

# EL EMPLEO DEL ANALISIS INTER-INDUSTRIAL EN LA PROGRAMACION ECONOMICA (\*)

Los actuales esfuerzos para promover el crecimiento de las economías subdesarrolladas han animado a prestar gran interés al análisis inter-industrial. En los pasados cinco años, se han efectuado tablas "input-output" en más de una docena de países de Latinoamérica, Asia, Oriente Medio y Europa Oriental (1). El principal objetivo de este esfuerzo de investigación ha sido analizar las posibilidades de desarrollo y proporcionar una base mejor a la política de los gobiernos.

La creciente experiencia, en lo que se refiere a las políticas de desarrollo económico deliberado, ha mostrado la dificultad de anticipar los cambios que tienen lugar en la composición de la demanda, producción y comercio cuando aumenta la renta. Dado que los métodos convencionales de análisis agregado y parcial son inadecuados para tratar estos cambios interrelacionados, los esfuerzos para promover un crecimiento más rápido se ven frecuentemente acompañados de embotellamientos. La realidad de desequilibrios estructurales, en los que se registran escaseces en algunos sectores y excedentes en otros, es uno de los argumentos más convincentes en favor de la realización de estudios sobre la interdependencia estructural.

Aunque hoy se reconoce ampliamente la necesidad del análisis inter-industrial, existe un descontento general en lo que respecta al empleo

---

(\*) Trabajo preparado para la Conferencia Internacional sobre Técnicas de Input-Output, patrocinado por The Harvard Economic Research Project, Harvard University, en colaboración con el Secretariado de las Naciones Unidas.

La versión española ha sido efectuada por JAVIER IRASTORZA REVUELTA.

(1) Argentina, Colombia, Méjico, Perú, Finlandia, Hungría, Polonia, Yugoslavia, India, Israel, Chipre, Egipto, España y Sicilia.

del modelo clásico "input-output" para las economías subdesarrolladas. Se supone corrientemente que el establecimiento de nuevas industrias, la adopción de nuevas técnicas que sustituyen a otras anteriores y el rápido cambio en la composición de la producción dentro de los sectores alterarán más la estabilidad de los coeficientes de "input" en las economías en vías de desarrollo que en los países industriales maduros. Además, se requiere una técnica analítica más flexible para determinar qué cambios estructurales son más deseables.

La necesidad de estudiar distribuciones alternativas de la inversión y de otros recursos sugiere el empleo de una estructura de programación lineal en vez del modelo de LEONTIEF. Este método no ha sido aún adoptado en país alguno, si bien se han efectuado algunos experimentos en pequeña escala con técnicas de programación matemática. En vez de ello, es corriente introducir cambios en la estructura de los "inputs" del modelo de LEONTIEF sobre la base del análisis parcial. No es probable, sin embargo, que esta modificación fragmentaria de la estructura de los "inputs" conduzca a la mejor estimación de las posibilidades de desarrollo.

El principal objetivo de este trabajo es racionalizar los métodos de programación "ad hoc" que han sido estudiados y sugerir formas según las cuales éstos puedan aplicarse más sistemáticamente. Los métodos propuestos tienen en cuenta las limitaciones existentes de tipo estadístico en los países subdesarrollados en los cuales la desagregación industrial posible raramente excede de 40-50 sectores. Uno de los problemas centrales consiste en relacionar esta estructura sectorial con el análisis detallado de proyectos que se requiere en la ejecución de los planes de desarrollo.

## I. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA INTER-INDUSTRIAL

Dado que se supone algunas veces que las economías subdesarrolladas son tan simples que no precisan del análisis inter-industrial (2), es conveniente considerar, en primer término, la estructura típica de un país con renta baja y su evolución a medida que dicha renta aumenta. Los países con renta *per capita*, inferior a \$ 100 —pueden incluirse aquí una gran parte de Asia y Africa— normalmente derivan sólo un 10-12 por 100 de su renta de las manufacturas y un 50-60 por 100 de la

---

(2) Este punto de vista se encuentra en Peacock y Dosser [16] y en el primer estudio de la ECAFE sobre planificación económica [24].

producción primaria (3). La mitad de la industria manufacturera consiste en elaboración de alimentos y textiles cuyos principales "inputs" provienen directamente de la agricultura. De los bienes intermedios restantes, más de la mitad son importados, de forma que las interconexiones entre las industrias son muy limitadas. Como resultado de esta situación, la demanda intermedia de bienes manufacturados supone solamente un 5-6 por 100 de la demanda total de bienes y servicios en la economía, y sólo la mitad de esta cifra proviene de fuentes interiores. La demanda intermedia de servicios y productos primarios comprende otro 20 por 100, aproximadamente, de la demanda total, pero estos sectores tienen menores efectos retroactivos sobre el resto de la economía y son, por tanto, menos importantes para el análisis inter-industrial.

Cuando la renta aumenta, tienen lugar ciertos cambios estructurales cuyo efecto combinado es incrementar la demanda intermedia de bienes intermedios con gran rapidez.

a) La demanda final de bienes manufacturados (consumo e inversión) aumenta con una considerable mayor rapidez que la renta *per capita*, siendo la elasticidad media con respecto a la renta de, aproximadamente, 1.35 [6, cuadro 6].

b) La producción en fábricas sustituye a los métodos de artesanía, dando lugar a un aumento de la demanda de maquinaria y otros bienes de producción.

c) La producción interior de bienes manufacturados sustituye a las importaciones y la producción de manufacturas, por tanto, aumenta con más rapidez que la demanda total.

