



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

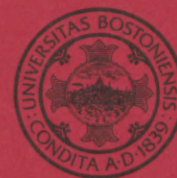
<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Boston University

Center for  
Latin American  
Development  
Studies



CAMBIO TECNOLÓGICO Y USO DE ENERGÍA EN MÉXICO

por  
Santiago Levy

ECONOMIC RESEARCH LIBRARY  
DEPARTMENT OF ECONOMICS  
UNIVERSITY OF MINNESOTA

Documento de Discusión  
Numero 59  
Abril 1983

CAMBIO TECNOLÓGICO Y USO DE ENERGÍA EN MÉXICO

ECONOMIC RESEARCH LIBRARY  
DEPARTMENT OF ECONOMICS  
UNIVERSITY OF MINNESOTA

Santiago Levy

Universidad de Boston

## CAMBIO TECNOLÓGICO Y USO DE ENERGÍA EN MÉXICO

### I. Introducción<sup>1</sup>

A raíz de los descubrimientos de petróleo ocurridos en México durante la segunda mitad de la década de los setentas, las discusiones sobre "política energética" han cobrado mayor importancia.<sup>2</sup> Este documento intenta hacer una contribución a esta literatura examinando el patrón de uso de energéticos de la economía mexicana. Más concretamente, nuestro objetivo es estudiar el uso de energéticos como insumos productivos y analizar el impacto del cambio tecnológico sobre la demanda intermedia de estos productos. La motivación para el trabajo parte del supuesto que un conocimiento detallado de la magnitud y tendencias observadas en el uso de energéticos es un pre-requisito necesario para la planeación y diseño de políticas, independientemente de los objetivos últimos que estas persigan.

El énfasis en analizar la demanda intermedia por energéticos tiene justificaciones importantes. Por un lado, una alta proporción de la producción total de energéticos es utilizada dentro del sistema económico

---

<sup>1</sup> Este documento contiene algunos de los resultados de un estudio sobre la relación entre "políticas energéticas" y desarrollo económico en México. El estudio fue elaborado por el Departamento de Economía del Instituto Tecnológico Autónomo de México, bajo contrato con la Coordinación de Proyectos de Desarrollo de la Presidencia de la República, México. Quisiera expresar mi agradecimiento a Nisso Bucay por su muy hábil trabajo como asistente de investigación. La responsabilidad por todas las opiniones expresadas, sin embargo, es mía, S.L.

<sup>2</sup> El término "política energética" se refiere al conjunto de medidas tomadas en relación a la explotación de un recurso no renovable, niveles de exportación de hidrocarburos y precios y subsidios para los productos energéticos.

precisamente como insumo intermedio.<sup>1</sup> Por otro lado, los cambios en la utilización de energéticos necesariamente tienen repercusiones sobre la demanda por otros factores productivos. En especial, hay cierta evidencia empírica que señala que los energéticos y el trabajo son factores sustitutos, lo cual implica que aumentos en los requerimientos de energéticos por unidad de producción generan una reducción en la demanda de mano de obra.<sup>2</sup> Esto último, a su vez, puede ser importante en el contexto de una economía con altos niveles de desempleo de trabajo, como es el caso de México.

El estudio del uso de energía como insumo productivo sugiere que las técnicas analíticas a usar sean derivadas de los modelos multisectoriales de insumo-producto. Si bien este es el caso, es menester mencionar que a lo largo de nuestro análisis no hacemos los supuestos usuales acerca de la constancia de los coeficientes y la ausencia de sustitución entre insumos. Al contrario, nuestro objetivo es medir los cambios en los coeficientes energía/producto ya sea como consecuencia del cambio tecnológico y/o sustitución entre insumos. Este tratamiento del problema, en consecuencia, tiene la ventaja de no hacer ningún supuesto específico sobre la forma funcional de la función de producción (o de costos). Nuestro interés es aislar los cambios en la demanda intermedia de ener-

---

<sup>1</sup>El 92% del valor de la producción total del carbón. Los datos correspondientes para petróleo crudo y gas natural, productos refinados del petróleo y electricidad son 75, 72 y 69%, respectivamente. Estas cifras son para 1975.

<sup>2</sup>Véase, por ejemplo, Berndt y Wood (1).

géticos, que a su vez provocan aumentos (o reducciones) en la producción total de estos. El modelo de insumo/producto, en este caso, es simplemente un marco contable conveniente para llevar a cabo el análisis.

El trabajo está organizado de la siguiente forma. En la sección II discutimos en detalle la base de datos para el análisis. Se siguió este procedimiento poco ortodoxo ya que en gran medida la metodología usada fue diseñada tomando en cuenta la disponibilidad de datos. En la sección III desarrollamos una técnica para descomponer los cambios en los niveles de producción sectoriales en un "efecto demanda" y un "efecto tecnológico". Más adelante comparamos los resultados de los sectores energéticos con los del resto de la economía. La sección IV presenta una agregación de la estructura de insumos a cuatro insumos agregados, a saber: insumos energéticos (E), otros insumos intermedios (M), capital (K) y trabajo (L). El propósito de esta agregación es analizar el impacto del cambio en el uso de los energéticos sobre la demanda de insumos primarios. Por último, los resultados principales del estudio se resumen en la sección V.

## II. Descripción de los Datos

Para llevar a cabo el análisis sectorial utilizamos las dos matrices de insumo/producto que han sido elaboradas para México por la Secretaría de Programación y Presupuesto (véase SPP (2)). Estas matrices, para los años 1970 y 1975 respectivamente, son del mismo tamaño (72 sectores) y fueron construídas utilizando la misma clasificación sectorial. Por tanto, aparte de las distorsiones inducidas por los cambios en precios, las dos matrices son comparables. Más aún, ambas fueron elaboradas con

datos censales originales, evitando de esta forma los sesgos introducidos por técnicas de actualización de tipo RAS.

En estas matrices podemos encontrar cuatro sectores energéticos relativamente bien definidos, a saber: carbón mineral (sector 05), extracción de petróleo crudo y gas natural (06), productos refinados del petróleo (33) y electricidad (61). Estos cuatro sectores abarcan todas las fuentes de energía usadas por la economía mexicana.

De estos cuatro sectores energéticos sólo uno presenta ciertas dificultades de agregación. De la producción total de carbón el 30% (en términos de valor) corresponde a carbón mineral y grafito, mientras que el 70% restante corresponde a coque y otros derivados del carbón mineral.<sup>1</sup>

Mientras que el coque y el carbón mineral son usados como insumos energéticos, en algunos sectores industriales el coque también se usa como reductor para ciertos procesos químicos. Cabe aclarar, empero, que en el análisis siguiente no consideraremos el doble papel jugado por el coque y supondremos que es usado como insumo energético en todos los sectores.

El sector 06 incluye a toda la extracción de petróleo crudo y gas natural realizada por Pemex y, por tanto, es un sector energético 'puro'. El sector 33 abarca a todos los productos refinados del petróleo, de los cuales el 95% (en términos de valor) corresponde a productos energéticos en el sentido estricto (combustóleo, diesel, gasolina, etc.) mientras que el 5% restante se refiere a otros productos (tales como asfalto y material

---

<sup>1</sup>Estos porcentajes representan participaciones en el valor bruto de la producción de 1975. Los datos para 1970 son prácticamente idénticos.

para pavimientos, etc.). El sector 61, por último, incluye a toda la electricidad generada en el país y es, por tanto, un sector energético puro.

Ambos cuadros de insumo/producto están presentados en precios de productor del año respectivo. Afortunadamente también se disponía de información sobre índices de precios sectoriales y pudimos obtener el vector de índices de precios para el valor bruto de la producción, así como el vector de deflatores para el producto interno bruto sectorial entre 1970 y 1975.

