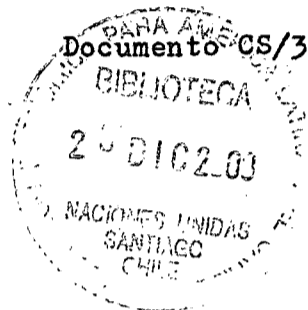




ILPES

INSTITUTO LATINOAMERICANO  
DE PLANIFICACION  
ECONOMICA Y SOCIAL

PROGRAMA DE CAPACITACION



2394

EL MODELO DEL INSUMO-PRODUCTO \*

Pedro Vusković

\* El presente texto, que se reproduce para uso exclusivo de los participantes de los cursos del Programa de Capacitación, se basa en las conferencias dictadas por el señor Pedro Vusković en los Cursos del Programa de Capacitación en materia de Desarrollo Económico, en su carácter de economista de la División de Investigación y Desarrollo Económico de la CEPAL.

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

## INTRODUCCION

En los últimos años ha sido manifiesto entre los economistas latinoamericanos un interés creciente por las investigaciones que han venido efectuándose en materia de relaciones inter-industriales. Ese interés aparejó una comprensible preocupación por examinar la utilidad que un modelo de insumo-producto podría prestar en el análisis de los problemas económicos de los países de América Latina.

Como muy bien se ha hecho notar,<sup>1/</sup> hace ya unos dos siglos que Francois Quesnay llamó la atención en su Tableau Economique acerca de la importancia de considerar la interdependencia existente entre distintos sectores de la actividad económica. Los trabajos posteriores de Walras - encaminados principalmente al examen de las condiciones de equilibrio general - centraron de nuevo la atención sobre problemas de esta índole. Sin embargo, sólo en fecha relativamente reciente - y gracias a los trabajos del Profesor Wassily Leontief - cristalizaron esas nociones generales en lo que hoy se conoce como método de insumo-producto o análisis de relaciones inter-industriales. Fué, en efecto, el Profesor Leontief quien "percibió claramente que había que reconocer en esas ideas no sólo una herramienta teórica, sino un instrumento práctico para hacer frente a algunos de los problemas reales más complejos e intrincados de nuestra economía industrial moderna".<sup>2/</sup>

Desde la construcción de los primeros cuadros sobre la economía de los Estados Unidos para los años 1919 y 1929 se han logrado notables progresos, no sólo en cuanto a la forma de abordar las dificultades prácticas que plantea la construcción del modelo, sino principalmente en lo que concierne a sus aplicaciones a una creciente variedad de problemas. Las primeras aplicaciones de orden práctico estuvieron

---

1/ W. Duane Evans y Marvin Hoffenberg, The inter-industry relations study for 1947, U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics.

2/ Op.cit.

estrechamente vinculadas con las cuestiones que planteaba la movilización económica para fines bélicos durante la segunda guerra mundial, y después con la posible incidencia que sobre los niveles de empleo podría tener la suspensión de actividades que se destinaban a abastecer las necesidades de ciertos materiales de guerra. Con posterioridad, se ha intentado utilizar el modelo como instrumento de análisis en trabajos orientados principalmente hacia la consideración de problemas más generales del desarrollo económico, la cuantificación de las necesidades de inversión y su distribución para el logro de determinados objetivos, análisis regionales, etc.<sup>3/</sup> Paralelamente a esta extensión en cuanto a su uso, se han venido construyendo también nuevos cuadros para un número creciente de países. Esos cuadros están probando ser de gran utilidad en la consideración de muchos problemas que tocan muy de cerca las preocupaciones fundamentales de los economistas de América Latina.

La finalidad que se ha perseguido al redactar este artículo ha sido justamente la de examinar algunos aspectos referentes a la aplicación de un modelo de esta índole al caso de un país latinoamericano, aprovechando las primeras experiencias recogidas en este campo por la Comisión Económica para América Latina. De los comentarios que se hacen más adelante podrá concluirse que la construcción y utilización de un modelo de insumo-producto parece plantear en estos casos algunas dificultades especiales, que se derivan principalmente de la consideración del sector externo. Pero también parecerá posible concluir que esas mayores dificultades se compensan ampliamente con las posibilidades - y en algunos casos la necesidad - de utilizar el modelo en el análisis de varios de los problemas básicos de las economías latinoamericanas: cambios de orden estructural que acompañan al crecimiento del ingreso por habitante, sustitución de importaciones, etc.

---

3/ Véase, por ejemplo, The structure and growth of the Italian economy (U.S.A. Mutual Security Agency, Special Mission to Italy for Economic Cooperation), Roma 1953.

Dado que esta materia es fruto de investigaciones que han alcanzado escasa difusión todavía en América Latina - lo que en buena medida se debe a la carencia casi total de bibliografías en español -, ha parecido conveniente hacer preceder el planteamiento de esos problemas específicos de una presentación lo más esquemática y reducida posible de las características generales de un modelo de insumo-producto. A ello se destina la primera parte del artículo, que desbroza el camino para el examen concreto de la aplicación práctica del modelo, objeto del análisis que se hace en la segunda parte de estas notas.

Pero antes de entrar en materia - y aun a riesgo de incurrir luego en repeticiones - parece conveniente hacer aquí mismo una somera descripción de la naturaleza del problema, en forma tal que pueda servir de marco general de referencia para el examen siguiente. Lo que en definitiva se propone el modelo es ilustrar la naturaleza de la interrelación que existe entre los diversos sectores de la economía, en la que difícilmente se conciben modificaciones de alguna actividad que no exijan, de una manera directa o indirecta, variaciones de otras actividades. Admitase por ejemplo que se plantee la necesidad de incrementar la producción de un artículo manufacturado cualquiera, a fin de satisfacer una mayor demanda del mismo. No bastará en tal caso aumentar dicha producción en esa magnitud, pues la industria afectada necesitará también aumentar sus compras de aquellas materias primas y productos intermedios que son necesarios para esa mayor producción. Por lo tanto, este crecimiento de los "insumos" de esa actividad exigiría un aumento en la producción de las industrias que le suministran esas materias primas. Como podrá comprobarse luego, puede razonablemente admitirse que las mayores necesidades de materias primas que surgirían en tal situación son directamente proporcionales al incremento en la producción de la industria afectada; en otras palabras, dependen del incremento de producción destinada a abastecer la mayor demanda de los consumidores y de ciertos coeficientes que se suponen constantes. Así pues, estos coeficientes - a los que se designará "coeficientes técnicos de insumo-producto" - no son otra cosa que un reflejo de la estructura de costos

/ de cada

de cada industria, es decir, indican la magnitud de las compras de materias primas que son necesarias para producir una unidad de un bien determinado.

De acuerdo con lo anterior, si se quiere satisfacer un aumento de la demanda de un producto cualquiera, los coeficientes de insumo-producto permitirían determinar en cuánto tendría que aumentar la producción no sólo de la industria correspondiente, sino también de todos los otros sectores de la economía que le proporcionan los bienes o servicios que requiere para desplegar su actividad productiva. El conjunto de modificaciones resultantes podría de este modo considerarse como una consecuencia directa del crecimiento de la demanda de que se trate.

Pero esto no sería todo. La mayor producción de los otros sectores destinada a proporcionar las materias primas y servicios que requiere la industria afectada, exige a su vez el abastecimiento de una variedad de materias primas y productos intermedios que forman los insumos de estos sectores, lo que de nuevo repercutirá sobre las necesidades de producción. La interdependencia existente entre las distintas actividades económicas da origen así a una cadena de reacciones, que cada vez puede ir comprometiendo nuevos sectores, si bien la magnitud misma de los efectos va siendo progresivamente más débil. He aquí la esencia del problema: como poder cuantificar ya no sólo los efectos directos sino también todos los efectos indirectos que puede tener el incremento en la actividad de un sector determinado. O, planteándolo en otra forma, en qué medida tendría que aumentar la producción de todos y cada uno de los sectores de la economía para que pueda tener lugar una expansión de cierta magnitud en una industria determinada?

A esta pregunta contesta el modelo mediante lo que se designarán "coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final". Así como los coeficientes de insumo-producto permiten cuantificar las mayores necesidades de materias primas y productos intermedios que

/demandaría de

demandaría de modo directo la expansión de una industria cualquiera, los coeficientes de requisitos directos e indirectos hacen posible determinar todas las repercusiones que tendría sobre las necesidades de producción de cada sector un aumento en la actividad de cualquier industria destinado a satisfacer una mayor demanda de la comunidad. En este último caso, no se estarán tomando en cuenta los efectos directos de ese incremento en la demanda, sino toda la cadena de reacciones a que antes se ha hecho referencia.