Estos factores dan lugar a una elasticidad conjunta de la producción de manufacturas con respecto a la renta de aproximadamente 1.5 para niveles de renta inferiores a \$ 200 y de, aproximadamente, 2.0 en los bienes de inversión y productos intermedios.

El efecto de la industrialización sobre la demanda intermedia se

---

(3) Estas y otras estimaciones de la estructura industrial típica han sido tomadas de mi *Patterns of Industrial Growth* [6], que se basaba en análisis de regresión de una muestra de 50 países con todos los niveles de renta.

resume en la figura I (4) para una muestra de tablas "input-output" de países con diversos niveles de renta. Aunque estos estudios varían algo en cuanto a concepto y no son estrictamente comparables, el rápido incremento de la demanda intermedia de bienes manufacturados con nivel de renta más elevado y el aún más rápido aumento de la producción interior es totalmente evidente. Sin discutir la conclusión de PEACOCK y DOSSER [16] sobre la limitada utilidad del análisis "input-output" en economías primitivas como Tanganika, puede afirmarse que los sectores industriales devienen mucho más interdependientes cuando aumentan los niveles de renta y que el análisis inter-industrial puede ser muy importante para países con renta *per capita* de \$ 200-300 o incluso inferiores en el caso de países grandes como la India y el Pakistán.

La parte de la demanda intermedia en la producción total subestima la proporción de formación total de capital que se dirige a satisfacer los aumentos de la demanda intermedia. Aquí, la medida relevante es el *incremento de la producción interior* de bienes intermedios multiplicado por el capital requerido por unidad de incremento de producto. Sobre esta base, probablemente la mitad de la inversión total en incluso países con renta muy baja se dirige a satisfacer demandas intermedias. Esta proporción contrasta fuertemente con la parte mucho más pequeña de capital existente utilizado para producir bienes intermedios. La necesidad del análisis inter-industrial debe, por tanto, juzgarse a partir de la naturaleza de la demanda de la producción de nuevas inversiones más que a partir de la estructura económica presente.

---


$$\begin{aligned} \frac{(4) \text{ Demanda intermedia total}}{\text{Producción total}} &= W_T = 0,1038 + 0,0869 \log Y \\ &\quad (0,0177) \quad (0,0110) \\ \\ \frac{\text{Demanda intermedia de productos primarios}}{\text{Producción total}} &= W_I = 0,3276 - 0,0930 \log Y \\ &\quad (0,0433) \quad (0,0268) \\ \\ \frac{\text{Demanda intermedia de manufacturas}}{\text{Producción total}} &= W_{II} = -0,1718 + 0,1378 \log Y \\ &\quad (0,0516) \quad (0,0319) \end{aligned}$$

## II. UNA ESTRUCTURA INTER-INDUSTRIAL PARA LA PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO

Los cambios que típicamente tienen lugar en la estructura productiva de las economías en vías de desarrollo, junto con la limitada disponibilidad de estadísticas inter-industriales, indican las características deseables para la estructura inter-industrial. En particular, deben tenerse en cuenta fuentes alternativas de oferta (incluyendo importaciones), la agregación de efectos inter-industriales, y conexiones específicas con análisis más detallados de proyectos. Esta Sección considera las posibles fórmulas de compromiso entre los modelos de "input-output" y de análisis de actividades y las propiedades de los modelos agregados resultantes. La Sección III estudia la elección de proyectos dentro de la estructura inter-industrial.

### A) *Fórmulas de compromiso entre el análisis "input-output" y la programación lineal.*

La programación lineal difiere del modelo "input-output" de LEONTIEF [14] en que considera fuentes alternativas de oferta para bienes dados y en que utiliza un procedimiento comprehensivo de optimación para determinar la mejor combinación de actividades de oferta. En la planificación del desarrollo, la generalización más importante del modelo "input-output" es la adición de actividades alternativas, incluyendo la alternativa de importar. Será, sin embargo, generalmente necesario utilizar una aproximación grosera al procedimiento de programación para elegir entre actividades. El resultado será algún tipo de compromiso entre la formulación original "input-output" y la programación lineal completa.

En el cuadro 1, se sugieren cuatro posibles etapas entre el "input-output" y la programación lineal. Difieren en el método utilizado para seleccionar actividades o proyectos en cada sector y en el grado en que el modelo inter-industrial se emplea para calcular precios (o la totalidad de factores utilizados) con este objetivo. Las cuatro etapas sugeridas son las siguientes:

1) El primer modelo supone que existe un número de actividades para producir o importar los bienes incluidos en un sector industrial dado. Comenzando por la combinación utilizada en el año base, como

se efectúa en la tabla "input-output", se introducen cambios en las técnicas de producción y en las proporciones de producción e importaciones sobre la base de un análisis independiente para cada sector. Un modelo similar ha sido utilizado por LEONTIEF y CARTER (5) para estudiar el cambio tecnológico experimentado empleando tablas "input-output" para fechas sucesivas. Los métodos empíricos de análisis de la sustitución de importaciones descritos en la Sección III son ejemplos de este procedimiento en el cual se determina una nueva estructura media de "inputs" a partir de un conjunto de decisiones sobre la proporción de demanda que, para cada bien, ha de ser satisfecha de fuentes interiores.