El vector de valor agregado en ambos cuadros está dividido en un vector de sueldos y salarios, un vector de impuestos indirectos y un vector de superávit bruto de explotación.<sup>1</sup> También se dispuso de información sobre índices salariales sectoriales entre los años mencionados.

Podemos ahora introducir la siguiente notación:

$A_t^t$  = La matriz de insumo/producto del año t en precios del año t  
(t = 1970, 75).

$p_1$  = El vector de índices de precios para el valor bruto de la producción entre 1970 y 1975.

$p_2$  = El vector de índices de precios sectoriales del producto interno bruto entre 1970 y 1975.

$w$  = Vector de índices salariales sectoriales entre 1970 y 1975.

---

<sup>1</sup>El vector de superávit bruto de explotación incluye pagos al capital, así como cargos por intereses y depreciación. Desafortunadamente no había información para dividir a este vector en sus componentes.



$f_t^t$  = Vector de demanda final del año t en precios del año t.<sup>1</sup>

$l_t^t$  = Vector de pagos salariales por unidad de producto del año t en precios del año t.

$\wedge$  = Un operador que convierte un vector en una matriz diagonal.

Asimismo, particionamos el conjunto de todos los insumos intermedios en dos subconjuntos exhaustivos y mutuamente excluyentes. El conjunto E, cuyos miembros están indexados por e, consiste de todos los insumos energéticos (e = 05, 06, 33, 61), mientras que el conjunto M, cuyos miembros están indexados por m, contiene a todos los insumos intermedios no-energéticos.

Considérese ahora los elementos típicos de la matriz  $A_{75}^{75}$  y de los vectores  $f_{75}^{75}$  y  $l_{75}^{75}$ . Estos son:

$$(1) \quad a_{ij} \}_{75}^{75} = \frac{p_i^{75} \cdot x_{ij}^{75}}{p_j^{75} \cdot x_j^{75}}$$

$$(2) \quad f_i \}_{75}^{75} = p_i^{75} \{x_i^{75} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{75}\} \quad (\text{con } n = 72)$$

$$(3) \quad l_i \}_{75}^{75} = \frac{w_i^{75} \cdot L_i^{75}}{p_i^{75} \cdot x_i^{75}}$$

donde los  $x_i$  (i=1, 2, ..., n) son flujos físicos de producción total,  $x_{ij}$  son los flujos del sector i al sector j, los  $p_i$  son precios, las  $w_i$ 's

---

<sup>1</sup>Incluye consumo, inversión y exportaciones, tanto del sector público como privado.

tasas de salario y las L's, flujos físicos de trabajo.

Si ahora modificamos (1) - (3) podemos obtener:

$$(4) \quad a_{ij} \Big|_{75}^{70} = \frac{p_i^{75} \cdot x_{ij}^{75}}{p_j^{75} \cdot x_j^{75}} \cdot \frac{p_i^{70}}{p_i^{75}} \cdot \frac{p_j^{75}}{p_j^{70}} = \frac{p_i^{70} x_{ij}^{75}}{p_j^{70} x_j^{75}}$$

$$(5) \quad f_i \Big|_{75}^{70} = p_i^{75} \{x_i^{75} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{75}\} \cdot \frac{p_i^{70}}{p_i^{75}} = p_i^{70} \{x_i^{75} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{75}\}$$

$$(6) \quad l_i \Big|_{75}^{70} = \frac{w_i^{75} \cdot L_i^{75}}{p_i^{75} \cdot x_i^{75}} \cdot \frac{w_i^{70}}{w_i^{75}} \cdot \frac{p_i^{75}}{p_i^{70}} = \frac{w_i^{70} L_i^{75}}{p_i^{70} x_i^{75}}$$

donde (4), (5) y (6) denotan los coeficientes de insumo/producto, vectores de demanda final y coeficientes de trabajo/producto de 1975 medidos, empero, en precios de 1970. En forma más compacta, y utilizando la notación previamente señalada, podemos escribir:

$$(7) \quad A_{75}^{70} = \hat{p}_1^{-1} A_{75}^{75} \hat{p}_1$$

$$(8) \quad f_{75}^{70} = \hat{p}_2^{-1} f_{75}^{75}$$

$$(9) \quad l_{75}^{70} = \hat{p}_1 \hat{w}^{-1} l_{75}^{75}$$

Por tanto, en (7) - (9) tenemos todas las matrices y vectores de 1975 en los precios correspondientes de 1970, haciéndolos de esta forma directamente comparables con las variables de 1970.

En el análisis subsecuente, para simplificar la notación, nos referiremos a todas las variables de 1970 (el año base) con el subíndice cero, y a todas las de 1975 con el subíndice uno. Queda entendido, por supuesto, que todas las variables están medidas en precios del año base.

### III. Descomposición de los Cambios en la Producción Sectorial

Desarrollaremos una técnica para descomponer los cambios en la producción total sectorial en términos físicos en dos componentes: un 'efecto demanda' y un 'efecto tecnológico'. El efecto demanda se refiere a cambios en los niveles de producción de cualquier sector que se deben al hecho de que la demanda final (consumo, inversión o exportaciones) por los bienes producidos por ese sector ha cambiado. El efecto tecnológico, por el otro lado, se refiere a cambios en los niveles de producción de cualquier sector derivados de cambios en las técnicas de producción utilizadas por la economía.

El efecto tecnológico se debe interpretar en un sentido amplio, ya que incluye al menos a cuatro efectos diferentes: (i) un cambio en la forma de la función de producción que altera la forma de la isocuanta y, con precios relativos constantes, modifica las proporciones de insumos; (ii) un movimiento sobre una isocuanta generado por cambios en los precios relativos de los insumos, que también altera las proporciones de éstos; (iii) cambios debidos a rendimientos a escala no-constantes, que también pueden modificar las proporciones de insumos<sup>1</sup> y, (iv) cambios

---

<sup>1</sup>Esto sucedería en el caso de que la función de producción no fuese homotética.

en la composición de la producción dentro de cada sector.<sup>1</sup>

Cabe notar, por otro lado, el supuesto implícito de que el efecto demanda y el efecto tecnológico son independientes. Esto no es totalmente correcto dado que el vector demanda final incluye al vector de inversión cuya composición, a su vez, depende de la tecnología. Aún así, creemos que la distinción entre estos dos efectos es analíticamente útil. Por último, es importante señalar explícitamente que ninguno de los supuestos del análisis de insumo/producto sobre la constancia de los coeficientes será usado.

Si dejamos que  $q_t$  sea el vector de producción total en el año  $t$  ( $t=0,1$ ), podemos escribir:

$$(10) \quad q_0 = (I-A_0)^{-1}f_0$$

$$(11) \quad q_1 = (I-A_1)^{-1}f_1 \quad \text{donde } I = \text{matriz de identidad}$$

$$(12) \quad \bar{q} = (I-A_0)^{-1}f_1$$

$$(13) \quad \underline{q} = (I-A_1)^{-1}f_0$$

$$(14) \quad \Delta q = q_1 - q_0 = \text{cambio total en la producción sectorial debido}$$

a  $\left\{ \begin{array}{l} \text{efecto demanda} \\ \text{y} \\ \text{efecto tecnológico} \end{array} \right.$

---

<sup>1</sup>Dado que trabajamos con sectores y no con productos individuales, estos cambios influirán en la medida cuantitativa del efecto tecnológico. Para ésto se requiere, por supuesto, que la intensidad de factores de los productos dentro de un sector sea diferente.

