análisis de cambio en la estructura de empleo en la economía italiana realizado por Momigliano, F. & D. Siniscalco "Note in tema de terziarizzazione e deindustrializzazione" *Moneta e Credito*, 1982, pp. 143-181 y Marzi G. & P. Varri

comportamiento como población, estructura de la demanda, tasas de participación laboral y consideraciones sobre excesos de capacidad, entre otras.²²

22. Véase Pasinetti *Structural Change and Economic Growth*, Cambridge University Press, 1981, y para una discusión preliminar del tema.

BIBLIOGRAFIA

- Almon, Clopper The American Economy to 1975 Harper & Row, New York 1966.
- Barna, Tibor Structural Interdependence and Economic Development Macmillan, London, 1963
- Brandolini, Dario "Pasinetti's Analysis of Growth by Means of Vertically Integrated Sectors: A Critical Assessment" Manchester University, M.A. Thesis (Econs.), 1982
- Carter, Anne Structural Change in the American Economy Harvard University Press, Mass., 1970
- Carter, Anne & A. Brody Contributions to Input-Output Economics North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1970
- Carter, Anne & A. Brody Applications to Input-Output Analysis North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1970
- Chenery, H. B. & P. Clark Interindustry Economics Wiley, New York 1959
- Leontief, W. Studies in the Structure of the American Economy Oxford University Press, 1953
- Leontief, W. Input-Output Economics Oxford University Press, 1966
- Mathur, P. N. & R. Bharadwaj Economic Analysis in Input-Output Framework Input-Output Research Assoc., India, 1967
- Pasinetti, Luigi Structural Change and Economic Growth Cambridge University Press, 1981
- Pasinetti, Luigi Lectures in the Theory of Production Macmillan, London, 1977

- Pasinetti, Luigi "The Notion of Vertical Integration in Economic Analysis" Metroeconomica, Vol. 25, 1973, pp. 1-29
- Sraffa, Piero Production of Commodities by Means of Commodities Cambridge University Press, 1960.