2) El segundo paso hacia la programación lineal consiste en la aplicación de un criterio uniforme para la elección de actividades en cada sector. El criterio usado en la programación lineal es la rentabilidad de cada actividad determinada por los precios de equilibrio general

## CUADRO I

### *Compromisos sugeridos entre el análisis "input-output" y la programación lineal*

Naturaleza del modelo	Cálculos de precios	Criterio de elección	Posibilidad de solución cuantitativa
1. Input-Output ...	Ninguno.	Análisis parcial para cada sector.	Bienes solamente.
2. Mixto ... ..	Precios contables exógenamente determinados para las divisas, el capital y el trabajo.	Rentabilidad de los proyectos utilizando precios contables para inputs directos.	Bienes solamente.
3. Mixto ... ..	Precios contables calculados a partir del modelo.	Id.	Bienes y factores primarios.
4. Programación lineal... ..	Precios de equilibrio general (*) de los factores y bienes calculados a partir del modelo.	Rentabilidad de las actividades (criterio simplex).	Bienes y factores.

(5) Sugerido en Leontief [14] y descrito en las contribuciones de Anne Carter a los estudios anuales del "Harvard Economic Research Project", 1954 a 1959.

(\*) Se traduce aquí "shadow prices" por precios de equilibrio general, de acuerdo con el criterio establecido por la CEPAL.

correspondientes a una solución dada. La aproximación más simple consiste en estimar precios contables para "inputs" directos de factores solamente, como señala TINBERGEN [17], y evaluar después la rentabilidad de fuentes alternativas de oferta de cada bien (incluyendo importaciones) sobre esta base. Pueden también utilizarse la intensidad de capital u otros criterios parciales de inversión (6).

La combinación de actividades o proyectos seleccionados para cada sector da lugar a una nueva relación producción interior-importaciones y puede también utilizarse para determinar nuevos coeficientes medios "inputs" donde sea necesario. A partir de estos datos puede calcularse una solución "input-output" que sea consistente con las limitaciones de la demanda en el modelo. Puede o no ser consistente con la oferta supuesta de capital y trabajo o la limitación de la balanza de pagos.

3) El tercer paso hacia la programación lineal consiste en que el ajuste adicional de la elección de actividades sea consistente con las limitaciones de los factores. Este puede efectuarse sobre la base de nuevos precios contables para los factores primarios determinados a partir del exceso de demandas revelado en el paso 2), utilizando un procedimiento iterativo expuesto en [9]. En la práctica pueden entrar también en el proceso de revisión en este punto otros elementos de juicio. Los nuevos precios contables pueden asimismo emplearse para evaluar cualesquiera actividades no consideradas anteriormente.

4) El cuarto paso consiste en computar los precios de equilibrio general tanto de los bienes como de los "inputs" primarios. Esto permite la aplicación del criterio simplex de la programación lineal a todos los "inputs", en vez de considerar sólo los costes de los factores empleados directamente. En esta situación, el modelo puede propiamente denominarse un modelo de programación lineal aunque conserve la agregación en industrias que es característica del análisis "input-output". Este tipo de modelo se analiza más detalladamente en [3] y [9].

Después del cuarto paso, el progreso hacia un modelo de programación más completo es principalmente una cuestión de desagregación. Sin embargo, a mi juicio, no es deseable desagregar la estructura inter-industrial de un programa de desarrollo en más de 40-50 sectores, por-

---

(6) Criterios alternativos parciales son examinados en [7].

que se hace cada vez más arduo relacionarla a las unidades que adoptan decisiones, a las fuentes de datos y a la evaluación de resultados (7).

En vez de un modelo de programación único comprehensivo es probable sea más viable una estructura inter-industrial combinada con una serie de análisis separados de sectores (8).

Dos tipos de error se introducen conservando un criterio de industria para la programación en vez de utilizar una desagregación más detallada de bienes: a) errores al determinar la rentabilidad (eficiencia), y b) errores al determinar la oferta y la demanda (consistencia). La naturaleza de estos errores se examina en la sección próxima. Su compensación hará que los estudios sectoriales de industrias importantes complemente el análisis inter-industrial y sirva para corregir los cambios más importantes en la estructura de los "inputs".

#### B) *Propiedades de un modelo de programación agregado.*

Se sugirió en la sección precedente que el modelo inter-industrial extremadamente detallado que sería necesario para efectuar decisiones específicas relativas a recursos probablemente no sería un instrumento analítico eficiente y, sin duda, no sería estadísticamente factible en los países subdesarrollados. Se precisa una etapa intermedia del análisis sectorial para impedir que el modelo intersectorial devenga demasiado difícil de manejar e introducir otros factores que no encajan fácilmente en el análisis inter-industrial. Aunque este procedimiento de dos etapas ha sido seguido en varios casos en los que se han utilizado métodos "input-output" en la formulación de programas de desarrollo [1, 8, 20, 21, 22], no parece haber habido criterio alguno de formalizar la relación entre el análisis inter-industrial, por una parte, y el análisis sectorial y de proyectos, por otra.

Los elementos que deben ajustarse conjuntamente en un análisis de las posibilidades de desarrollo son: a) proyectos individuales (9) o uni-

---

(7) Frisch [11] es defensor de un empleo más intenso de la programación lineal. El modelo de programación de Sandee [17] encaja, empero, en mi etapa 4.

(8) Este comentario se aplica a la forma en que este modelo se utiliza más que a la recopilación de datos básicos. Para este último propósito, es deseable una desagregación en varios cientos de bienes.