Los vectores  $q_0$  y  $q_1$  miden la producción total requerida para satisfacer la demanda final observada en México en 1970 y 1975, respectivamente. Estos dos vectores no coinciden exactamente con la producción total realizada en esos años, dado que en (10) y (11) no consideramos el efecto de las importaciones competitivas. Esto, empero, no es muy significativo dado que las importaciones constituyen un porcentaje pequeño (3%) de la oferta total.<sup>1</sup> Podemos decir, por tanto, que  $q_0$  y  $q_1$  constituyen muy buenas aproximaciones a la producción total realizada en México en esos años.

Defínase ahora a los siguientes vectores:

$$(14) \quad \bar{a} = \{(I-A_1)^{-1} - (I-A_0)^{-1}\} f_1 = q_1 - \bar{q}$$

$$(15) \quad \underline{a} = \{(I-A_1)^{-1} - (I-A_0)^{-1}\} f_0 = \underline{q} - q_0$$

El vector  $\bar{a}$  mide las diferencias en la producción total requerida para satisfacer la demanda final de 1975 surgidas de los cambios tecnológicos experimentados entre 1970 y 1975. Si las técnicas productivas utilizadas por la economía durante estos años no hubiesen cambiado (i.e.,  $A_0=A_1$ ), se observaría que  $\bar{a}=0$  - véase (14). De esta forma, el vector  $\bar{a}$  es una primera aproximación al efecto tecnológico antes mencionado.

---

<sup>1</sup> Este dato incluye a las importaciones competitivas y no competitivas y, por tanto, sobreestima la importancia de las importaciones competitivas en la oferta total. Empero, las estadísticas disponibles no permiten una división de las importaciones de acuerdo a esta clasificación.

Hasta cierto punto, empero,  $\bar{a}$  es una medida arbitraria de estas diferencias en producción total ya que toma la demanda final de 1975 como punto de referencia. Alternativamente, el vector  $\underline{a}$  mide las diferencias en producción total requerida para satisfacer la demanda final de 1970 surgidas de las modificaciones realizadas en la tecnología entre 1970 y 1975.<sup>1</sup> (Una vez más nótese de (15) que si  $A_0=A_1$ ,  $\underline{a}=0$ ).

Utilizando a (14), (15) y (16) podemos escribir:

$$(17) \quad \Delta q = q_1 - q_0 = (q_1 - \bar{q}) + (\bar{q} - q_0) = \bar{a} + (\bar{q} - q_0)$$

$$(18) \quad \Delta q = q_1 - q_0 = (\underline{q} - q_0) + (q_1 - \underline{q}) = \underline{a} + (q_1 - \underline{q})$$

Defínase también:

$$(19) \quad \Delta f = f_1 - f_0$$

$$(20) \quad \bar{q} - q_0 = (I-A_0)^{-1}f_1 - (I-A_0)^{-1}f_0 = \{(I-A_0)^{-1}\} \Delta f = \bar{d}$$

$$(21) \quad q_1 - \underline{q} = (I-A_1)^{-1}f_1 - (I-A_1)^{-1}f_0 = \{(I-A_1)^{-1}\} \Delta f = \underline{d}$$

En (20) y (21) obtenemos dos expresiones que miden el cambio en los niveles de producción debidos al cambio observado en la demanda final entre 1970 y 1975. Vale la pena apuntar que estas dos medidas se podrían descomponer aún más, al dividir el vector de demanda final en sus varios componentes. Empero, dado que nuestro interés se centra sobre el efecto

---

<sup>1</sup>Dicho de otra forma,  $\bar{a}$  y  $\underline{a}$  difieren ya que cada medida toma la demanda final del año base o del último año como vector de ponderaciones para el cambio en producción.

tecnológico, esta división adicional no se llevará a cabo.

Sustituyendo (20) y (21) dentro de (17) y (18) obtenemos:

$$(22) \quad \Delta q = \bar{a} + \bar{d}$$

$$(23) \quad \Delta q = \underline{a} + \underline{d}$$

Las expresiones (22) y (23) son dos descomposiciones alternativas del cambio en el nivel de producción total de cada sector en un efecto tecnológico ( $\bar{a}$  o  $\underline{a}$ ) y un efecto demanda correspondiente ( $\bar{d}$  o  $\underline{d}$ ). En (22) el efecto tecnológico se mide tomando la demanda final de 1975 como punto de referencia, mientras que en la medición del efecto demanda se utiliza la tecnología de 1970 como ponderador. Alternativamente, en (23)  $\underline{a}$  es medido tomando al vector  $f_0$  como ponderador y  $\underline{d}$  es medido usando la matriz  $A_1$  como punto de referencia.

Los resultados obtenidos en (22) y (23) son un caso típico de los problemas existentes con números índices, donde dependiendo de si valores del año base o del año final se toman como ponderadores se obtienen medidas diferentes. Lo que sabemos, empero, es que el efecto tecnológico se encuentra acotado entre  $\bar{a}$  y  $\underline{a}$ , mientras que el efecto demanda está acotado entre  $\bar{d}$  y  $\underline{d}$ .

De las expresiones (20) y (21) también es posible observar que si la demanda final de la economía hubiese permanecido constante entre 1970 y 1975, implicando que  $\Delta f = 0$ , tendríamos entonces que  $\bar{d} = \underline{d} = 0$  y  $\bar{a} = \underline{a} = \Delta q$ . En forma similar, si no hubiese habido un efecto tecnológico entre estos dos años, se deduce de (15) y (16) que  $\bar{a} = \underline{a} = 0$  y, por ende,  $\bar{d} = \underline{d} = \Delta q$ . Por lo tanto, en los casos límites señalados, las

expresiones (22) y (23) dan los mismos resultados y son consistentes con un razonamiento económico.

De las expresiones (15) y (16) podemos notar que:

$$(24) \text{ si } q_1 < (I-A_0)^{-1}f_1 \rightarrow \bar{a} < 0$$

$$(25) \text{ si } q_0 > (I-A_1)^{-1}f_0 \rightarrow \underline{a} < 0$$

Podemos interpretar a (24) de la siguiente forma: Cuando  $\bar{a}_i < 0$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) esto implica que si la demanda final hubiese permanecido constante entre 1970 y 1975 ( $\Delta f = 0$ ) entonces el nivel de producción total de la industria  $i$ -ésima hubiera sido menor en 1975 comparada con 1970. La reducción en el nivel de producción total de esta industria sería el resultado de ahorros en el uso del bien  $i$ -ésimo como insumo intermedio en el resto de la economía resultante del efecto tecnológico. Una interpretación similar es válida para (25).

Si simultáneamente observamos que  $\bar{a}_i < 0$  y  $\underline{a}_i < 0$  (o bien,  $\bar{a}_i > 0$  y  $\underline{a}_i > 0$ ), entonces podemos concluir que independientemente de los ponderadores usados para medir el efecto tecnológico obtenemos el mismo resultado cualitativo. Por supuesto, si  $\bar{a}_i > 0$  mientras que  $\underline{a}_i < 0$  (o viceversa), entonces la situación sería ambigua y no se podría dar ningún resultado definitivo.

De la discusión anterior podemos concluir que si:

$$\bar{a}_i \text{ y } \underline{a}_i \begin{cases} > \\ = \\ < \end{cases} 0 \quad \begin{array}{l} \text{el efecto tecnológico} \\ \text{en el sector } i\text{-ésimo} \\ \text{fue} \end{array} \quad \begin{cases} \text{negativo} \\ \text{neutral} \\ \text{positivo} \end{cases}$$

donde un efecto 'positivo' es interpretado como ahorros en el uso del



bien  $i$ -ésimo como insumo intermedio en el resto de la economía. Un efecto 'negativo' tiene, desde luego, una interpretación opuesta.