Es obvio que un instrumento de esta índole puede aplicarse a la consideración de numerosos problemas de orden práctico. Imagínese, a título puramente ilustrativo, que se plantee la conveniencia de impulsar un plan de construcción de viviendas. Sería relativamente fácil examinar la cantidad de cemento, acero y otros materiales de construcción que plantearía la realización del plan, pero habría que tomar en cuenta también que el incremento en la disponibilidad de acero exigiría un aumento de la producción de mineral de hierro, lo que a su vez demandaría mayor cantidad de explosivos, nuevas necesidades de transporte, de combustibles para éstos, etc.

En general, el examen de las perspectivas del mercado para cualquier producto que no esté destinado directamente a abastecer las necesidades de los consumidores - y para lo cual no cabe por tanto utilizar criterios tal como el de elasticidad-ingreso de la demanda -, sólo puede realizarse de una manera adecuada si se dispone de un instrumento que permita relacionarlo con los bienes finales a cuya producción se incorpora. El cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos proporcionaría una base especialmente adecuada para cuantificar una estimación de esa índole, estimación que además estaría apoyada en un método que toma en cuenta toda la complejidad de las relaciones existentes entre los diversos sectores.

/ En el caso

En el caso específico de los países latinoamericanos el modelo de insumo-producto puede ser muy útil en la consideración de algunos problemas básicos como el de aumento en las necesidades de importación a que su propio desarrollo da origen. Ante un aumento en el nivel de ingreso por habitante no sólo se acrecientan las necesidades de importación de bienes finales, sino que además el crecimiento de las industrias nacionales requiere un mayor abastecimiento de materias primas y productos intermedios; buena parte de los cuales suele ser también importada. Disponer de un modelo de la índole del que se describirá constituiría un instrumento valioso para hacer frente al problema en forma adecuada, ya que permitiría cuantificar también la magnitud de esas necesidades derivadas de importación que surgen como consecuencia del incremento en la actividad productiva interna. Este es un aspecto al que no siempre se concede suficiente atención. Así por ejemplo, a menudo se juzgan posibilidades alternativas de sustitución de importaciones por producción interna tomando en cuenta la economía de divisas que se obtendría en forma directa; pero es necesario tener presentes también las necesidades derivadas de importación de materias primas y productos intermedios a que ello podría dar origen, como ocurrirá toda vez que las industrias sustitutivas, u otras que les proporcionen determinadas materias primas, requieran de ciertos insumos importados.



## I. ANTECEDENTES GENERALES SOBRE EL MODELO DE INSUMO-PRODUCTO

### 1. El modelo y el concepto de cuentas nacionales

El método de insumo-producto constituye en esencia un complemento de las cuentas nacionales. En el caso de éstas, se está interesado en el resultado final de la actividad económica, prescindiendo - a fin de evitar duplicaciones en el cómputo del ingreso nacional - de las transacciones que han tenido lugar entre los distintos sectores productivos. En cambio, el examen de estas transacciones - y por lo tanto de la interdependencia existente entre los sectores - es lo que constituye el objetivo principal de un modelo de insumo-producto.

Examinéese, por ejemplo, a través de un esquema muy sencillo, la forma en que se calcularía el producto (geográfico) bruto a precios de mercado. En tal caso, el problema consistiría básicamente en el cálculo del valor agregado por ramas de actividad económica, partiendo del valor bruto de la producción y deduciendo los pagos efectuados a otros sectores por concepto de compras de materias primas y productos intermedios o por otros servicios. Admítase que la producción total de bienes y servicios pudiera agruparse en sólo tres sectores: agricultura, industria y servicios. Una ilustración simplificada del cálculo del valor agregado podría ser la siguiente:

/ Agricultura

Agricultura

Valor bruto de la producción		100
Menos: Semillas	5	
Abonos	10	
Servicios	<u>10</u>	<u>25</u>
Valor agregado		75

Industria

Valor bruto de la producción		150
Menos: Materias primas agrícolas	30	
Productos intermedios manufacturados	40	
Servicios	<u>10</u>	<u>80</u>
Valor agregado		70

Servicios

Valor bruto de la producción		140
Menos: Productos intermedios manufacturados		<u>10</u>
Valor agregado		130

Así pues, el valor total y la composición sectorial del producto bruto estaría dada entonces por:

Agricultura	75
Industria	70
Servicios	<u>130</u>
Producto bruto total	275

Puede observarse claramente cómo a través del cálculo se ha evitado toda duplicación. De este modo, por ejemplo, se ha excluido de la producción industrial el valor de las materias primas provenientes de la agricultura, que ya estaban computadas en el valor bruto de la producción de este último sector. En otras palabras, esto significa que el producto bruto representa una medición del valor de los bienes finales, es decir, de aquellos bienes no sujetos ya a transformaciones ulteriores. Puede

/ comprobarse fácilmente

clasificando la producción bruta de cada sector en la parte vendida a otros sectores - ventas a demanda intermedia - y la parte de la producción vendida fuera de los sectores productivos - ventas a demanda final - como bienes de consumo o inversión:

Agricultura

Valor bruto de la producción		100
Ventas intermedias: A la propia agricultura (semillas)	5	
A la industria	<u>30</u>	<u>35</u>
Ventas finales		65

Industria

Valor bruto de la producción		150
Ventas intermedias: a la agricultura (abonos)	10	
A la propia industria	40	
A servicios	<u>10</u>	<u>60</u>
Ventas finales		90

Servicios

Valor bruto de la producción		140
Ventas intermedias: A la agricultura	10	
A la industria	<u>10</u>	<u>20</u>
Ventas finales		120

Total de ventas finales

Agricultura	65
Industria	90
Servicios	<u>120</u>
TOTAL	275

Cabe señalar que la igualdad entre producto bruto y valor de los bienes finales se cumple sólo en un sentido agregativo, pero no en el nivel sectorial. En efecto, la contribución relativa de un sector al producto bruto puede ser muy importante, aunque sea escasa su contribución a la disponibilidad de bienes finales, como ocurriría en el caso

/de una actividad

de una actividad dedicada principalmente a la producción de bienes intermedios, que en definitiva se terminan de elaborar por otros sectores.

En cambio, la finalidad de un modelo de insumo-producto sería la de considerar explícitamente las transacciones inter-sectoriales, que han sido eliminadas en el cálculo anterior. Sobre la base del mismo ejemplo ilustrativo podría así construirse una matriz de insumo-producto, en la que se incluiría un registro completo de esas transacciones:

CUADRO DE INSUMO-PRODUCTO

Composición de los insumos / Distribución de la producción	Agricultura	Industria	Servicios	Total ventas a sectores productivos	Demanda final	Producción bruta
Agricultura	5	30	-	35	65	100
Industria	10	40	10	60	90	150
Servicios	10	10	-	20	120	140
Total insumos	25	80	10	115		
Valor agregado (producto bruto)	75	70	130		275	
Producción bruta	100	150	140			390

Con fines de simplificación, se está suponiendo hasta el momento una economía cerrada, sin comercio exterior.

2. Principales características de un cuadro de insumo-producto

Como puede observarse, un cuadro de insumo-producto no constituye en último término sino un registro de todas las transacciones efectuadas en la economía durante un cierto período de tiempo, comprendiendo tanto las que han tenido lugar entre los sectores productivos como las ventas a sectores de demanda final.

El registro mismo se efectúa en forma de un cuadro de doble entrada, en cuyas filas (en sentido horizontal) se indica la distribución de la producción - o sea las ventas - de cada sector; en cambio, en las columnas (en sentido vertical) quedan indicados los insumos - o compras - de cada sector. Por supuesto, las sumas totales en uno y otro sentido deberán coincidir, puesto que las ventas de un sector determinado constituyen compras efectuadas por otro sector. Si se añaden a los insumos los pagos efectuados a los factores productivos (o sea el valor agregado o producto bruto) y se toman en cuenta las ventas finales, la igualdad tendrá que cumplirse también entre las sumas de la columna y fila correspondiente a cada sector, que en ambos casos igualarán a la producción bruta. Finalmente, por definición misma del producto bruto, la suma de los valores agregados deberá coincidir con la suma de las ventas finales.

Generalizando el ejemplo que acaba de examinarse, podría describirse un cuadro de insumo-producto en la siguiente forma:

/ Transacciones

Composición de los insumos Distribución de la producción	Transacciones inter-industriales					Demanda final	Producción bruta
	A	B	C	D	.....		
A	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	.....	$Y_1$	$X_1$
B	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	.....	$Y_2$	$X_2$
C	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	.....	$Y_3$	$X_3$
D	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$	.....	$Y_4$	$X_4$
.	.	.	.	.		.	.
.	.	.	.	.		.	.
.	.	.	.	.		.	.
.	.	.	.	.		.	.

En términos más generales,  $x_{ij}$  representaría las ventas de una industria cualquiera  $i$  a una industria cualquiera  $j$ ; o bien, considerado desde el punto de vista de los insumos, las compras de una industria cualquiera  $j$  provenientes de una industria cualquiera  $i$ .  $Y_i$  representaría la demanda final para productos provenientes de una industria cualquiera  $i$ ; y finalmente,  $X_i$  simbolizaría el valor bruto de la producción de cualquiera de los sectores incluidos en el modelo.