(9) Por conveniencia analítica, puede definirse cualquier unidad práctica de recursos como un "proyecto", bien sea la construcción de una nueva fábrica, la ampliación de una anterior o la introducción de una nueva técnica agrícola.



dades de utilización de recursos; b) proyecciones de la demanda y oferta de bienes individuales, y c) análisis económico general de relaciones intersectoriales, balanza de pagos y empleo de factores. La desagregación de bienes en b) debe ser suficientemente detallada para hacer posibles las decisiones a adoptar sobre la elección de proyectos y la escala de producción, que puede requerir la subdivisión de un modelo "input-output" de 30 ó 40 sectores en 20 ó 30 bienes por sector (10). Para algunos bienes será posible (y deseable) desagregar el empleo intermedio por bien; para otros será factible solamente una desagregación del empleo intermedio total.

Este tipo de estructura inter-industrial es útil para dos fines: determinar las demandas intermedias de bienes y estudiar los precios contables y necesidades de trabajo, capital e importaciones. Diferentes tipos de error de agregación se introducen en cada caso, como puede demostrarse mediante la comparación con un modelo más detallado. Para el análisis de la demanda, la predicción de la demanda total  $D_i$  en un modelo hipotético inter-industrial que tenga  $n$  bienes y  $n$  sectores sería

$$[1] \quad D_i = Y_i + \sum_j a_{ij} X_j$$

$k = 1 \dots m$   
 $i = 1 \dots n$   
 $j = 1 \dots n$

Si combináramos todos los sectores con un superíndice  $k$  en la industria  $k$ , pero no agregamos bienes, la demanda prevista del bien  $i$  sería

$$[2] \quad D_i = Y_i + \sum_k A_{ik} X_k \quad \begin{matrix} i = 1 \dots n \\ k = 1 \dots m \end{matrix}$$

en que  $A_{ik}$  es la media ponderada de los coeficientes "input" del bien  $i$  en los sectores que se combinan en la industria  $k$ :

$$A_{ik} = \frac{X_{ik}}{X_k} = \frac{\sum_j a_{ij} X_j}{\sum_j X_j}$$

---

(10) En la mayor parte de lo publicado, por mi conocido, de este tipo de análisis la CEPAL en Perú [21] desagregó las manufacturas en 17 industrias a fines de análisis inter-industrial y éstas, a su vez, fueron desagregadas en varios cientos de bienes para determinar las posibilidades de producción interior. En la mayoría de los planes, sólo se publican los resultados agregados, de forma que es difícil efectuar comparaciones detalladas.

De acuerdo con los principios corrientes de la agregación, si el ritmo de crecimiento de cada subsector de la industria  $k$  es el mismo o si todos los  $a_{ij}$  en el sector  $k$  son los mismos, la demanda intermedia prevista por la ecuación [2] será la misma que la prevista por la ecuación [1] (11). Si no es así, la magnitud del error depende de las diferencias en los ritmos de crecimiento y de los  $a_{ij}^k$ .

La agregación de bienes en sectores tiene un efecto similar sobre la estimación del empleo de los factores en diferentes actividades o proyectos. Supongamos el mismo hipotético modelo "input-output"  $n \times n$  con un empleo directo de capital por unidad de producto en la actividad  $j$  de  $k_j$  y un empleo total de capital por unidad de producto de  $K_j$ . La ecuación del empleo total de capital  $K_j$  es entonces análoga a la ecuación [1] de la demanda total

$$K_j = k_j + \sum_{i=1}^n a_{ij} K_i \quad (i = 1 \dots n)$$

en que  $k_j$  es la relación directa capital-producto. Cuando los  $i$  bienes se agregan en  $m$  sectores, en los que el sector  $l$  está compuesto de los "inputs" con superíndice  $l$ , la ecuación del empleo de capital total en la actividad  $j$  deviene:

$$[4] \quad K_j = k_j + \sum_{i=1}^m A_{ij} K_i \quad (l = 1 \dots m)$$

en que  $A_{ij} = \sum_{i=1}^m a_{ij}$ . El resultado será el mismo que el de la ecuación [3] si el empleo de capital agregado unitario  $K_l$  es igual a la media ponderada del empleo de capital unitario  $K_i^1$  calculado para los bienes componentes de la industria  $l$  en un modelo detallado; es decir, si

$$K_l = \frac{\sum_{i=1}^m a_{ij} K_i^1}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}$$

---

(11) Para bienes en que se efectúa solamente una desagregación dentro del sector de la demanda intermedia total, la proporción media del bien  $i$  en el sector  $k$  se aplica a todos los usos intermedios y se promedian los efectos de los cambios en la composición de la demanda intermedia de cada bien.

Las ecuaciones [2] y [4] son simétricas en la forma; combinan un análisis detallado de la demanda directa (final) y el empleo directo de factores con un análisis agregado de la demanda indirecta (intermedia) y el empleo indirecto de los factores. El efecto medio que se introduce por la agregación reduce las diferencias entre bienes y actividades en el mismo sector, pero preservará las diferencias intersectoriales que se pierden cuando no se utiliza un modelo inter-industrial.