Las expresiones (22) y (23) miden los efectos demanda y tecnológico en términos absolutos. Sería conveniente, sin embargo, obtener una descomposición del cambio en los niveles de producción en términos porcentuales. Con este objeto escribimos:

$$(\hat{\Delta}q)u = (\hat{\bar{a}})u + (\hat{\bar{d}})u$$

$$(\hat{\Delta}q)u = (\hat{\underline{a}})u + (\hat{\underline{d}})u$$

donde  $u$  es el vector unitario. Suponiendo que  $\Delta q \neq 0$ , podemos obtener:

$$(26) \quad u = (\hat{\Delta}q)^{-1}(\hat{\bar{a}})u + (\hat{\Delta}q)^{-1}(\hat{\bar{d}})u = \bar{\alpha} + \bar{\delta}$$

$$(27) \quad u = (\hat{\Delta}q)^{-1}(\hat{\underline{a}})u + (\hat{\Delta}q)^{-1}(\hat{\underline{d}})u = \underline{\alpha} + \underline{\delta}$$

En las expresiones (26) y (27) calculamos la misma descomposición del cambio en el nivel de producción sectorial que teníamos en las expresiones (22) y (23) excepto que ahora esta descomposición está expresada en términos porcentuales. Nótese, sin embargo, que dependiendo del signo de  $\Delta q_i$  es necesario modificar el signo de las alfas, para mantener la misma interpretación del efecto tecnológico dada anteriormente. De aquí que:

$$\text{signo de } \bar{\alpha}_i = \begin{cases} + & \text{signo de } \bar{a}_i \text{ si } \Delta q_i > 0 \\ - & \text{signo de } \bar{a}_i \text{ si } \Delta q_i < 0 \end{cases} ; \forall_i \text{ y en forma similar para } \underline{\alpha}_i.$$

Es natural, dado  $\bar{\alpha}_i$  y  $\underline{\alpha}_i$ , obtener una medida promedio del efecto tecnológico. Definimos ahora a  $\alpha_i(\delta_i)$  como el promedio aritmético de

$\bar{\alpha}_i(\bar{\delta}_i)$  y  $\underline{\alpha}_i(\underline{\delta}_i)$ , tal que:<sup>1</sup>

$$(28) \quad \alpha = (\bar{\alpha} + \underline{\alpha})/2$$

$$(29) \quad \delta = (\bar{\delta} + \underline{\delta})/2$$

$$(30) \quad u = \alpha + \delta$$

Tenemos en (28) y (29) dos vectores de  $n$  componentes,  $\alpha$  y  $\delta$ , que nos dan una descomposición porcentual del cambio en el nivel de producción total de cada sector en un efecto demanda promedio y un efecto tecnológico promedio.

Observando el valor de cada  $\alpha_e$  ( $e \in E$ ) es factible detectar cuál ha sido el impacto del efecto tecnológico sobre los sectores energéticos de la economía. Más aún, comparando los  $\alpha_e$  ( $e \in E$ ) con los  $\alpha_m$  ( $m \in M$ ) podemos determinar si el efecto tecnológico promedio en los sectores energéticos ha tomado algún sesgo definido vis-á-vis lo que ha sucedido en los sectores no-energéticos de la economía.

Para llevar a cabo estas comparaciones, es útil construir un índice global del efecto tecnológico para toda la economía. Este índice global, que denotaremos con  $\alpha^*$ , lo podemos obtener como un promedio ponderado de todos los  $\alpha_i$ , donde los pesos a usar serían, naturalmente, la participación de cada sector de la economía dentro del valor de la producción total. Sea:

---

<sup>1</sup>Preferimos la media aritmética sobre la geométrica ( $\alpha_i = (\bar{\alpha}_i \cdot \underline{\alpha}_i)^{1/2}$ ) dado que: i) evitamos problemas de números imaginarios cuando  $\bar{\alpha}_i$  y  $\underline{\alpha}_i$  tienen signo opuesto; ii) al tomar la media aritmética todavía se observará que  $\alpha_i + \delta_i = 1$ ,  $\forall_i$  y iii) si  $\alpha_i$  y  $\bar{\alpha}_i$  tienen el signo opuesto se tenderán a cancelar, tal que  $\alpha_i$  nos da una medida más cercana a la verdadera situación.

$$(31) \quad r_i = \frac{P_i X_i}{\sum_{i=1}^n P_i X_i}, \quad \sum_{i=1}^n r_i = 1$$

Dado que, empero, podemos usar ponderaciones ya sean del año base (1970) o del año final (1975), es necesario definir dos vectores de participaciones en el valor de la producción,  $r_0$  y  $r_1$ . Premultiplicando a (30) por estos dos vectores obtenemos:

$$(32) \quad r'_0 \cdot u = 1 = r'_0 \alpha + r'_0 \delta = \alpha^*_0 + \delta^*_0$$

$$(33) \quad r'_1 u = 1 = r'_1 \alpha + r'_1 \delta = \alpha^*_1 + \delta^*_1$$

donde la prima (') indica que  $r_t$  es un vector fila.

Si  $\alpha^*_t$  es negativa (positiva) se concluye que, para la economía como un todo, ha habido una tendencia para ahorrar (desahorrar) en el uso de insumos intermedios, dado el efecto tecnológico global.

Por último, requerimos de una medida de la dispersión de cada  $\alpha_i$  alrededor de  $\alpha^*_t$ , por lo que definimos a:

$$(34) \quad \sigma_{\alpha^*_0} = \left\{ \left( \frac{1}{n-1} \right) \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha^*_0)^2 \right\}^{1/2}$$

$$(35) \quad \sigma_{\alpha^*_1} = \left\{ \left( \frac{1}{n-1} \right) \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha^*_1)^2 \right\}^{1/2}$$

Utilizando al vector  $\alpha$  junto con los escalares  $\alpha^*_0$ ,  $\sigma_{\alpha^*_0}$  (o bien  $\alpha^*_1$ ,  $\sigma_{\alpha^*_1}$ ) podemos evaluar la conducta de los sectores energéticos y su relación con el resto de la economía.

Apoyándose en la base de datos ya discutida (supra, sección II), se calcularon las ecuaciones (1) - (35). Los resultados relevantes para el análisis de los sectores energéticos se encuentran en los cuadros 1 y 2.

Antes de comentar los resultados numéricos, cabe señalar que se llevaron a cabo pruebas estadísticas de significación para las variables de importancia. Primero, usando una prueba t de dos colas no es posible rechazar las hipótesis - al nivel de confianza de 95% - que los valores de  $\alpha_0^*$  y  $\alpha_1^*$  son iguales a cero. Segundo, utilizando también una prueba t al mismo nivel de confianza, fue posible rechazar las hipótesis de cada una de las  $\alpha_e$  ( $e \in E$ ) eran iguales a cero. Luego entonces, todos nuestros resultados son estadísticamente significativos.

Inspeccionando los cuadros 1 y 2 podemos notar que:

(i) Independientemente de que se use el valor de  $\alpha_0^*$  y/o de  $\alpha_1^*$ , se concluye que entre 1970 y 1975 el efecto tecnológico al nivel de la economía como un todo fue nulo. Esto es, durante este período los cambios en las técnicas de producción utilizadas en la economía no fueron suficientes como para alterar en forma significativa las proporciones agregadas de la producción total destinadas a la demanda intermedia y final. Dicho de otra forma, la mayor parte del aumento en la producción agregada total durante este período fue destinada a satisfacer la demanda final, sin que se observe ningún ahorro (o desahorro) significativo (en el sentido estadístico) en el uso de insumos intermedios.