### 3. La utilidad del modelo

Es evidente que un cuadro de esta naturaleza tendría un considerable interés en sí mismo, por las informaciones de tipo descriptivo que recoge en forma resumida: disponibilidad de los distintos tipos de productos, clasificados por industrias de origen; distribución de la producción bruta entre bienes finales e intermedios; estructura de costos de los diferentes sectores e interdependencia de los mismos, etc. Pero no es esta finalidad descriptiva la más importante. La mayor utilidad del modelo radica en que -- al ofrecer una cuantificación de las inter-relaciones de los diversos sectores de la economía -- permite examinar las repercusiones que sobre cada uno de esos sectores tendría una modificación cualquiera de la demanda final.

Lo anterior se comprenderá mejor si se piensa en el carácter de lo que se ha calificado como demanda intermedia -- es decir, de las transacciones que tienen lugar entre los sectores productivos -- y como demanda final, constituida por aquellos bienes no sujetos ya a transformaciones ulteriores. Dentro de esta última cabe distinguir entre bienes de consumo, bienes de capital y productos de exportación. En lo que atañe a los bienes de consumo, su demanda puede modificarse a consecuencia de cambios en el ingreso por habitante, de variaciones en la distribución del mismo, de alteraciones en los precios relativos, etc. En cualquier caso, si se admite una hipótesis determinada sobre las variaciones de esos factores, es posible anticipar su probable incidencia sobre la demanda de un bien dado mediante la utilización de coeficientes de elasticidad-ingreso o elasticidad-precio de esa demanda u otros medios de naturaleza similar. Algo semejante ocurre con los bienes finales destinados a la inversión, cuyas necesidades futuras pueden estimarse a base de los planes de mecanización agrícola, de los proyectos específicos para la creación o ampliación de determinadas industrias, de la utilización de relaciones de producto-capital para los distintos sectores, etc. Por último, las variaciones de la demanda final de exportaciones pueden estimarse sobre

/ la base de

la base de las condiciones imperantes en los mercados externos y los recursos de que dispone el país para incrementar esa producción.

Esto es en esencia lo que se hace al aplicar la técnica de análisis y proyecciones del desarrollo económico elaborada por la CEPAL, en la que se parte de hipótesis sobre el posible ritmo de crecimiento futuro del ingreso por habitante, se examinan luego las modificaciones que tal aumento podría determinar en la parte de la demanda final que corresponde a bienes de consumo, se analizan las perspectivas de crecimiento de las industrias productoras de bienes de capital y se formulan proyecciones relativas a las exportaciones y la capacidad para importar. En suma, se utilizan criterios objetivos que permiten estimar las necesidades de producción de los diversos tipos de bienes que integran la demanda final a consecuencia de un determinado crecimiento del ingreso por habitante.

De acuerdo con la naturaleza de los criterios mencionados, puede considerarse que la demanda final es en cierto sentido una demanda autónoma. En cambio, no ocurre lo mismo con las demandas intermedias, que son esencialmente derivadas, y dependientes de los niveles de aquélla. En efecto, a menos que ocurran cambios tecnológicos a que se hace referencia después, no se concibe una modificación de las transacciones inter-industriales, sino como resultado de cambios en la demanda final. Justamente a la necesidad de cuantificar las modificaciones que tendrían que experimentar las demandas intermedias como resultado de un cambio en la demanda final es a lo que responde un modelo de insumo-producto. Puesto que la suma de la demanda intermedia y la demanda final es igual a la producción bruta, lo anterior no es sino otra manera de decir que lo que procura el modelo es permitir una cuantificación de la producción bruta que tendría que alcanzarse en cada sector para poder satisfacer una demanda final dada. En otras palabras, el modelo de insumo-producto tiende a ilustrar la forma en que tiene que modificarse todo el flujo de transacciones inter-industriales -- y, por lo tanto, los niveles de producción bruta -- para poder hacer frente a un cambio dado del nivel o composición de la demanda final, así como a proporcionar los instrumentos de cálculo que permitan cuantificar esas modificaciones.

/ En este



En este aspecto, el modelo tiene necesariamente que ajustarse a ciertos supuestos básicos. El más importante de ellos es el de que una determinada producción requiere proporciones específicas de insumos; en otras palabras, se supone que no ocurrirán cambios tecnológicos que afecten la estructura productiva de los diversos sectores, tales como la sustitución de ciertos insumos por otros diferentes.<sup>4/</sup> Aún más, con propósitos de simplificación se supone también que la relación funcional entre insumos y producción bruta es de carácter lineal, es decir, que todos los insumos correspondientes a cada uno de los sectores tendrán que variar en la misma proporción en que se modifique la producción bruta de ese sector. Esta última condición podría indicarse mediante la expresión

$$x_{ij} = a_{ij} X_j$$

es decir, que las compras de una industria cualquiera  $j$  debe efectuar de productos intermedios provenientes de un sector cualquiera  $i$  son iguales a la producción bruta de la industria  $j$  multiplicada por un cierto coeficiente que se supone constante. Los coeficientes de esta índole se designan "coeficientes técnicos" o "coeficientes de insumo-producto", y naturalmente su número será igual al de los casilleros contenidos en la parte de relaciones inter-industriales del cuadro inicial.<sup>5/</sup>

<sup>4/</sup> Cabe anotar que los cambios tecnológicos a que se hace referencia se limitan a los que afectan a la composición de los insumos de los diversos sectores, pero no necesariamente a los equipos o técnicas utilizados en la producción.

<sup>5/</sup> En términos generales, podría ilustrarse una matriz de coeficientes técnicos en la siguiente forma:

Ventas de bienes intermedios	Compras de bienes intermedios				
	A	B	C	D	.....
A	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>	.....
B	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>24</sub>	.....
C	a <sub>31</sub>	a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>34</sub>	.....
D	a <sub>41</sub>	a <sub>42</sub>	a <sub>43</sub>	a <sub>44</sub>	.....
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	

De acuerdo con la definición anterior, los coeficientes técnicos se obtienen como cocientes entre cada insumo y el valor bruto de la producción del respectivo sector. En otras palabras, un coeficiente técnico representa el monto de las compras de productos intermedios que tiene que efectuar un sector  $y$  que provengan de otro sector determinado, para producir una unidad. Según los símbolos utilizados, esta condición puede resumirse en la expresión

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

En último término, los coeficientes técnicos de insumo-producto reflejan, pues, la estructura de costos de cada industria y, en consecuencia, dependen de los insumos y de la producción bruta de cada sector, sin estar relacionados directamente con la demanda final de productos provenientes del mismo. Esta última, como elemento autónomo, será considerada posteriormente, para determinar las necesidades de producción bruta y los insumos que por tanto se requerirían. En el cuadro siguiente se incluyen los coeficientes del insumo-producto que resultarían para el ejemplo numérico presentado en párrafos anteriores:

MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS O DE  
INSUMO-PRODUCTO

Procedencia de los insumos \ Necesidades de insumos por unidad de producción bruta	Agricultura	Industria	Servicios
Agricultura	0,050.000	0,200.000	--
Industria	0,100.000	0,266.667	0,071.429
Servicios	0,100.000	0,066.667	--

/Exámínese ahora

Examinese ahora la forma en que podría utilizarse la matriz de coeficientes de insumo-producto para cuantificar los efectos de una modificación de la demanda final sobre los niveles de producción bruta de los distintos sectores. Supóngase para ello que el único cambio consista en un aumento de 20 unidades en la demanda final de productos agrícolas. Por supuesto, el efecto inmediato sería que la producción bruta de la agricultura tendría que aumentar en un monto igual al de esta mayor demanda final. Pero ello no sería todo, ya que para producir estas 20 unidades adicionales la agricultura requeriría insumos provenientes del mismo sector iguales a 1 unidad (20 - demanda final - multiplicado por 0.5 - coeficiente técnico respectivo -), así como de 2 unidades de productos manufacturados y 2 unidades de servicios. A su vez, la nueva unidad de producción agrícola requeriría insumos adicionales de la propia agricultura, la industria y los servicios; también la producción de los tres sectores tendría que ampliarse para satisfacer los insumos que requerirían las 2 nuevas unidades de producción de la industria y de los servicios; y así sucesivamente.

Las siguientes cifras muestran un detalle de las primeras etapas del cálculo de los aumentos requeridos en la producción bruta de cada uno de los sectores para satisfacer la mayor demanda final de 20 unidades de productos agrícolas:

/AUMENTOS NECESARIOS

AUMENTOS NECESARIOS EN LA PRODUCCION BRUTA

	Efecto inmediato	Efectos derivados		
		Primera etapa	Segunda etapa	Tercera etapa
Agricultura	20	1	$0,05 + 0,40 = 0,45$	.....
Industria	-	2	$0,10 + 0,53 + 0,14 = 0,77$	.....
Servicios	-	2	$0,10 + 0,13 = 0,23$	.....