### III. ANÁLISIS DE PROYECTOS Y BALANCE GLOBAL.

Los intentos iniciales en la planificación de la mayoría de los países han comenzado por una consideración de proyectos individuales. Este punto de partida ha llevado a una discusión amplia sobre las prioridades de inversión en los países subdesarrollados que ha sido conducido casi exclusivamente en términos de análisis parcial. Donde se ha utilizado, se ha añadido más tarde el análisis "input-output" como forma de hacer consistentes entre sí los proyectos que habían sido inicialmente seleccionados a partir del análisis parcial. En las economías centralmente planificadas, el método de balances materiales, que establece balances de oferta y demanda en términos físicos para un gran número de bienes, se utiliza con el mismo fin [15]. No obstante, ninguno de estos procedimientos asegura que se alcance un resultado óptimo a no ser que se reexaminen los supuestos iniciales del análisis de proyectos.

La formulación de un programa de desarrollo comenzando por un estudio de proyectos individuales se ha denominado algunas veces aproximación "ascendente" [24], en contraste con el método "descendente", que parte de proyecciones agregadas y de un análisis global de la interdependencia económica. Inconsistencias entre ambos son inevitables, porque cada uno tiene en cuenta alguna información ignorada por el otro. El programa de desarrollo final debe reconciliar los aspectos específicos del análisis de proyectos—escala y localización de las fábricas, efectos de los recursos, etc.—, con las condiciones de consistencia y equilibrio inherentes a la programación global. Esta sección examina el efecto sobre los procedimientos de análisis de proyectos de la estructura de la programación esbozado en la sección anterior (12).

---

(12) No analizaré las numerosas aproximaciones alternativas a la evaluación de proyectos y prioridades de inversión que he estudiado en un reciente artículo [7]. Se indica en éste la relación del procedimiento de precios contables utilizado en este trabajo con otros métodos de análisis parcial.

A) *Análisis de proyectos y Programación Lineal.*

El principal criterio utilizado en los dos enfoques de la planificación puede resumirse así: a) la condición de que la oferta de todos los bienes y factores productivos sea al menos tan elevada como la demanda, y b) la condición de que cada bien se ofrezca al coste social más bajo.

Si los objetivos de bienestar de la economía pueden ser expuestos en términos de una función objetiva con un conjunto cuantitativo de condiciones, los dos requisitos anteriores pueden conciliarse mediante métodos de programación matemática—lineal o no lineal—.

El principal obstáculo para la adopción de la solución de la programación es la falta de información y el elevado coste que supone ampliarla (13). Dada la carencia de datos, la formulación de la programación matemática no se adapta a la visión que el planificador tiene de su problema. El método simplex y otros procedimientos para resolver modelos de programación determinan la elección óptima entre actividades específicas de producción, importación, inversión, etc., solamente unas pocas de estas actividades potenciales, empero, pueden señalarse por el planificador con cierta acuracidad, y las facilidades mecánicas y de investigación económica disponible sólo le permiten extender su conocimiento en un grado limitado al formular un programa dado. Bajo estas circunstancias, las relaciones entre el análisis de proyectos y la programación global revisten gran importancia. Si se dispusiera de toda la información al principio, la elección entre varias técnicas de optimización podría efectuarse sobre la base de una conveniencia de cómputo solamente. Sin embargo, si el procedimiento de programación debe también servir como guía para una adicional investigación en el campo de alternativas tecnológicas y económicas, la base para la elección deviene totalmente diferente.

De acuerdo con estas circunstancias, es muy probable que el análisis de proyectos basado en juicios informados sea una mejor primera aproximación que un procedimiento mecánico tal como el método simplex. Un enfoque seguido en varios países es comenzar con un modelo "input-output" existente para un año base y suponer un valor probable para el ritmo máximo de crecimiento. Esto permite que el problema de maximización se convierta en otro (más simple) de minimizar el empleo de uno

(13) Los rápidos adelantos en los computadores y en las técnicas de computación registradas en los últimos años hacen que los problemas de cálculo sean mucho menos importantes.

de los "inputs" —capital o cambio exterior— sujeto a condiciones relativas a la demanda final y al trabajo y otros recursos disponibles. El paso siguiente es utilizar el análisis parcial de los proyectos de inversión para estimar las proporciones óptimas de producción e importaciones en cada sector. En algunos sectores, esta estimación puede requerir una revisión si los coeficientes "input-output" en la industria no existieran o se produjera un conjunto muy diferente de productos; por otra parte, los coeficientes iniciales "inputs" pueden utilizarse como una aproximación de la estructura futura de la industria. De acuerdo con estos supuestos, puede efectuarse una solución "input-output" con el fin de probar la consistencia de los supuestos con las limitaciones relativas a la balanza de pagos y a la oferta de capital y trabajo.

El resultado de esta primera aproximación será un conjunto de superávit y déficit para los "inputs" primarios. Como se expone en [9], éstos pueden utilizarse con alguna versión del método del gradiente de Arrow-Hurwicz para revisar los precios de los "inputs" primarios que se utilizan después para recomputar la rentabilidad de los proyectos de inversión en cada sector. A tal fin, el "criterio simplex" para la actividad  $j$  (que produce una unidad de producto  $j$ ) puede exponerse bien en términos de los precios de los "inputs", como en la ecuación [5], bien en términos del empleo total de capital y trabajo, como en la ecuación [6]:

$$[5] \quad \Pi_j = P_j - \left[ \sum_1 A_{1j} P_1 + n_j P_n + K_j P_k \right]$$

$$[6] \quad \Pi_j = P_j - [K_j P_k + N_j P_n]$$

donde  $\Pi_j$  es la rentabilidad de la actividad  $j$ ;  $P_1$ ,  $P_n$  y  $P_k$  son precios de equilibrio general del bien 1, trabajo y capital;  $N_j$  y  $K_j$  representan la utilización total directa e indirecta de trabajo y capital en la actividad  $j$ . En este procedimiento, el mismo criterio se aplica a la elección de técnicas para producir un bien dado y la elección entre proyectos en diferentes sectores. Esta última elección implica una comparación de cada proyecto con la alternativa de importar y, por tanto, la estimación del precio de equilibrio general del cambio exterior juega un papel crítico.