C U A D R O 1

Medidas del Efecto Tecnológico en los Sectores Energéticos

sector	05	06	33	61
$q_1$ *	2,025.700	12,078.600	18,843.800	10,998.700
$q_0$ *	1,257.500	7,727.900	12,988.700	6,810.900
$\Delta q$ *	768.210	4,350.680	5,855.120	4,187.730
$f_1$ *	103.900	2,787.000	4,776.200	3,219.900
$f_0$ *	32.500	126.000	3,557.900	1,994.700
$\Delta f$ *	71.400	2,661.000	1,218.300	1,225.200
$\bar{a}$ *	209.650	- 1,496.070	759.880	1,096.190
$\bar{d}$ *	558.560	5,846.750	5,095.230	3,091.540
$\underline{a}$ *	129.670	- 925.090	625.240	858.220
$\underline{d}$ *	638.530	5,275.770	5,229.870	3,329.590
$\bar{\alpha}$ *	0.273	- 0.344	0.130	0.262
$\bar{\delta}$	0.727	1.344	0.870	0.738
$\underline{\alpha}$	0.168	- 0.212	0.107	0.205
$\underline{\delta}$	0.831	1.212	0.893	0.795
$\alpha$	0.221	- 0.278	0.118	0.233
$\delta$	0.779	1.278	0.882	0.767

\* miles de millones de pesos de 1970.

C U A D R O 2

Medidas Agregadas del Efecto Tecnológico\*

$\alpha_0^*$	-0.0000580
$\alpha_1^*$	0.0001201
$\sigma\alpha_0^*$	0.0047050
$\sigma\alpha_1^*$	0.0043050
$n=70$	

\* Nota: Al calcular los  $\alpha_i$ 's resultó que dos observaciones ( $\alpha_{08}$  y  $\alpha_{23}$ ) tuvieron valores extremos, lo cual aumentó significativamente la desviación standard de la muestra (con  $n=72$ ,  $\sigma\alpha^*=1.453$ ). Las estimaciones de  $\alpha_t^*$  y  $\sigma\alpha_t^*$  ( $t=0,1$ ) presentadas aquí fueron obtenidas sacando de la muestra a las dos observaciones mencionadas. Como se puede observar, ésto redujo significativamente el valor de  $\sigma\alpha_t^*$ .

(ii) Por el otro lado, se observan tendencias bien definidas en los sectores energéticos de la economía, en contraposición al efecto agregado. Del aumento total en la producción de electricidad de 1970 a 1975, el 23% se debe a que el resto de los sectores de la economía hayan aumentado su uso de electricidad como insumo intermedio. Dicho de otra forma, si las técnicas de producción usadas en la economía hubiesen permanecido constantes durante este período, la producción total de electricidad en 1975 pudo haber sido 23% menor a la observada y todavía satisfacer completamente la demanda final por esta mercancía. La cifra correspondiente para el carbón es 22% y para productos refinados del petróleo 12%.

(iii) Dado que el efecto tecnológico al nivel de la economía como un todo ha sido nulo, mientras que en los sectores energéticos ha sido negativo, podemos concluir que entre 1970 y 1975 la economía mexicana experimentó una tendencia bien definida hacia el uso de técnicas de producción más intensivas en energía.

(iv) Hay que notar, sin embargo, que para uno de los sectores energéticos - petróleo crudo y gas natural - el efecto tecnológico tomó la dirección opuesta. Esto puede ser explicado, empero, como resultado de sustitución entre diferentes tipos de insumos energéticos.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Una inspección detallada de las matrices de insumo/producto para 1970 y 1975 reflejan que, en la mayoría de los casos, cuando el coeficiente petróleo crudo y gas natural/producto declinaba en algún sector, lo opuesto sucedía con el coeficiente productos refinados del petróleo/producto y/o el coeficiente electricidad/producto. Para más detalle sobre este punto y resultados numéricos para cada sector, véase (Levy (3)).

IV. Conducta de la Estructura de Insumos Agregada

Los resultados reportados en la sección III reflejan como los cambios tecnológicos experimentados han afectado los niveles de producción de los sectores energéticos. Por el otro lado, los aumentos en la demanda intermedia por energéticos necesariamente influenciaron los requerimientos de otros insumos productivos aunque, evidentemente, de manera diferente dependiendo de las características particulares de cada sector.

El objetivo de esta sección es, por lo tanto, medir cuál ha sido el impacto sectorial y agregado del cambio en el uso de energéticos sobre la demanda por otros insumos productivos, incluyendo los insumos primarios. Una forma conveniente de hacer este análisis es agregar la estructura de insumos de todos los sectores en cuatro insumos agregados: insumos energéticos (E), otros insumos intermedios (M), capital (K) y trabajo (L).

Con estos propósitos en mente, definimos ahora los coeficientes sectoriales energía/producto, insumo materiales/producto, capital/producto y trabajo/producto como:

$$(36) \quad (E/X)_j \}_t = \frac{\sum_{e \in E} p_{et} x_{ejt}}{p_{jt} x_{jt}} = \sum_{e \in E} a_{ej}(t)$$

$$(37) \quad (M/X)_j \}_t = \frac{\sum_{m \in M} p_{mt} x_{mjt}}{p_{jt} x_{jt}} = \sum_{m \in M} a_{mj}(t)$$

$$(38) \quad (L/X)_j \}_t = 1_{jt} \quad (\text{véase (6)}) \quad \begin{array}{l} j=1, 2, \dots, n \\ t=0, 1 \end{array}$$



$$(39) \quad (K/X)_j \}_t = 1 - \left\{ \left(\frac{E}{X}\right)_j + \left(\frac{M}{X}\right)_j + \left(\frac{L}{X}\right)_j + h_j \right\}$$

donde  $h_j$  = impuestos indirectos por unidad de producto.

Es importante notar lo siguiente:

(i) Como (39) indica, el vector de coeficientes capital/producto se obtuvo como una simple diferencia, tal que la suma de todos los costos (insumos intermedios y primarios más impuestos indirectos) fuese igual al precio unitario. Por lo tanto (39) no es una medida exacta de los verdaderos pagos por los servicios derivados del uso de bienes de capital, ya que también incluye pagos por depreciación, intereses, etc. Aparte de esto, mientras que los valores de  $(M/X)$ ,  $(E/X)$  y  $(L/X)$  para 1975 están expresados en precios de 1970, lo mismo no es cierto para los valores de  $h_j$ . Los valores de  $h_j$  incluidos en (39) para calcular las tasas  $(K/X)$  de 1975 fueron tomados directamente del cuadro de insumo/producto de 1975. La dificultad fue que no se encontró ninguna forma de expresar los cargos hechos por impuestos indirectos en 1975 en precios de 1970. Si estos cargos fueran una tasa constante entre 1970 y 1975, entonces (39) no presentaría problemas. Empero, dado que la naturaleza de los impuestos indirectos pudo haber cambiado, nuestro procedimiento puede ser erróneo y la interpretación dada de (43) - definida infra - sería incorrecta. Aún así, nótese que este problema no afecta a (36) - (38), ni a las medidas derivadas de éstos.

(ii) Los cuatro vectores de coeficientes (36) - (39) están expresados en precios de 1970 (salvo lo dicho en (i), supra) y, por lo tanto, están altamente influenciados por la estructura de precios relativos prevale-

ciente durante ese año. Empero, los cambios en esos coeficientes entre 1970 y 1975 son independientes de los precios relativos y sí reflejan tendencias en la estructura física de los insumos.