Los nuevos incrementos que se obtendrían en cada una de las etapas siguientes serían cada vez más pequeños, de modo que habría que continuar el cálculo sólo hasta que su magnitud resulte todavía significativa.

4. La solución general: matriz de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final

El ejemplo numérico anterior ha insinuado ya la complejidad del problema, especialmente si se piensa en los términos en que se plantearía al trabajar con una matriz que contenga un número relativamente grande de sectores, y en que se admitan variaciones de la demanda final de cada uno de ellos. Por lo tanto, resulta imprescindible operar sobre la base de una solución de orden más general.

De acuerdo con las definiciones precedentes, podría expresarse la producción bruta de un sector cualquiera en función de la demanda final de ese sector y de los coeficientes técnicos de insumo-producto y las producciones brutas de todos los demás sectores. En otras palabras, la producción bruta de un sector cualquiera es igual a sus ventas a demanda final más sus ventas a otros sectores productivos, que a su vez dependen de las producciones brutas de los mismos y de los coeficientes técnicos. Para un sector cualquiera  $k$ , esto podría expresarse en términos algebraicos en la forma que sigue:

$$X_k = a_{kj} X_j + Y_k$$

Si se suponen conocidos los coeficientes técnicos de insumo-producto y se admite una hipótesis cualquiera sobre la demanda final de cada uno de los sectores, se podría formar un sistema de ecuaciones, cuya resolución permitiría obtener los valores de la producción bruta de cada sector que serían necesarios para satisfacer al mismo tiempo esas demandas finales y los insumos correspondientes.<sup>6/</sup>

6/ Despejando las demandas finales, el sistema de ecuaciones sería el siguiente:

$$\begin{aligned} X_1 - a_{11}X_1 - a_{12}X_2 - a_{13}X_3 - \dots - a_{1n}X_n &= Y_1 \\ X_2 - a_{21}X_1 - a_{22}X_2 - a_{23}X_3 - \dots - a_{2n}X_n &= Y_2 \\ \dots & \\ X_n - a_{n1}X_1 - a_{n2}X_2 - a_{n3}X_3 - \dots - a_{nn}X_n &= Y_n \end{aligned}$$

En el sistema serían conocidos todos los coeficientes  $a_{ij}$  y se adoptarían hipótesis sobre las demandas finales  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ . Las  $n$  ecuaciones del sistema permitirían entonces encontrar el valor de las  $n$  incógnitas: los valores brutos de la producción  $X_1, X_2, \dots, X_n$ .

/ En teoría

En teoría, estaría así resuelto el problema fundamental: fijada una variación de la demanda final, podrían cuantificarse sus repercusiones sobre la producción bruta de cada uno de los sectores; calculadas éstas, se podría a su vez - utilizando la matriz de coeficientes técnicos - determinar todas las transacciones inter-industriales que serían necesarias. Pero desde el punto de vista práctico no habría posibilidades de operar en la forma descrita, ya que cualquier supuesto diferente sobre las demandas finales exigiría la resolución de un nuevo sistema de ecuaciones, labor agobiadora e incluso irrealizable en un tiempo prudencial con máquinas calculadoras corrientes aún para un número relativamente moderado de sectores.

Puesto que lo que se determina en forma autónoma son las demandas finales, lo que se requiere prácticamente no es llegar a relacionar - como se ha hecho hasta ahora - la producción bruta de un sector con su propia demanda final y con las producciones brutas de los demás sectores, sino con las demandas finales de todos los sectores. Esto puede hacerse mediante la operación matemática de invertir la matriz de coeficientes técnicos,<sup>7/</sup> con lo que se llegaría finalmente al siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= A_{11}Y_1 + A_{21}Y_2 + A_{31}Y_3 + \dots + A_{n1}Y_n \\
 X_2 &= A_{12}Y_1 + A_{22}Y_2 + A_{32}Y_3 + \dots + A_{n2}Y_n \\
 &\dots\dots\dots \\
 X_n &= A_{1n}Y_1 + A_{2n}Y_2 + A_{3n}Y_3 + \dots + A_{nn}Y_n
 \end{aligned}$$

<sup>7/</sup> De acuerdo con los símbolos usados, los elementos de la matriz que sería necesario invertir son los siguientes:

$$\begin{bmatrix}
 (1-a_{11}) & -a_{12} & -a_{13} & \dots & -a_{1n} \\
 -a_{21} & +(1-a_{22}) & -a_{23} & \dots & -a_{2n} \\
 -a_{31} & -a_{32} & +(1-a_{33}) & \dots & -a_{3n} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 -a_{n1} & -a_{n2} & -a_{n3} & \dots & +(1-a_{nn})
 \end{bmatrix}$$

/Como puede

Como puede observarse, el valor bruto de la producción de cada sector aparece expresado esta vez en función de las demandas finales de todos los sectores y de ciertos coeficientes - que pueden simbolizarse por  $A_{ji}$  - que se obtienen mediante la inversión de la matriz mencionada. Conocidos estos coeficientes, se podría formular cualquier hipótesis sobre la demanda final y calcular con gran sencillez la producción bruta que sería necesario alcanzar en cada sector para satisfacerla. Esto quiere decir que tales coeficientes toman en cuenta no sólo las necesidades de producción para satisfacer la demanda final, sino también toda la cadena de reacciones que ello determina en las transacciones inter-sectoriales de ahí que se les designe como "coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final".

Como un resumen de los comentarios anteriores, conviene examinar ahora las operaciones prácticas que requeriría una aplicación del modelo. Una primera etapa tendría que comprender las diversas fases de la preparación y elaboración de los antecedentes básicos: a) la construcción - sobre un período para el que se disponga de las informaciones estadísticas necesarias - del cuadro inicial de relaciones inter-industriales; b) el cómputo de los coeficientes técnicos de insumo-producto; y c) la inversión de la matriz que conduce al cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final. La segunda etapa comprendería ya la utilización misma del modelo y los cálculos que habría que efectuar dependerían naturalmente de las finalidades específicas que se persigan en el análisis. Admitase con fines puramente ilustrativos que el propósito - como ocurriría en el caso de la técnica de programación - consista en examinar todas las repercusiones que tendría una modificación sustancial del nivel y composición de la demanda final originada en una variación del nivel de ingreso por habitante. En tal caso, sería necesario: a) precisar los nuevos valores de la demanda final para cada uno de los sectores, utilizando los criterios objetivos que corresponde (coeficientes de elasticidad-ingreso, relaciones producto-capital, etc.); b) utilizar esos nuevos valores de la demanda final y el cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final para determinar el

/valor bruto

valor bruto de la producción de cada sector; y c) utilizar los nuevos valores brutos de la producción por sectores y el cuadro de coeficientes técnicos de insumo-producto para determinar el monto de todas y cada una de las transacciones intersectoriales que tendrían que tener lugar para que existiera la necesaria compatibilidad con los nuevos niveles y composición de la producción bruta y demanda final.

##### 5. Un método simplificado para la inversión de la matriz

Hasta ahora solamente se ha mencionado de paso que el cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final se obtendría mediante la inversión de la matriz de coeficientes técnicos. Esta es una operación teóricamente muy simple, pero de una complejidad de cálculo aritmético que crece con extraordinaria rapidez a medida que aumenta el número de sectores incluidos, hasta el punto de hacer necesaria - aun para un número relativamente moderado de sectores - la utilización de computadores electrónicos.

Puesto que es ésta una de las dificultades de orden práctico que podría contribuir a desalentar el desarrollo de trabajos de esta índole en América Latina, parece conveniente abrir aquí breve paréntesis para examinar un método que - al soslayar un cálculo directo - puede permitir abordar el problema en forma relativamente simple y rápida.<sup>8/</sup>

---

8/ El método que se describirá fue elaborado por Víctor Ochsenius y aplicado originalmente a la matriz incluida en el capítulo sobre el sector industrial del estudio El desarrollo económico de Colombia (E/CN.12/365), que será tomo III de la serie Análisis y proyecciones del desarrollo económico iniciada por la Comisión Económica para América Latina.



El procedimiento se basa fundamentalmente en el significado de los coeficientes de requisitos directos e indirectos. Lo que en definitiva se quiere expresar mediante estos coeficientes son las necesidades de producción bruta de cada sector para satisfacer una unidad de demanda final. Las repercusiones que tendría cualquier otro valor de la demanda final podrían de este modo calcularse por simple multiplicación de esa nueva demanda final por los coeficientes respectivos. El procedimiento de inversión de la matriz a que se ha hecho referencia constituiría una solución simultánea y precisa del problema; en vista de las dificultades anotadas, lo que se propondrá aquí es una solución que permita llegar a resultados similares en forma aproximada y procediendo por etapas, en las que sucesivamente se irá suponiendo como igual a la unidad de la demanda final de cada uno de los sectores.