Este procedimiento general puede utilizarse con cualesquiera de los tipos de compromiso entre el análisis "input-output" y la programación lineal que se sugiere en la sección II. En la aproximación más tosca,

la elección de proyectos para exportaciones y sustitución de importaciones se efectúa intuitivamente a la vista de la magnitud del déficit de pagos mostrado en la solución "input-output". Puede computarse una nueva solución "input-output" para determinar la magnitud del déficit restante en la balanza de pagos y si la oferta de recursos de inversión se ha agotado. Este es en términos generales el procedimiento seguido en las proyecciones "input-output" para Colombia [20], Argentina [21], Perú [22] e Israel [1] y fijado más explícitamente en un próximo estudio de la ECAFE (Comisión Económica para el Lejano Oriente) sobre métodos de programación industrial [23].

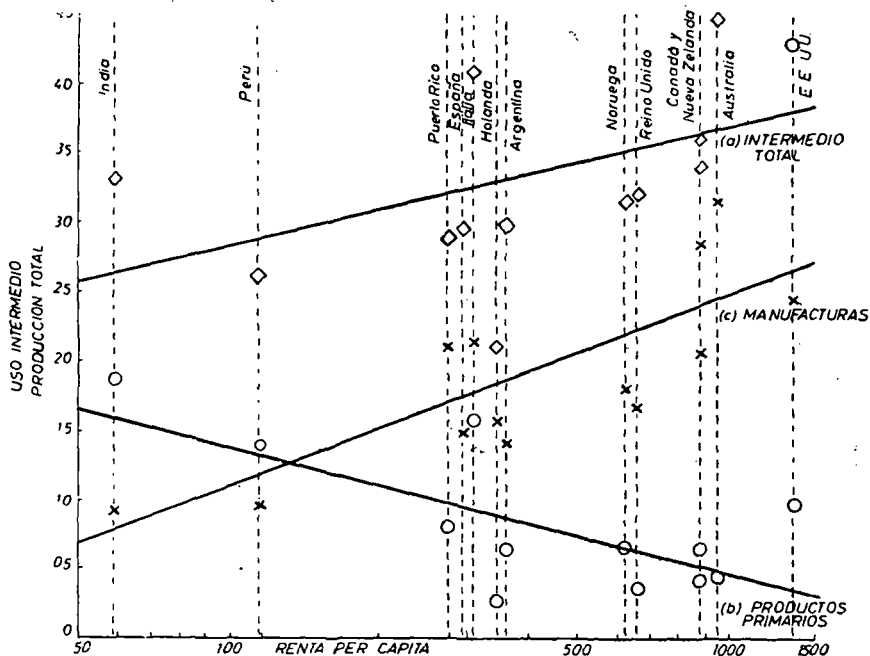
El aumento de acuracidad requiere que se efectúe un mayor uso de los precios contables de los factores primarios (etapa 2 y 3 de la secuencia en el cuadro 1) y bienes (etapa 4). Una vez estimados los precios de los bienes, puede demostrarse que la solución óptima se obtiene mediante revisiones sucesivas en la rentabilidad de los proyectos [7].

#### B) *Efectos de las economías de escala.*

En general, se admite que las economías de escala revisten una importancia mucho mayor en los países subdesarrollados que en los adelantados debido a los mercados mucho más pequeños de los primeros. El elemento crucial en la elección entre producción interior de un nuevo bien e importaciones continuas es con frecuencia la escala según la cual puede producirse. Para los bienes intermedios, la demanda debe determinarse a partir del análisis interindustrial; cuando existen tales elecciones en varios sectores interrelacionados, el análisis puede hacerse muy complejo.

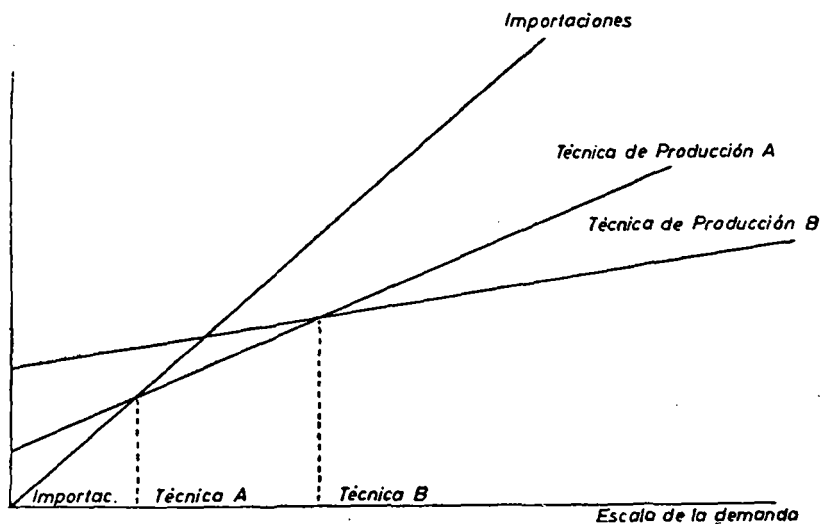
La elección entre técnicas diferentes de producción depende también principalmente de la escala del mercado en muchos sectores. En la mayoría de los tipos de procesos de manufacturas —químicas, metalúrgicas, fabricaciones metálicas, etc.— existe una elección entre una corriente continua, que puede solamente utilizarse con una escala mínima dada de producción y tipos más intermitentes de producción. En muchos sectores industriales, por tanto, existirán, al menos, tres actividades de oferta para elegir para cada bien: importaciones, manufacturas en pequeña escala y manufacturas en gran escala. La relación coste total —nivel de producción y la variación en la elección de actividad