Dado lo anterior, es conveniente definir a:

$$(40) \Delta (E/X)_j = \frac{(E/X)_{j1}}{(E/X)_{j0}} - 1$$

$$(41) \Delta (M/X)_j = \frac{(M/X)_{j1}}{(M/X)_{j0}} - 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(42) \Delta (L/X)_j = \frac{(L/X)_{j1}}{(L/X)_{j0}} - 1$$

$$(43) \Delta (K/X)_j = \frac{(K/X)_{j1}}{(K/X)_{j0}} - 1$$

Los valores de (36) - (43) calculados a partir de los datos ya descritos aparecen en el cuadro 3.

(INSERTESE AQUI EL CUADRO 3)

A pesar de que no se detectan efectos homogéneos en todos los sectores de la economía, podemos identificar ciertos patrones de cambio en la estructura de insumos. De los 72 sectores de la economía, 43 muestran un incremento en la participación de los energéticos dentro de los costos totales. Al mismo tiempo, de estos 43 sectores, 35 muestran un decremento en la participación del trabajo y 28 muestran un aumento en la participación del capital.

C U A D R O 3

Estructura Sectorial de Insumos Agregados a K,L,E,M \*, \*\*

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
(E/X) <sub>0</sub>	0.0245	0.0040	0.0178	0.0630	0.3592	0.1084	0.0168	0.0371	0.0476	0.0447	0.0025	0.0090	0.0206	0.0387	0.0073
(M/X) <sub>0</sub>	0.1617	0.3863	0.1363	0.2336	0.1085	0.2799	0.1481	0.4568	0.0955	0.1568	0.8541	0.6179	0.6022	0.6456	0.7049
(L/X) <sub>0</sub>	0.2101	0.1748	0.3176	0.4393	0.217	0.3425	0.1108	0.1727	0.3777	0.1870	0.0357	0.1354	0.1440	0.0474	0.0499
(K/X) <sub>0</sub>	0.6001	0.4343	0.4822	0.2385	0.3147	0.2183	0.6940	0.2831	0.4700	0.5859	0.0989	0.2277	0.2279	0.2673	0.2350
(E/X) <sub>1</sub>	0.0228	0.0081	0.0304	0.0574	0.3422	0.0586	0.0234	0.0512	0.0360	0.0340	0.0034	0.0012	0.0224	0.0527	0.0057
(M/X) <sub>1</sub>	0.1844	0.4123	0.1917	0.2310	0.1560	0.1954	0.1252	0.4410	0.1171	0.1611	0.8982	0.5888	0.6067	0.7067	0.4775
(L/X) <sub>1</sub>	0.1842	0.1664	0.2880	0.3805	0.2242	0.2278	0.1108	0.1727	0.3764	0.1838	0.0351	0.0947	0.1063	0.0451	0.0447
(K/X) <sub>1</sub>	0.6039	0.4118	0.4782	0.3150	0.2773	0.3858	0.7280	0.2939	0.4673	0.6048	0.0602	0.2752	0.2573	0.1930	0.4703
Δ(E/X)	-0.066	0.010	0.711	-0.087	-0.047	-0.459	0.395	0.382	-0.243	-0.109	0.350	0.383	0.089	0.036	-0.215
Δ(M/X)	0.140	0.067	0.407	-0.010	0.437	-0.301	-0.154	-0.034	0.226	0.028	0.051	-0.047	0.007	0.094	-0.322
Δ(L/X)	-0.123	-0.048	-0.093	-0.133	0.054	-0.344	0.0	0.0	-0.003	-0.017	-0.018	-0.300	-0.261	-0.049	-0.103
Δ(E/X)	0.006	-0.051	-0.008	0.320	-0.119	0.766	0.049	0.038	-0.005	0.032	-0.390	0.208	0.129	-0.277	1.000

\* La estructura de insumos no suma uno dado que se excluyeron los impuestos indirectos.

\*\* Un listado con el nombre de cada sector se presenta como apéndice.

C U A D R O 3 (Cont.)

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
(E/X) <sub>0</sub>	0.0209	0.0119	0.0077	0.0202	0.0047	0.0090	0.0186	0.0058	0.0191	0.0160	0.0121	0.0045	0.0077	0.0155	0.0103
(M/X) <sub>0</sub>	0.5602	0.6876	0.6686	0.5738	0.4756	0.4885	0.5665	0.3755	0.6388	0.4845	0.4978	0.5429	0.5274	0.5660	0.4853
(L/X) <sub>0</sub>	0.2211	0.0397	0.0749	0.1138	0.0746	0.1309	0.2089	0.1064	0.1778	0.1020	0.1967	0.1386	0.2363	0.1973	0.1573
(K/X) <sub>0</sub>	0.1805	0.2454	0.2388	0.2745	0.3320	0.2964	0.1614	0.1407	0.1552	0.3850	0.2763	0.2996	0.2154	0.2165	0.3327
(E/X) <sub>1</sub>	0.0206	0.0134	0.0065	0.0209	0.0042	0.0119	0.0226	0.0282	0.0173	0.0226	0.0128	0.0058	0.0102	0.0113	0.0143
(M/X) <sub>1</sub>	0.4446	0.7196	0.6640	0.5650	0.4013	0.4743	0.5083	0.2848	0.5879	0.5260	0.5240	0.6144	0.5439	0.4909	0.5562
(L/X) <sub>1</sub>	0.2365	0.0425	0.0689	0.0961	0.0555	0.1137	0.2268	0.0793	0.1464	0.1305	0.1457	0.1206	0.2265	0.1720	0.1342
(K/X) <sub>1</sub>	0.2856	0.2093	0.2583	0.2992	0.2964	0.2638	0.0431	0.1560	0.2320	0.3885	0.2927	0.2299	0.2079	0.3193	0.2686
Δ(E/X)	-0.013	0.125	-0.148	0.035	-0.096	0.323	0.218	1.386	-0.092	0.413	0.059	0.293	0.320	-0.269	0.394
Δ(M/X)	-0.206	0.046	-0.006	-0.015	-0.156	-0.028	-0.102	-0.241	-0.079	0.085	0.052	0.131	0.031	-0.132	0.146
Δ(L/X)	0.069	0.070	-0.080	-0.155	-0.255	-0.131	0.085	-0.254	-0.176	0.280	-0.259	-0.129	-0.041	-0.128	-0.146
Δ(K/X)	0.582	-0.147	-0.007	0.001	0.129	0.061	0.154	0.080	0.007	0.0	0.002	0.014	-0.001	0.001	0.012

C U A D R O 3 (Cont.)