El método de cálculo consistiría en tal caso en una serie de aproximaciones sucesivas, en forma similar al ejemplo mencionado en páginas anteriores al describir los efectos que tendría un incremento de 20 unidades en la demanda final de productos agrícolas. El razonamiento sería el siguiente:

- a) si la demanda final de un primer sector es igual a la unidad, la exigencia inmediata de producción de ese sector será 1;
- b) para producir 1, el sector respectivo debe insumir bienes provenientes de éste y de los otros sectores, cuyo valor será igual a la magnitud de los respectivos coeficientes técnicos de insumo-producto;
- c) lo anterior significa incrementos de la producción bruta de todos los sectores, lo que, a su vez, exige nuevos insumos, etc.

El proceso se continúa de esta manera hasta que los nuevos incrementos de las producciones brutas sean despreciables comparados con las sumas acumuladas. Esto sucede con gran rapidez, puesto que los diferentes términos que se van agregando pueden asimilarse a términos de progresiones geométricas decrecientes, debido a que los coeficientes técnicos de insumo-producto son todos mucho menores que la unidad. Sin embargo, el cálculo

/puede limitarse

puede limitarse a tres o cuatro etapas, estimando el residuo como si se tratara de una progresión geométrica decreciente.

Hasta ese momento, se habrían determinado las necesidades de producción de cada sector para satisfacer una unidad de demanda final del primero de ellos, es decir, se habría calculado toda una columna de coeficientes de requisitos directos e indirectos.

Pero las necesidades de producción no sólo provienen de las exigencias de la demanda final de ese primer sector, sino también de las demandas finales de los demás sectores. Por lo tanto, procedería ahora repetir iguales cálculos considerando una demanda final de una unidad para el segundo sector, lo que luego se haría en idéntica forma para cada uno de los sectores restantes, hasta completar todo el cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final.

Examinense ahora las consideraciones anteriores en forma más rigurosa.

Como se recordará, en el último conjunto de ecuaciones mencionado se expresó la producción bruta de un sector cualquiera en función de las demandas finales de todos los sectores y de los coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final. Por lo tanto, para un sector cualquiera  $i$  podría anotarse la igualdad:

$$X_i = A_{1i}Y_1 + A_{2i}Y_2 + A_{3i}Y_3 + \dots + A_{ni}Y_n$$

Si se procede por etapas y se desea en una primera fase cuantificar las repercusiones que tendría el abastecimiento de una unidad de demanda final sólo para uno de los sectores (por ejemplo, para un sector cualquiera  $k$ ) las necesidades de producción estarían dadas por

$$X_i = A_{ki}$$

ya que se ha admitido que  $Y_k = 1$  y para las otras demandas finales no se ha supuesto todavía valor alguno.

Puesto que  $i=1,2,3,\dots,n$ , esto afectaría a toda una columna de coeficientes, es decir, que se registrarían simultáneamente  $n$  igualdades de la forma:

$$\begin{aligned} X_1 &= A_{k1} \\ X_2 &= A_{k2} \\ &\dots \\ X_n &= A_{kn} \end{aligned}$$

/En otras palabras

En otras palabras, puede afirmarse que un coeficiente de requisitos directos e indirectos cualquiera es igual a la producción bruta del sector respectivo cuando la demanda final que le corresponde es igual a la unidad y las demandas finales de los otros sectores son nulas, conclusión en que se apoya, en definitiva, el procedimiento.

Sólo restaría por considerar la forma en que - después de efectuados los cálculos descritos para 3 o 4 etapas - podría estimarse todo el residuo no calculado directamente, como si se tratara de una progresión geométrica decreciente. Para mayor comodidad, designase a los aumentos de producción bruta que se obtienen en cada una de las etapas descritas por

$$\Delta^1, \Delta^2, \Delta^3, \dots, \Delta^{n-1}, \Delta^n$$

y supóngase que los cálculos se hayan efectuado hasta la enésima etapa. La presunción de que los incrementos sucesivos se ajustan a una progresión geométrica decreciente permitiría estimar la suma de los infinitos términos no calculados - que se designará por R - mediante la siguiente expresión:<sup>2/</sup>

$$R = \frac{(\Delta^n)^2}{\Delta^{n-1} - \Delta^n}$$

<sup>2/</sup> La expresión se deduce partiendo de la fórmula general para la suma de los infinitos términos de una progresión geométrica decreciente:

$$a \frac{1}{1 - q}$$

en la que a es el primer término y q la razón. En este caso, el primer término será  $\Delta^{n+1}$  y la razón estará dada por el cociente

$$\frac{\Delta^n}{\Delta^{n-1}}$$

Puesto que cada término es igual al producto del anterior por la razón:

$$\Delta^{n+1} = \Delta^n \frac{\Delta^n}{\Delta^{n-1}}$$

Reemplazando ahora en la expresión general y designando por R el residuo (suma de todos los términos a partir de  $\Delta^{n+1}$ ), se tendrá:

$$R = \frac{(\Delta^n)^2}{\Delta^{n-1}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Delta^n}{\Delta^{n-1}}} \quad \text{o sea:}$$

$$R = \frac{(\Delta^n)^2}{\Delta^{n-1} - \Delta^n}$$

Examínese ahora una aplicación del método al ejemplo numérico empleado en párrafos anteriores. Se procedería ante todo a calcular la primera columna de coeficientes de requisitos directos e indirectos, para lo cual se supondría una demanda final de 1 para la agricultura y de cero para la industria y servicios. He aquí el desarrollo correspondiente hasta una tercera etapa, así como la estimación del residuo (cifras expresadas en términos de millonésimos):

	Demanda final	Primera etapa: $\Delta^1$	Segunda etapa: $\Delta^2$			
		Agricultura 1 000 000	Agricultura 50 000	Industria 100 000	Servicios 100 000	Subtotal
Agricultura	1 000 000	50 000	2 500	20 000	-	22 500
Industria	-	100 000	5 000	26 667	7 143	38 810
Servicios	-	100 000	5 000	6 667	-	11 667

	Tercera etapa: $\Delta^3$				$\Delta^2 - \Delta^3$	Residuo $(\Delta^2)^2$	Total
	Agricultura 22 500	Industria 38 810	Servicios 11 667	Sub total		$\Delta^2 - \Delta^3$	
Agricultura	1 122	7 762	-	8 884	13 616	5 797	1 087 181
Industria	2 250	10 349	833	13 432	25 378	7 109	159 351
Servicios	2 250	2 587	-	4 837	6 830	3 426	119 930

En forma similar habría que proceder para el cómputo de la segunda columna de coeficientes, suponiendo esta vez igual a la unidad la demanda final de la industria, y nulas las demandas finales de agricultura y servicios:

/ Demanda final

	Demanda final	Primera etapa: $\Delta^1$ Industria 1 000 000	Segunda etapa: $\Delta^2$			
			Agricultura 200 000	Industria 266 667	Servicios 66 667	Subtotal
Agricultura	-	200 000	10 000	53 333	-	63 333
Industria	1 000 000	266 667	20 000	71 111	4 762	95 873
Servicios	-	66 667	20 000	17 778	-	37 778

	Tercera etapa: $\Delta^3$				$\Delta^2 - \Delta^3$	Residuo $\frac{(\Delta^3)^2}{\Delta^2 - \Delta^3}$	Total
	Agricultura 63 333	Industria 95 873	Servicios 37 778	Sub total			
Agricultura	3 167	19 175	-	22 342	40 991	12 177	297 852
Industria	6 333	25 566	2 698	34 597	61 276	19 534	1 416 671
Servicios	6 333	6 392	-	12 725	25 053	6 463	123 693

Finalmente, suponiendo igual a la unidad la demanda final de servicios y nulas las demandas finales de agricultura e industria, se obtendría la tercera columna de coeficientes:

	Demanda final	Primera etapa: $\Delta^1$ Servicios 1 000 000	Segunda etapa: $\Delta^2$			
			Agricultura	Industria	Servicios	Subtotal
Agricultura	-	-	-	14 286	-	14 286
Industria	-	71 429	-	19 048	-	19 048
Servicios	1 000 000	-	-	4 762	-	4 762

	Tercera etapa: $\Delta^3$				$\Delta^2 - \Delta^3$	Residuo $\frac{(\Delta^3)^2}{\Delta^2 - \Delta^3}$	Total
	Agricultura 14 286	Industria 19 048	Servicios 4 762	Subtotal			
Agricultura	714	3 810	-	4 524	9 762	2 097	20 907
Industria	1 429	5 079	340	6 848	12 200	3 844	101 169
Servicios	1 429	1 270	-	2 699	2 063	3 531	1 010 992

Se estaría entonces en condiciones de resumir los resultados obtenidos en la siguiente matriz de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final:

	Agricultura	Industria	Servicios
Agricultura	1,087.181	0,297.852	0,020.907
Industria	0,159,351	1,416,671	0,101,169
Servicios	0,119,930	0,123.633	1,010,992

Como se ha advertido antes, el método descrito conduce a una estimación aproximada de la magnitud de los coeficientes. Por ello mismo resulta útil tratar de cuantificar la posible magnitud del error que se cometería al operar sobre la base de estos resultados aproximados.