**FIGURA 1**  
**RELACION USO INTERMEDIO-PRODUCCION TOTAL/RENDA PER CAPITA**



**FIGURA 2**  
**EFFECTOS DE LA ESCALA SOBRE LA ELECCION DE ACTIVIDAD DE OFERTA (1)**

Coste de oferta total



(1) Basado en [5], figura 1.

según la escala se indican en la figura 2 para una industria hipotética.

Es bien sabido que las economías de escala alteran el mecanismo marginal de la distribución de recursos, tanto en una economía de mercado como en la programación matemática. Es necesario tener en cuenta el nivel de producción y el coste total, así como el coste marginal, al determinar la solución óptima para un modelo que incluya economías de escala. Mientras que no existe ningún método general para resolver modelos de programación que incluyan economías de escala, aparte de la enumeración de todas las combinaciones posibles de actividades de producción, en la práctica pueden desarrollarse probablemente aproximaciones viables. Las economías de escala no presentan problema alguno en el modelo "input-output", dado que no existe ninguna elección de actividades y las funciones de "inputs" no lineales se aplican principalmente al capital y al trabajo. Es en sectores donde es posible una elección entre importaciones y varios procesos de producción, que tienen cada uno diferentes características de escala, donde el problema es particularmente difícil. Haldi [12] ha demostrado que, en este caso, el modelo óptimo de inversión en el tiempo es probable sea desequilibrado, dado que convendrá seguir importando en un sector con el fin de construir una gran fábrica y lograr economías de escala en otro.

Para poder conocer los efectos de las economías de escala es deseable considerar diferentes capacidades y niveles de producción en sectores donde las economías de escala sean importantes. Los proyectos deben trazarse para el intervalo de niveles de producción que parece probable sobre la base de la solución preliminar de programación y debe efectuarse una comparación de programas (o subprogramas) alternativos para los sectores implicados (14).

El examen de las economías de escala ilustra el tipo de factor que no puede ser adecuadamente tenido en cuenta en un modelo de programación global, pero que tampoco puede ser analizado aisladamente. Otros factores de este tipo son la localización, el empleo de recursos naturales y la utilización de servicios de tipo general. Al estudiar estos aspectos específicos, el análisis inter-industrial proporciona una indicación de los niveles de producción y el empleo de factores en sectores relacionados, pero se requiere un estudio más detallado de las peculia-

---

(14) Una aproximación de análisis de procesos más detallado a esta interdependencia entre fábricas se expone en [13].



ridades de los proyectos particulares para juzgar la deseabilidad de las inversiones.

C) *La secuencia de proyectos y el análisis inter-industrial.*

Con el fin de conciliar los requisitos del balance sectorial y la elección óptima de proyectos en cada sector, los dos tipos de análisis deben proceder simultáneamente y cada uno de ellos debe revisarse para incorporar los resultados del otro. La interacción entre ambos puede seguirse mediante la siguiente secuencia:

A) *Análisis inicial inter-industrial*

1. Estimaciones de las demandas finales.
2. Estimaciones iniciales de coeficientes "input-output" y proporciones de importación por sector.
3. Solución "input-output" basada en 1 y 2.
4. Cálculo del exceso de demanda de divisas e "inputs" primarios.

B) *Análisis inicial de proyectos*

1. Estimaciones iniciales de los precios contables del trabajo, capital y divisas basado en A-4.
2. Utilización de A-4 y B-1 para seleccionar los mejores proyectos de cada sector.
3. Revisión de los coeficientes "input" y proporciones de importación en A-2.

C) *Revisión del análisis inter-industrial*

1. Solución(es) de la programación basada en B-3 y revisión de los precios contables después de cada solución. Variación de las proporciones de importaciones basada en D-1.
2. Revisión de los objetivos iniciales de la renta y demanda si fuera necesario y repetición de C-1.

D) *Revisión del análisis de proyectos*

1. Empleo de los precios contables de los factores primarios y bienes clave para reevaluar la rentabilidad de los proyectos.

2. Prueba de consistencia de la sustitución de importaciones y proyectos de exportación empleando precios revisados.
3. Análisis de niveles alternativos de producción en sectores con economías de escala.
4. Ajuste de los resultados del análisis de proyectos para las interrelaciones técnicas entre éstos.

En cualquier método de planificación real, estas revisiones sucesivas proceden simultáneamente tanto al nivel global como al de proyectos (15). Lo importante es tener los resultados de un análisis sistemáticamente incorporados en el otro de forma que se logre una aproximación a la solución óptima. En ausencia de economías de escala puede demostrarse que la revisión de las selecciones de proyectos y el programa global sobre esta base conducirán, en último término, a la mejor solución. Con economías de escala, las pruebas aseguran una mejora, pero no existe garantía alguna de óptimo.