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
$(E/X)_0$	0.0297	0.0085	0.5153	0.1291	0.0511	0.0334	0.0295	0.0049	0.0074	0.0419	0.0157	0.0173	0.0390	0.1487	0.0362
$(M/X)_0$	0.5654	0.5239	0.1662	0.4359	0.4901	0.6334	0.5137	0.5247	0.5989	0.5691	0.4393	0.5367	0.4022	0.3557	0.3880
$(L/X)_0$	0.1631	0.2494	0.1129	0.1713	0.1615	0.1337	0.1251	0.2177	0.1423	0.1677	0.1792	0.1961	0.2825	0.1844	0.1981
$(K/X)_0$	0.2240	0.1990	0.0993	0.2174	0.2842	0.1951	0.3218	0.2147	0.2175	0.1996	0.3243	0.2292	0.2378	0.2706	0.3653
$(E/X)_1$	0.0320	0.0105	0.4889	0.2046	0.0544	0.0300	0.0193	0.0048	0.0120	0.0233	0.0143	0.0199	0.0400	0.1385	0.0315
$(M/X)_1$	0.5692	0.5751	0.1522	0.5092	0.4981	0.6247	0.5021	0.3554	0.5378	0.6244	0.3896	0.6414	0.3582	0.3968	0.3930
$(L/X)_1$	0.1333	0.2198	0.0825	0.1689	0.1343	0.1091	0.1116	0.1392	0.1123	0.1221	0.1300	0.1411	0.1943	0.1428	0.1583
$(K/X)_1$	0.2434	0.1662	0.1225	0.0257	0.3020	0.2246	0.3564	0.4562	0.3004	0.2109	0.4262	0.1577	0.3612	0.2856	0.4080
$\Delta(E/X)$	0.077	0.238	-0.051	0.585	0.065	-0.100	-0.344	-0.007	0.619	-0.444	-0.083	0.154	0.025	-0.068	-0.128
$\Delta(M/X)$	0.006	0.097	-0.084	0.168	0.016	-0.013	-0.022	-0.322	-0.102	0.097	-0.113	0.195	-0.109	0.115	0.013
$\Delta(L/X)$	-0.182	-0.118	-0.269	-0.013	-0.168	-0.183	-0.108	-0.360	-0.210	-0.272	-0.274	-0.263	-0.312	-0.225	-0.231
$\Delta(K/X)$	0.004	0.009	-0.234	-0.882	0.063	0.151	0.107	1.124	0.381	0.056	0.314	-0.312	0.519	0.056	0.117

C U A D R O 3 (Cont.)

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
(E/X) <sub>0</sub>	0.0646	0.0267	0.0084	0.0140	0.0143	0.0115	0.0068	0.0112	0.0065	0.0254	0.0035	0.0145	0.0089	0.0478	0.0209
(M/X) <sub>0</sub>	0.6281	0.6322	0.5346	0.5163	0.5339	0.4909	0.5305	0.5137	0.5637	0.5104	0.7045	0.5570	0.4418	0.5012	0.4979
(L/X) <sub>0</sub>	0.1192	0.1293	0.2094	0.2304	0.2149	0.2441	0.2286	0.2084	0.2037	0.1733	0.1153	0.1822	0.2470	0.1864	0.2980
(K/X) <sub>0</sub>	0.1794	0.1937	0.2227	0.2103	0.2092	0.2285	0.2132	0.2282	0.2065	0.2789	0.1562	0.2248	0.2806	0.2274	0.1762
(E/X) <sub>1</sub>	0.0619	0.0299	0.0097	0.0137	0.0195	0.0121	0.0115	0.0113	0.0090	0.0361	0.0039	0.0167	0.0064	0.0309	0.0237
(M/X) <sub>1</sub>	0.5958	0.5742	0.5046	0.5510	0.5907	0.5041	0.5470	0.4718	0.5115	0.4452	0.6256	0.5617	0.5385	0.4805	0.5260
(L/X) <sub>1</sub>	0.0989	0.1286	0.1632	0.1821	0.1949	0.1964	0.2276	0.1647	0.1783	0.1448	0.0916	0.1735	0.2363	0.1659	0.2980
(K/X) <sub>1</sub>	0.2354	0.2443	0.2761	0.2166	0.1462	0.2523	0.1949	0.3199	0.2783	0.3582	0.2668	0.2290	0.2033	0.2846	0.1476
Δ(E/X)	-0.041	0.122	0.156	-0.015	0.367	0.059	0.687	0.009	0.384	0.424	0.113	0.156	-0.278	-0.352	0.134
Δ(M/X)	-0.051	-0.091	-0.056	0.067	0.106	0.027	0.031	-0.081	-0.092	-0.127	-0.112	0.008	0.218	-0.041	0.056
Δ(L/X)	-0.170	-0.005	-0.220	-0.209	-0.092	-0.195	-0.004	-0.209	-0.124	-0.164	-0.205	-0.047	-0.043	-0.110	0.0
Δ(K/X)	0.312	0.261	0.240	0.031	-0.301	0.104	-0.086	0.402	0.348	0.285	0.708	0.019	-0.276	0.252	-0.162

C U A D R O 3 (Cont.)

	61	62	63	64	65	66	67	68	69*	70	71	72
(E/X) <sub>0</sub>	0.0988	0.0132	0.0130	0.0915	0.0053	0.0067	0.0030	0.0052	0.0079	0.0102	0.0127	0.0150
(M/X) <sub>0</sub>	0.1042	0.1053	0.2059	0.2772	0.1702	0.1905	0.0702	0.1947	0.1325	0.2768	0.3041	0.2939
(L/X) <sub>0</sub>	0.3277	0.1787	0.2103	0.2861	0.3463	0.5152	0.0231	0.2026	0.8140	0.4393	0.2017	0.3832
(K/X) <sub>0</sub>	0.3550	0.6285	0.5458	0.3427	0.4016	0.2812	0.8535	0.5880	0.0363	0.2723	0.4485	0.3060
(E/X) <sub>1</sub>	0.0764	0.0129	0.0174	0.0846	0.0069	0.0086	0.0030	0.0073	0.0121	0.0159	0.0163	0.0140
(M/X) <sub>1</sub>	0.1100	0.1097	0.2687	0.2650	0.1287	0.2119	0.0644	0.1825	0.2012	0.3317	0.3284	0.2879
(L/X) <sub>1</sub>	0.2683	0.1404	0.2225	0.2370	0.2164	0.4836	0.0219	0.1200		0.420	0.183	0.406
(K/X) <sub>1</sub>	0.5128	0.6311	0.4596	0.3791	0.4706	0.2401	0.8450	0.6763		0.2301	0.4682	0.2872
Δ(E/X)	-0.226	-0.025	0.342	-0.075	0.281	0.273	-0.003	0.387	0.528	0.558	0.278	-0.062
Δ(M/X)	0.055	0.041	0.305	-0.442	-0.243	0.112	-0.083	-0.063	0.518	0.198	0.079	-0.020
Δ(L/X)	-0.194	-0.214	0.058	-0.171	-0.375	-0.061	-0.050	-0.407		-0.043	-0.092	0.060
Δ(K/X)	0.444	0.004	-0.158	0.106	0.172	-0.146	-0.010	0.150		-0.155	0.044	-0.061

\*Para este sector los datos resultaron ser inconsistentes.

El resultado más interesante, sin embargo, es la muy significativa reducción en la mayoría (61 de 72) de los coeficientes trabajo/producto. Dicho de otra forma, entre 1970 y 1975 el 85% de los sectores de la economía experimentaron una disminución en los requerimientos físicos de trabajo por unidad de producción.

Empero, este resultado debe ser interpretado con cuidado. Concretamente, nuestro análisis no permite distinguir si el resultado obtenido se debe a cambio tecnológico puro que aumentó la productividad del trabajo y/o a sustitución entre insumos causado por cambios en los precios relativos de éstos. Por lo tanto, a pesar de que nuestros resultados apuntan en esta dirección, no es posible asegurar que la reducción en los coeficientes trabajo/producto se debe a que los energéticos han sustituido al trabajo dentro de las técnicas de producción de los diferentes sectores.

Si, por el otro lado, se piensa que cinco años no es un período de tiempo lo suficientemente largo para que se lleven a cabo avances tecnológicos significativos, entonces se puede argumentar que los resultados anteriores se explican básicamente en función de sustitución entre insumos y no como producto del cambio tecnológico puro. En este caso si es posible decir que entre 1970 y 1975 la mayoría de los sectores de la economía dejaron de usar técnicas intensivas en trabajo y aumentaron su uso de energéticos por unidad de producto.