Puesto que los coeficientes de requisitos directos e indirectos sirven para calcular la producción bruta de cada sector dada una hipótesis cualquiera concerniente a la demanda final, podrían reconstituirse los cálculos para el ejemplo numérico y comparar los valores de la producción bruta que así se obtengan con los fijados previamente.

En otras palabras, lo que se hará es utilizar el mismo juego de demandas finales del cuadro inicial, determinar los valores de la producción bruta que se obtendrían usando la matriz de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final y comparar estos resultados con las cifras efectivas de producción bruta disponibles de antemano. Estas operaciones se detallan en los siguientes cálculos:

/Agricultura Industria

	Agricultura	Industria	Servicios	Producción bruta esti- mada	Producción bruta efectiva
Demanda final	65	90	120		
Cálculo de la producción bruta <sup>a/</sup>					
Agricultura	70 667	26 807	2 509	99 983	100
Industria	10 358	127 500	12 140	149 998	150
Servicios	7 795	11 127	121 319	140 241	140
<u>Total</u>				<u>290 222</u>	<u>390</u>

<sup>a/</sup> Producto de la demanda final por los coeficientes de requisitos directos e indirectos.

Como puede observarse, es mínima la magnitud del error que se comete al adoptar la presunción de que los sucesivos incrementos de producción bruta se ajustan a una progresión geométrica decreciente. En consecuencia, el procedimiento descrito parece un buen método para evitar el complejo problema de la inversión de la matriz, y permite llegar a un cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final lo suficientemente aproximados como para que puedan utilizarse posteriormente en la cuantificación de los efectos que tendría una modificación cualquiera de la demanda final.

## II. POSIBILIDAD DE APLICACION DEL MODELO A UN PAIS LATINOAMERICANO

En los párrafos anteriores se han presentado en forma esquemática los principales antecedentes generales sobre la interpretación y utilización de un cuadro de insumo-producto. Conviene ahora resumir algunas de las experiencias recogidas por la CEPAL en uno de los primeros intentos de aplicar el modelo como instrumento de análisis de la economía de un país latinoamericano: el estudio El desarrollo económico de Colombia.<sup>10/</sup>

### 1. El tratamiento dado a las importaciones

Uno de los primeros problemas que hubo de enfrentarse al intentar la construcción de un cuadro de insumo-producto para la economía colombiana fue el de la forma de integrar el sector externo con las transacciones intermedias y la demanda final correspondientes a productos nacionales. Adoptar una solución adecuada a este problema era especialmente importante, ya que en el año considerado en el estudio (1953) las importaciones representaban en Colombia una proporción apreciable tanto de la disponibilidad de productos intermedios como de bienes finales.

En las investigaciones originales sobre insumo-producto -aplicadas a la economía norteamericana<sup>11/</sup> - y en otras efectuadas con posterioridad - como el modelo construido para la economía italiana - se ha optado en general por clasificar las importaciones por industrias de origen y sumarlas a la producción interna de las respectivas industrias. De este modo, el

<sup>10/</sup> Véase op.cit., segunda parte, capítulo III, "Análisis del sector industrial".

<sup>11/</sup> Véase, por ejemplo, W.W. Leontief, The Structure of the American Economy, Nueva York, 1951.



cuadro muestra en sentido horizontal la distribución de la disponibilidad de cada tipo de productos, antes que la producción de los mismos; asimismo, los insumos efectuados por un sector cualquiera pueden estar constituidos por productos nacionales o importados, o por proporciones variables de uno y otro. Así pues, sobre la base de estas cifras en que ya se han sumado producción e importaciones se calculan la matriz de coeficientes técnicos de insumo-producto y la de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final.

¿Hasta qué punto resulta adecuada una solución de esta naturaleza al tratarse de un país latinoamericano, caracterizado en general por una alta importancia relativa de las importaciones en la disponibilidad total de los diversos tipos de productos? La justificación de esta pregunta sería la siguiente:

"... al utilizar coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final, se está admitiendo una interdependencia necesaria entre demanda intermedia y demanda final, sin que se conciben modificaciones de una sin variaciones de la otra; pero esta interdependencia sólo parecería necesaria en una economía en que las importaciones representaran un porcentaje muy bajo de la producción nacional (o aún, para algunos efectos, de una economía en que la importancia relativa de las importaciones sea alta, pero en que las posibilidades de sustitución sean escasas). En cambio, en un caso como el de Colombia, sería perfectamente concebible una modificación apreciable de la demanda final que, abastecida mediante importaciones, no tuviera prácticamente ningún efecto sobre la demanda intermedia (excepto sobre la de algunos servicios); también sería concebible una política de sustitución de importaciones de bienes intermedios, que podría alterar por completo todas las demandas

/intermedias,

intermedias, aunque la demanda final no variara en absoluto (al menos de modo inmediato)".<sup>12/</sup>

Estas reflexiones condujeron a una consideración de las importaciones en forma más explícita de lo que parece haberse hecho en otros modelos, y en las filas (horizontales) del cuadro correspondiente a cada uno de los sectores se registraron separadamente las transacciones - intermedias y finales - de productos nacionales, de productos importados y los totales correspondientes. Para ilustrar de modo esquemático este tratamiento dado a las importaciones, parece útil seguir operando con un ejemplo hipotético similar al utilizado en párrafos anteriores, en el que se estaba suponiendo prácticamente una economía cerrada:

---

<sup>12/</sup> Véase la "Nota sobre fuentes y métodos utilizados en la construcción de la matriz de insumo-producto", en el estudio El desarrollo económico de Colombia.

CUADRO DE INSUMO-PRODUCTO. ECONOMIA ABIERTA

Composición de los insumos Distribución de la producción e importaciones		Demanda intermedia			Total ventas a sectores productivos	Demanda final		Producción bruta más importaciones
		Agricultura	Industria	Servicios		Demanda intermedia	Exportaciones	
Agricultura	Total	6	30	-	36	50	20	106
	Nacionales	5	30	-	35	45	20	100
	Importados	1	-	-	1	5	-	6
Industria	Total	12	50	10	72	90	20	182
	Nacionales	10	40	10	60	70	20	150
	Importados	2	10	-	12	20	-	32
Servicios	Total	12	10	-	22	120	-	142
	Nacionales	10	10	-	20	120	-	140
	Importados	2	-	-	2	-	-	2
Total insumos	Total	30	90	10				
	Nacionales	25	80	10				
	Importados	5	10	-				
Valor agregado		70	60	130		260		
Producción bruta		100	150	140				390
Producción más importaciones					130	260	40	430
Producción					115	235	40	390
Importaciones					15	25	-	40

Cabe anotar que, con fines de simplificación, se ha supuesto aquí un equilibrio entre exportaciones e importaciones. Asimismo, sólo para mayor comodidad, se han mantenido en los cálculos los insumos nacionales, a la vez que se agregaron nuevos insumos importados; como no se modificaron al mismo tiempo los valores de producción bruta, los sectores agrícola e industrial aparecen ahora con porcentajes de valor agregado - y en consecuencia con valores del producto bruto - inferiores al ejemplo anterior.

Pero las reflexiones a que se ha hecho mención no sólo conducen a esta alteración de orden más bien formal en la presentación del cuadro

/ de insumo

de insumo producto. Si se admite que puede modificarse la demanda final sin que se alteren las transacciones inter-industriales, y se mantengan en consecuencia los niveles de producción bruta - como ocurriría si el incremento de la demanda final se abastece mediante importaciones-, desaparecería la utilidad de los coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final. En verdad, en un caso como este, todas las transacciones ocurridas entre los sectores han tenido por objeto no satisfacer toda la demanda final, sino sólo aquella parte que corresponde a productos nacionales. Se deduciría de esto la primera conclusión importante: añ utilizar el modelo no basta con establecer como punto de partida un cierto nivel y composición de la demanda final total, sino también de la parte que se espera satisfacer con producción interna; y luego, para deducir las necesidades de producción bruta que debe corresponder a estas demandas finales, es preciso utilizar coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final de productos nacionales.

Pero esto no es todo todavía. Supóngase que para satisfacer una cierta demanda final de productos nacionales el sector respectivo requiriese de insumos que son en su totalidad abastecidos mediante importaciones; en tal caso, el incremento de la demanda intermedia de este insumo no tendría efecto indirecto alguno y la mayor producción bruta de este sector no tendría por qué determinar variaciones en la producción bruta de los demás sectores. Se deduciría así una segunda conclusión: que es necesario operar sobre la base de coeficientes de requisitos directos e indirectos de productos nacionales por unidad de demanda final de productos nacionales.

Todo esto agrega mayor complejidad el proceso, como es natural. Desde luego, no bastaría con determinar una matriz de coeficientes técnicos de insumo-producto, considerando los insumos-totales, sino que sería necesario calcular también una matriz similar para los insumos de

/productos nacionales

productos nacionales y otra para los insumos de productos importados.<sup>13/</sup>  
 La inversión de la segunda permitiría obtener el cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos en la forma definida en el párrafo anterior. La última, por su parte, ofrece un gran interés, ya que una vez determinados los nuevos niveles de producción bruta - haría factible cuantificar las mayores necesidades de importación de bienes intermedios requeridos como insumos para lograr esa producción.