#### IV. CONCLUSIÓN

Este trabajo se ha interesado por las formas de aplicar la lógica del análisis inter-industrial a la programación del desarrollo, introduciendo métodos más flexibles de solución para poder tener en cuenta las deficiencias en los datos y la necesidad de realizar juicios. Dado el margen de error existente en las estimaciones de parámetros cruciales, tales como las necesidades de capital de técnicas individuales de producción, sería engañoso sugerir que la programación matemática puede ser directamente aplicada a la mayoría de los países subdesarrollados. Por otra parte, los procedimientos de programación formal proporcionan una guía para el desarrollo de métodos pragmáticos más sistemáticos que tienen en cuenta juicios en cada paso del análisis. He tratado de demostrar que la lógica de la programación puede seguirse con diferentes grados de precisión y puede modificarse para tener en cuenta la posibilidad de mejorar la información disponible en cada paso. La mayor parte de este análisis es necesariamente especulativo, dado que pocos países subdesarrollados han conseguido pasar la etapa de cons-

---

(15) Este tipo de procedimiento iterativo se examina con más detalle en el estudio de la ECAFE sobre programación industrial [22].

trucción de su primera tabla "input-output". Está claro, sin embargo, que las características especiales de los países subdesarrollados requerirán una modificación sustancial de las técnicas de proyección estudiadas para los países adelantados. Estas técnicas están ahora surgiendo de los esfuerzos prácticos para aumentar la flexibilidad del análisis "input-output" y se encuentran totalmente de acuerdo con la esencia del enfoque aquí sugerido.

HOLLIS B. CHENERY

### BIBLIOGRAFIA

1. M. BRUNO.—"Some Recent Applications of Input-Output Techniques to the Analysis of the Structure and Development of Israel's Economy". Paper prepared for the International Conference on Input-Output Techniques. Génova, 1961.
2. S. CHAKRAVARTY.—*The Logic of Investment Planning*. Amsterdam, 1959.
3. H. B. CHENERY.—"The Role of Industrialization in Development Programs". *American Economic Review*. Proceedings. May, 1955. pp. 40-57.
4. H. B. CHENERY.—"Development Policies and Programmes". *Economic Bulletin for Latin America*, March, 1958, pp. 51-77.
5. H. B. CHENERY.—"The Interdependence of Investment Decisions", in Abramovitz et. al. *The Allocation of Economic Resources*. Stanford, 1959.
6. H. B. CHENERY.—"Patterns of Industrial Growth", *American Economic Review*, September, 1960, pp. 624-654.
7. H. B. CHENERY.—"Comparative Advantage and Development Policy" *American Economic Review*, March, 1961, pp. 18-51.
8. H. B. CHENERY, P. G. CLARK y VERA CAO PINNA, *The Structure and Growth of the Italian Economy*, Roma, 1953.
9. H. B. CHENERY y H. UZAWA.—"Non-Linear Programming in Economic Development" en Arrow, Hurwicz y Uzawa, *Studies in Linear and Non-Linear Programming*, Stanford, 1958.
10. G. CUKOR.—"Use of the Balance of Interindustrial Relations in Long-Term Planning", paper presented to the Conference on Statistical Problems, Budapest, 1961.
11. R. FRISCH.—"A Method of Working Out a Macroeconomic Plan Frame with Particular Reference to the Evaluation of Development Projects, Foreign Trade and Employment", Oslo, 1958, Mimeographed.
12. J. HALDI.—*Economies of Scale and Economic Development*, Stanford 1960. Mimeographed.

13. W. ISARD, E. W. SCHOOLER y T. VIETORISZ.—*Industrial Complex Analysis and Regional Development: A Case Study of Refinery-Petrochemical-Synthetic-Fiber Complexes and Puerto Rico*. New York, 1959.
14. W. LEONTIEF.—“Structural Change” in Leontief et. al., *Studies in the Structure of the American Economy*, New York, 1953.
15. J. M. MONTLAS.—“Planning with Material Balances in Soviet-Type Economies”, *American Economic Review*, diciembre, 1959, páginas 963-85.
16. A. T. PEACOCK y D. DOSSER.—“Input-Output Analysis in an Underdeveloped Contry, A Case Study”, *Review of Economic Studies*, octubre, 1957, págs. 21-24.
17. J. SANDEE.—*A Long-Term Planning Model for India*, United Nations, 1959.
18. J. TINBERGEN.—“The Relevance of Theoretical Criteria in the Selection of Investment Plans”, en M. Millikan, ed., *Investment Criteria and Economic Growth*, Cambridge, 1955.
19. UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS.—*Analyses and Projections of Economic Development*, New York, 1955.
20. UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS.—*Analyses and Projections of Economic Development, III, The Economic Development of Colombia*, Genova, 1957.
21. UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS.—*Analyses and Projections of Economic Development, V, The Economic Development of Argentina, Mexico*, 1960.
22. UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS.—*Analyses and Projections of Economic Development, VI, The Industrial Development of Peru, Mexico*, 1959.
23. UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS.—*Formulating Industrial Development Programs with Special Reference to Asia and the Far East*. Report of the Second Group of Experts on Programming Techniques, Bangkok, 1961.
24. UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS.—E. C. A. F. E., “Economic Development and Planning in Asia and the Far East”, *Economic Bulletin for Asia and the Far East*, Vol. VI, No. 3 (noviembre 1955).