Para obtener una visión global de las tendencias antes mencionadas se puede obtener, partiendo de los datos del cuadro 3, una medida agregada de la estructura de insumos para la economía como un todo. Esta



medida será, naturalmente, un promedio ponderado de la estructura de insumos de cada sector, donde las ponderaciones a usar son las participaciones de cada sector dentro del valor de la producción total, que previamente habíamos definido en (31). Usando a éstas, obtenemos:

$$(44) \quad (E/X)_t = \sum_{i=1}^n r_{it} (E/X)_{it}$$

$$(45) \quad (M/X)_t = \sum_{i=1}^n r_{it} (M/X)_{it}$$

(t = 0, 1)

$$(46) \quad (L/X)_t = \sum_{i=1}^n r_{it} (L/X)_{it}$$

$$(47) \quad (K/X)_t = \sum_{i=1}^n r_{it} (K/X)_{it}$$

Los resultados de estos cálculos se presentan en el cuadro 4.

(INSERTESE AQUI EL CUADRO 4)

De este cuadro podemos observar que las tendencias ya señaladas aparecen con mayor nitidez a nivel de la economía como un todo. La reducción en el coeficiente agregado trabajo/producto es de 28%, una cifra altamente significativa. Por el otro lado, se observa un aumento en el valor de los otros tres coeficientes de insumo/producto. Es interesante notar que de éstos, es el coeficiente energía/producto el que muestra el mayor aumento (3.5%).

C U A D R O 4

Estructura de Insumos Agregada

		E/X	M/X	L/X	K/X
(1)	1970	.0311	.3621	.2021	.3543
(2)	1975	.0322	.3662	.1453	.3778
(3)	$\frac{(2) - (1)}{(1)}$	.0349	.0112	-.2808	.0094

## V. Resumen y Conclusiones

En este documento se analizó, para el caso de la economía mexicana, el impacto del cambio tecnológico sobre la demanda de insumos energéticos. Primeramente, se desarrolló una metodología para descomponer los cambios observados en la producción total de cada sector en un efecto tecnológico y un efecto demanda. Segundo, se llevó a cabo una agregación de la estructura de insumos de cada sector para detectar el impacto del cambio en la utilización de energéticos sobre la demanda de otros factores productivos.

Los resultados principales se pueden resumir en los siguientes cuatro puntos:

(i) El efecto tecnológico a nivel de la economía como un todo ha sido neutral. Esto es, la mayor parte de los cambios observados en los niveles de producción sectoriales entre 1970 y 1975 se deben a incrementos de la demanda final y no a un aumento en el uso de los diferentes productos como insumos intermedios.

(ii) El efecto tecnológico en los sectores energéticos ha sido negativo. En tres de los cuatro sectores energéticos estudiados, un porcentaje significativo del aumento en la producción total entre 1975 y 1970 (de 12 a 22%) se debe al mayor uso de estos productos como insumos intermedios por parte del resto de los sectores de la economía. El efecto tecnológico positivo en el sector energético restante (petróleo crudo y gas natural) se explica en función de sustitución entre insumos energéticos.

(iii) Si bien las tendencias no son homogéneas en todos los sectores de la economía, los resultados señalados en (i) e (ii) indican que durante este lapso la economía mexicana experimentó un cambio importante hacia el empleo de técnicas de producción más intensivas en el uso de energía.

(iv) Los cambios experimentados en el uso de energéticos, al mismo tiempo, tuvieron un impacto sobre la demanda por otros factores productivos. En especial, los aumentos en los coeficientes energía/producto se tradujeron en una marcada reducción en los requerimientos de trabajo en la mayoría (85%) de los sectores de la economía. Medido a nivel global, esta tendencia se tradujo en una reducción del coeficiente agregado trabajo/producto de 28% entre 1970 y 1975.

El propósito de este trabajo fue, como se indicó previamente, determinar cuáles han sido las 'regularidades empíricas' más importantes en relación al uso de energéticos. Si bien creemos que hemos identificado algunas tendencias importantes, es menester señalar que no hemos presentado ninguna hipótesis explicativa de éstas. En particular, es importante determinar si el movimiento hace técnicas más intensivas en el uso de energía y ahorradoras de trabajo y puede ser ligado a variables económicas como serían, entre otras, las políticas de precios seguidas en relación a estos mismos insumos. Esto último, a su vez, sería la base para el diseño de políticas de precios adecuadas una vez conocidos, por supuesto, los objetivos económicos que se persiguen. El análisis de este problema, sin embargo, será presentado en otro documento.

A P E N D I C E

LISTADO DE INDUSTRIAS EN EL CUADRO DE INSUMO/PRODUCTO\*

<u>Sector #</u>	<u>Descripción</u>
01	Agricultura
02	Ganadería
03	Silvicultura
04	Caza y Pesca
05	Carbón y Derivados
06	Extracción de Petróleo y Gas
07	Mineral de Hierro
08	Minerales Metálicos No-Ferrosos
09	Canteras, Arena, Grava y Arcilla
10	Otros Minerales No Metálicos
11	Productos Cárnicos y Lácteos
12	Envasado de Frutas y Legumbres
13	Molienda de Trigo y sus Productos
14	Molienda de Nixtamal y Productos de Maíz
15	Procesamiento de Café
16	Azúcar y Subproductos
17	Aceites y Grasas Vegetales Comestibles
18	Alimentos para Animales

---

\* Fuente: SPP (2, Vol. VII).

19	Otros Productos Alimenticios
20	Bebidas Alcohólicas
21	Cerveza
22	Refrescos Embotellados
23	Tabaco y sus Productos
24	Hilado y Tejido de Fibras Blandas
25	Hilado y Tejido de Fibras Duras
26	Otras Industrias Textiles
27	Prendas de Vestir
28	Cuero y sus Productos
29	Aserraderos incluso Triplay
30	Otras Industrias de la Madera
31	Papel y Cartón
32	Imprentas y Editoriales
33	Refinación de Petróleo
34	Petroquímica Básica
35	Química Básica
36	Abonos y Fertilizantes
37	Resinas Sintéticas, Plásticas y Fibras Artificiales
38	Productos Medicinales
39	Jabones, Detergentes, Perfumes y Cosméticos
40	Otras Industrias Químicas
41	Productos de Hule
42	Artículos de Plástico
43	Vidrio y sus Productos

44	Cemento
45	Otros Productos de Minerales No-Metálicos
46	Industrias Básicas del Hierro y el Acero
47	Industrias Básicas de Metales No-Ferrosos
48	Muebles y Accesorios Metálicos
49	Productos Metálicos Estructurales
50	Otros Productos Metálicos
51	Maquinaria y Equipo no-Eléctrico
52	Maquinaria y Aparatos Eléctricos
53	Aparatos Electro-Domésticos
54	Equipo y Accesorios Electrónicos
55	Otros Equipos y Aparatos Eléctricos
56	Vehículos Automóviles
57	Carrocerías y Partes Automotrices
58	Otros Equipos y Material de Transporte
59	Otras Industrias Manufactureras
60	Construcción e Instalaciones
61	Electricidad
62	Comercio
63	Restaurantes y Hoteles
64	Transporte
65	Comunicaciones
66	Servicios Financieros
67	Alquiler de Inmuebles
68	Servicios Profesionales
69	Servicios de Educación

70	Servicios Médicos
71	Servicios de Esparcimiento
72	Otros Servicios



B I B L I O G R A F I A

- (1) Berndt, E. and Wood, D.: "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy", The Review of Economics and Statistics, vol. 57, agosto 1975, pp. 259-268.
- (2) Secretaría de Programación y Presupuesto: "Sistema de Cuentas Nacionales de México", vol. I-VII, México, D.F., 1980.
- (3) Levy, S.: "Sobre el Patrón de Uso de Energía de la Economía Mexicana", Departamento de Economía, Instituto Tecnológico Autónomo de México, 1982.