Esta posibilidad de servir como instrumento de análisis y como medio de cuantificar los efectos que tendría sobre las necesidades de importación un cierto incremento de la producción interna, es lo que da a un modelo de insumo-producto un especial interés cuando se aplica a un país latinoamericano. En efecto, las dificultades del balance de pagos, las perspectivas de la capacidad para importar y de las necesidades de importación, las consiguientes exigencias de una sustitución de importaciones, etc., ocupan buena parte del esfuerzo y la atención en el análisis de la economía de estos países. Por ello vale la pena examinar estos aspectos con mayor detenimiento.

<sup>13/</sup> Puesto que el último cuadro hipotético de insumo-producto mantiene las mismas cifras para las transacciones inter-industriales de productos nacionales y para la demanda final de productos nacionales, resultan en este caso utilizables las mismas matrices de coeficientes técnicos de insumo-producto y de coeficientes de requisitos directos e indirectos por unidad de demanda final (refiriéndose en este caso sólo a productos nacionales). Sólo restaría, pues, agregar la siguiente matriz de coeficientes de insumos importados por unidad de producción bruta:

Procedencia de los insumos	Necesidad de insumos importados por unidad de producción bruta		
	Agricultura	Industria	Servicios
Agricultura	0,010.000	-	-
Industria	0,020.000	0,066.667	-
Servicios	0,020.000	-	-

/En el último

En el último ejemplo se ha supuesto que las importaciones contribuyen con 5 unidades a la demanda final de productos agrícolas y con 20 unidades a la demanda final de manufacturas. Admitase que existan los recursos y posibilidades tecnológicas para sustituir dos unidades de los primeros y 15 unidades de los últimos. Esto plantearía dos interrogantes:

a) si se aumenta la producción bruta de la agricultura en 2 unidades y la de la industria en 15 unidades - con vistas a sustituir iguales montos en la demanda final - ello repercutirá a través de los insumos importados en mayores necesidades de importación; cuál sería en estas condiciones el ahorro neto de divisas?; y b) tomando en cuenta lo anterior: en qué medida tendría que aumentar la producción bruta de cada sector para lograr una disminución neta de las importaciones en 17 unidades?

No sería difícil contestar a estas preguntas si se dispusiera de las informaciones necesarias, es decir, del cuadro básico de insumo-producto, de las tres matrices de coeficientes técnicos de insumo-producto (para los insumos totales, los nacionales y los importados) y del cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos de productos nacionales por unidad de demanda final de productos nacionales. En tal caso, las sustituciones propuestas significarían de hecho incrementos de la demanda final de bienes nacionales, y podrían por lo tanto determinarse las consiguientes necesidades de producción bruta utilizando el cuadro de coeficientes de requisitos directos e indirectos; posteriormente los valores de producción bruta así calculados y la matriz de coeficientes de insumos importados permitirían determinar el incremento de las necesidades de productos intermedios importados que se derivarían como consecuencia de la sustitución de los bienes finales.

He aquí los cálculos correspondientes para el ejemplo esquemático con que se está ilustrando el problema:

/sustitución propuesta

	Sustitución propuesta S <sub>1</sub>	Incremento producción bruta Δ <sup>1x</sup>			Necesidades derivadas de importación S <sub>2</sub>		
		Agricultura 2	Industria 15	Total	Agricultura 6 642	Industria 21 569	Total
Agricultura	2	2.174	4.468	6.642	0.066	-	0.066
Industria	15	0.319	21.250	21.569	0.133	1.438	1.571
Servicios	-	0.240	1.854	2.094	0.133	-	0.133
<u>Total</u>	17			<u>30.305</u>			<u>1.770</u>

Como puede observarse, la sustitución de importaciones finales por un monto de 17 exigiría un incremento de más de 30 en la producción bruta interna, y se derivarían nuevas necesidades de importación por cerca de 2, de modo que la sustitución neta sería de poco más de 15. Si se quisiera ahora - como en el caso de la segunda de las preguntas planteadas - lograr una sustitución neta de 17, sería necesario continuar el proceso considerando las nuevas demandas derivadas de importación como un crecimiento ulterior de la demanda final,<sup>14/</sup> y así sucesivamente hasta que los nuevos incrementos sean despreciables en comparación con las sumas acumuladas o se llegue a considerar adecuado estimar las etapas siguientes por convergencia.

<sup>14/</sup> Cabe anotar que la adopción de este criterio no presupone que los productos intermedios cuya necesidad de importación se ha acrecentado sean idénticos a los vendidos por la industria respectiva a los sectores de demanda final. Puesto que lo que se propone es un monto neto de sustituciones, éste podría lograrse con una sustitución más intensa en productos finales, que liberara los recursos de divisas suficientes para financiar el aumento de las importaciones de bienes intermedios.

El problema se plantearía en términos similares si la sustitución se refiriera a productos intermedios en lugar de bienes finales, ya que esas sustituciones, a los fines del cálculo, podrían considerarse también como incrementos de la demanda final de bienes nacionales.<sup>15/</sup> Sin embargo, es preciso reconocer que en uno y otro caso se está admitiendo que se trata de bienes que en mayor o menor proporción están siendo producidos también por la industria nacional (o, en otras palabras, de importaciones competitivas); pero no habría posibilidad de aplicar criterios similares para la sustitución de bienes que requieran el establecimiento de una nueva industria, y, por lo tanto, la ampliación en un sector de la matriz nacional.

Parece importante hacer un último comentario en relación con este tratamiento dado a las importaciones. Es el que se refiere a la constancia de los coeficientes de requisitos directos e indirectos. Al describir las características generales del modelo, se advirtió que esos

---

<sup>15/</sup> En términos generales, si se designa a los insumos importados de un sector cualquiera por  $C_{ij}$ , éstos serán función de las producciones brutas de todos los  $j$  sectores ( $X_j$ ) y de los coeficientes de insumo de productos importados por unidad<sup>j</sup> de producción bruta ( $c_{ij}$ ), o sea:

$$C_{ij} = X_j \cdot c_{ij}$$

Las necesidades totales de importación de productos intermedios provenientes de una industria cualquiera  $i$  estarán por lo tanto dadas por:

$$C_i = \sum C_{ij} = \sum X_j \cdot c_{ij}$$

Si se quisiera lograr una sustitución completa de estos bienes intermedios importados, el primer esfuerzo del sector  $i$  tendría que traducirse en un aumento de su producción bruta equivalente a  $C_i$ . Si se considera este monto como incremento de la demanda final,  $i$  podrían determinarse los nuevos niveles de producción bruta, que a su vez determinarían mayores necesidades de insumos importados, esta vez iguales a:

$$\Delta^1 C_i = \sum \Delta^1 X_j \cdot c_{ij}$$

En una etapa siguiente se podrán calcular nuevas necesidades derivadas, dadas por:

$$\Delta^2 C_i = \sum \Delta^2 X_j \cdot c_{ij}$$

Y así sucesivamente.

/coeficientes se



coeficientes se deducían de los coeficientes técnicos de insumo-producto, que a su vez se suponían invariables en la medida en que no ocurrieran cambios tecnológicos que alteraran la composición de los insumos de algún sector. Pero si esos coeficientes se definen en términos de requisitos directos e indirectos de productos nacionales por unidad de demanda final de bienes nacionales, su constancia no sólo depende de cambios tecnológicos sino también de cualquier alteración en la proporción con que la producción nacional y las importaciones contribuyan al abastecimiento de materias primas y productos intermedios.

Sin embargo, ello no invalida la utilidad del modelo, y sólo constituye una dificultad adicional para los cálculos toda vez que se intente utilizar los coeficientes de requisitos directos e indirectos para deducir los niveles de producción bruta en períodos sucesivos, en cada uno de los cuales pueden haber ocurrido ciertas sustituciones de productos intermedios importados. Esto requiere una explicación más detallada. Supóngase que se ha construido el modelo inicial de insumo-producto para un cierto período base y se han calculado los cuadros de coeficientes derivados en la forma propuesta en los comentarios anteriores. Admitase luego que se han formulado ciertas proyecciones concernientes a un primer período futuro, entre las que se han incluido algunas sustituciones por producción interna de bienes intermedios que en el período base se importaban. El modelo permitiría determinar todas las transacciones inter-sectoriales que serían necesarias de acuerdo con las proyecciones formuladas, y por lo tanto podría procederse a un nuevo cálculo de los coeficientes derivados. Los coeficientes globales de insumo-producto coincidirían naturalmente con los del período base, dado que se ha supuesto que no ocurrirían cambios tecnológicos de esta índole; pero no sucedería igual con los coeficientes de insumo de productos nacionales y de productos importados, en cuya magnitud tendrían necesariamente que reflejarse las sustituciones aludidas. Si en tales condiciones se quisiese extender las proyecciones a un nuevo período futuro, surgiría el problema de que ya no serían utilizables los coeficientes de requisitos

/directos e indirectos

de productos nacionales por unidad de demanda final de productos nacionales computados para el período base. Ello obligaría a repetir los cálculos de la inversión de la matriz de coeficientes de insumo de productos nacionales, considerando esta vez los nuevos coeficientes que se obtuvieron para el primer período cubierto por las proyecciones.

No obstante, el problema puede resolverse también en forma adecuada considerando en cada caso las nuevas sustituciones, no con respecto al período inmediatamente anterior, sino en relación con la situación existente en el período para el cual se construyó el modelo. En todo caso, la suma de insumos nacionales e importados deberá corresponder siempre a los datos por la matriz de coeficientes técnicos de insumo-producto (calculada con los insumos totales), y de hecho en este sentido no se habrá agregado supuesto nuevo alguno aparte del supuesto general sobre la constancia de los coeficientes técnicos.

## 2. Problemas de valoración

Aunque de menor importancia, parece conveniente mencionar también otra de las dificultades encontradas en el trabajo que se comenta, y que es la que se refiere a la forma más adecuada de valorar las importaciones. En efecto, en este aspecto el problema es más complejo que el de decidir entre "precios recibidos por el productor" o "precios pagados por el consumidor", como es el caso cuando se trata de la producción interna.

El precio con que llegan finalmente las importaciones a manos del consumidor - sea éste un consumidor final o un productor que las adquiere como insumo - está formado al menos por cuatro elementos: el valor a precios de fábrica en el país de origen, gastos en el exterior (seguros, fletes, etc.), derechos aduaneros y gastos de distribución en el país. En estas condiciones, surge el problema de cuáles de esos elementos debieran tomarse en cuenta al computar el insumo importado efectuado por un sector cualquiera, por ejemplo de materias primas agrícolas. No

/parecería lógico

considerar el monto total pagado por el sector respectivo como un insumo importado proveniente, por ejemplo, de la agricultura, ya que se estaría atribuyendo a este origen valores - como los gastos en el exterior o impuestos aduaneros - que representan en realidad pagos a otros sectores, sobre todo si se tiene presente que la cuantía de estos recargos puede llegar a ser considerable.

La solución adoptada en el trabajo de la CEPAL consistió en clasificar por industrias de origen sólo valores correspondientes a estimaciones de valoración a precios de fábrica en el país de origen, y por lo tanto sobre esa base se computaron los cuadros de coeficientes derivados. Los otros recargos se consideraron en forma separada, en un caso con la finalidad de determinar el valor agregado por sectores, y, en el otro, de calcular el gasto total en bienes finales.

Una solución de esta naturaleza parece la más adecuada como medio de cuantificar la incidencia de las importaciones por sectores de origen, y por lo tanto de precisar los montos posibles de sustitución por producción interna. Hay que tener presente, sin embargo, que en la medida en que se utilicen los antecedentes así elaborados para apreciar los efectos de una sustitución, se estará admitiendo implícitamente que los costos de producción en el país serán similares a los imperantes en el país que abastece en la actualidad.

### /3. Las posibilidades

### 3. Las posibilidades prácticas de construir y utilizar el modelo

Las notas anteriores no sólo han puesto de manifiesto la complejidad del problema, sino que parecen indicar también que en muchos aspectos importantes de orden metodológico no se ha llegado todavía a soluciones definitivas, y se está más bien en una etapa de experimentación. Por lo mismo, es interesante terminar estos comentarios con algunas referencias a lo que es tal vez más importante en esta etapa; las posibilidades prácticas - principalmente desde el punto de vista de la información estadística - de construir en los países latinoamericanos modelos de esta naturaleza, para ver por último si la utilidad que de ello puede derivarse justifica el esfuerzo que requiere su construcción.

Una vez más resulta útil referirse al trabajo de la CEPAL sobre Colombia repetidamente mencionado. Es verdad que no se llegó en ese caso a elaborar un cuadro típico de insumo-producto, sino que se limitó a una consideración específica del sector manufacturero, complementándola sólo en la medida estrictamente indispensable con las cifras básicas referentes a los otros sectores. Pero tampoco coincidió su realización con el momento más oportuno desde el punto de vista de algunas informaciones estadísticas básicas. El Censo Industrial efectuado en 1953 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística se encontraba justamente en la etapa de tabulación, de modo que para la construcción del modelo sólo fue posible disponer de algunas cifras globales y de informaciones correspondientes a muestras de empresas por ramas de industrias. Estas informaciones hubieron así de complementarse con algunas estimaciones actualizadas de cifras contenidas en un Censo anterior (1945). Los recursos mismos destinados a este trabajo - en términos de personal y de tiempo - fueron más bien escasos, y a ello se debió que no se elaboraran muchas informaciones que hubiera sido posible recoger, y que con un moderado esfuerzo adicional habrían podido significar un mejoramiento apreciable de los resultados obtenidos.

/Tomando en cuenta

Tomando en cuenta lo anterior, de la experiencia hecha en el caso colombiano parece deducirse la conclusión de que la tarea de construir modelos de insumo-producto para algunos países latinoamericanos no está en absoluto fuera de las posibilidades prácticas desde el punto de vista de las informaciones estadísticas básicas. Por otra parte, serán precisamente los ensayos que se vayan efectuando en esta materia los que irán señalando los aspectos en que esas informaciones básicas son más deficientes, y proporcionando una orientación para las investigaciones estadísticas futuras. Un mayor acopio de experiencias en este campo podría, por ejemplo, traducirse en una elaboración de los cuestionarios utilizados en los censos industriales, agropecuarios, etc., más adecuada a las necesidades de información que plantea la construcción de un cuadro de insumo-producto.

Considérese, finalmente, la utilidad que puede tener un trabajo de esta índole. Resulta difícil resumir en unos cuantos párrafos la forma en que se utilizó el cuadro de insumo-producto en el estudio de la CEPAL sobre Colombia y las conclusiones de orden general que permitió obtener. Baste, pues, citar sólo un aspecto, referente a la cuantificación del posible orden de magnitud de las necesidades futuras de importación de materias primas y productos intermedios, si bien ello obliga a recordar en términos muy esquemáticos parte del contenido del estudio mencionado.<sup>16/</sup>

Sobre la base de un análisis histórico y un examen de las características y problemas actuales de la economía colombiana, se formulan algunas hipótesis alternativas sobre el posible ritmo de crecimiento

---

<sup>16/</sup> El estudio de Colombia se ajusta en sus aspectos metodológicos a un trabajo anterior de la CEPAL: Análisis y proyecciones del Desarrollo Económico. I. Introducción a la técnica de programación (E/CN.12/363), Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 1955. II. G.2.

futuro del ingreso por habitante. Partiendo de las cifras actuales del consumo y utilizando coeficientes de elasticidad-ingreso de la demanda por tipos de productos deducidos de diversas fuentes, se llega a estimar el posible nivel y composición del consumo futuro asociado a cada una de las hipótesis globales de aumento del ingreso. Complementando lo anterior con estimaciones sobre las posibilidades de producción interna de bienes de capital y las perspectivas de las exportaciones - basadas en un examen de la demanda mundial para productos colombianos de exportación - se hacen hipótesis sobre el total de demanda final de productos nacionales. Se presenta en esta etapa uno de los aspectos de la utilidad del modelo, ya que permitió deducir las necesidades de producción bruta de cada sector compatibles con esas hipótesis sobre la demanda final. A partir de éstas pudieron también deducirse las necesidades de importación de bienes intermedios requeridos para alcanzar esos niveles de producción bruta.

Es este último aspecto el que ofrece mayor interés como ilustración del tipo de análisis que permitió efectuar el cuadro de insumo-producto. En efecto, llegó a establecerse que, ya sea que se admitiera una hipótesis de crecimiento acelerado del ingreso u otra de aumento moderado, las necesidades de importación de productos intermedios aumentarían en una magnitud tal que resultarían incompatibles con el crecimiento previsible de la capacidad para importar del país. En otras palabras, aun si se postulara un ritmo de desarrollo muy moderado, la economía colombiana enfrentaría dentro de unos pocos años un serio problema de abastecimiento de las materias primas y productos intermedios requeridos por la industria, a menos que se reforzara la política de sustitución de las importaciones de ese tipo de bienes por producción interna. Los cálculos efectuados permitieron incluso una cuantificación del posible orden de magnitud de las sustituciones necesarias en las condiciones de las diversas hipótesis sobre el crecimiento del ingreso por habitante.

/Una situación de

Una situación de esta naturaleza no es probablemente excepcional en América Latina, y no resulta fácil imaginarse un método adecuado para abordar problemas de esta índole que no incluya la disponibilidad - aunque sólo sea en términos muy simplificados - de una matriz de insumo-producto y los correspondientes cuadros de coeficientes derivados.

