

LA INTERDEPENDENCIA DE LAS DECISIONES DE INVERSIÓN *

Hollis B. Chenery¹

(Stanford University)

En la actualidad se reconoce con bastante amplitud que la teoría clásica de la asignación de recursos debe ser modificada para tomar en cuenta las condiciones existentes en los países subdesarrollados, particularmente por lo que respecta a las decisiones de inversión. En su celebrado artículo *Problems of Industrialization of Eastern and Southeastern Europe* (1) el profesor Rosenstein-Rodan sugirió que un grupo de inversiones que sería rentable, considerado en su conjunto, puede no serlo si se toma cada inversión por separado, renunciándose a efectuar esta inversión por un inversionista individual que no se beneficie con las economías externas. Rosenstein-Rodan concluía que la coordinación gubernamental de las inversiones sería necesaria para hacer el mejor uso de los recursos disponibles, y que el cálculo de la rentabilidad de una inversión dada debería incluir el incremento resultante, en rentabilidad, de la inversión en otros sectores.

Un cierto número de escritores han seguido los pasos de Rosenstein-Rodan, sugiriendo limitaciones a la aplicabilidad de la teoría del equilibrio general para el análisis del uso de recursos en economías subdesarrolladas: Nurkse (2), Lewis (3), Singer (4) y Myrdal (5), por no mencionar sino algunos de ellos. Aunque preocupados por una gran variedad de problemas, todos ellos coinciden en poner en duda la existencia de una tendencia automática hacia el equilibrio, con asignación óptima de recursos en tales economías.

En contraste con el sistema de equilibrio general, que ha sido elaborado con precisión creciente a lo largo de un extenso período, no se han podido establecer en forma igualmente precisa los postulados de un modelo que permitiese el análisis de las condiciones que se suponen características de los países insuficientemente desarrollados. Es usual enumerar una serie de prácticas en las cuales el mecanismo competitivo no funciona adecuadamente, y extraer, como consecuencia, ciertas conclusiones generales, sin especificar en forma concreta el modelo que se está usando.²

* Este documento formará parte del libro de Moses Abramovitz, *The Allocation of Economic Resources*, próximo a publicarse por Stanford University Press. Se publica en EL TRIMESTRE ECONÓMICO con el permiso del autor. Versión al castellano de Manuel Sánchez Sarto.

¹ Me complace en expresar mi agradecimiento a Tibor Scitowsky, Kenneth Arrow, Robert Dorfman, John Haldi y Louis Lefebvre por sus valiosos comentarios relativos a los problemas teóricos aquí analizados, y al equipo científico de la Comisión Económica para América Latina, de las Naciones Unidas, por el utilísimo material documental relativo al complejo acero-industrias metálicas en América Latina, que constituye la medula empírica del presente trabajo. Mi investigación en este campo fue realizada gracias a una beca otorgada por la Fundación Ford, al Proyecto Stanford para Investigación Cuantitativa en Materia de Desarrollo Económico.

² Existe un cierto número de excepciones a esta generalización, tales como el brillante artículo

Los esfuerzos de ciertos teóricos más ortodoxos para demoler esas conclusiones no son convincentes, en términos generales, porque se apegan de un modo demasiado estricto a los supuestos clásicos.

Un aspecto teórico del problema quedó aclarado en algunos recientes artículos de Scitovsky (6), Fleming (7), Arndt (8) y Bator (9): la diferencia entre el concepto marshalliano de “economías externas” y la acepción dada a este término por Rosenstein-Rodan y otros teóricos del desarrollo. Conforme al uso pretérito, se refiere a los costos y beneficios de producción que no se reflejan adecuadamente en el mecanismo de los precios; en la teoría del desarrollo se refieren al efecto de una inversión sobre la rentabilidad de otra. En el primer caso se utilizan los supuestos del equilibrio competitivo, mientras que en el segundo se toman como base los supuestos del desequilibrio dinámico.

En el presente estudio me propongo comentar uno de los argumentos anticipados por Rosenstein-Rodan para coordinar las decisiones de inversión, argumento que toma en cuenta, parcialmente, sus “economías externas”. Mi propósito es presentar un modelo que permita medir la importancia de la interdependencia en la producción, para las decisiones de invertir, y elaborar un ejemplo concreto para el cual dichas decisiones tengan importancia. Una vez expuesto el caso volveremos a la formulación teórica del fenómeno de las economías externas y de sus implicaciones prácticas.

EL PROBLEMA

El problema puede plantearse en la forma siguiente: ¿Hasta qué punto y en qué circunstancias las decisiones coordinadas de inversión conducen a un uso más eficiente de los recursos que las decisiones individuales basadas en la información existente en el mercado? Hemos visto que si las condiciones de equilibrio competitivo se mantienen en forma permanente, y se excluyen las economías de escala, entonces las economías externas quedan limitadas a casos más bien excepcionales de interdependencia extra-mercado (o tecnológica), cuya importancia cuantitativa es insignificante.³

El mantenimiento del equilibrio competitivo a lo largo del tiempo exige que los precios actuales reflejen con precisión tanto la demanda futura como la presente, y que otro tanto ocurra con la oferta, reaccionando los inversionistas de tal modo que sus expectativas de precio se realicen continuamente.⁴ Éstas son condiciones sumamente rigurosas. Conforme a tales supuestos, los efectos “pecuniarios” o de mercado de una

de Lewis (3) respecto a las implicaciones de la mano de obra excedente para desarrollo económico, pero no se han ocupado con el problema aquí examinado.

³ Cf. Scitovsky (6), Bator (9). Nuestro caso estático ha sido analizado con el mayor detalle en el artículo de Bator.

⁴ Las condiciones de acuerdo con las cuales se mantiene a lo largo del tiempo el equilibrio competitivo han sido expuestas con más precisión por Dorfman, Samuelson y Solow (10), pp. 318 ss.

inversión, respecto a los cálculos de rentabilidad de otros inversionistas, son parte del mecanismo en virtud del cual el mercado coordina la acción entre los inversionistas y elimina la diferencia entre la rentabilidad privada y la social de la inversión inicial.

Cuando se supone que no se producen los continuos ajustes requeridos para mantener el equilibrio competitivo, estos efectos de mercado tienen un significado diferente. La situación resultante ha sido formulada con precisión por Scitowsky:⁵

La inversión en la industria A abaratará su producto; si éste se utiliza como factor en la industria B, aumentarán las utilidades de esta última. . . Las utilidades de la industria B, creadas por el precio rebajado del factor A, reclaman inversión y expansión en la industria B, uno de cuyos resultados será un incremento en la demanda, por la industria B, del producto de la industria A. . . el equilibrio sólo se alcanza cuando sucesivas dosis de inversión y expansión en las dos industrias han dado lugar a la eliminación simultánea de las utilidades en ambas. Sólo en esa etapa, en que se ha establecido el equilibrio, resultan aplicables las conclusiones de la teoría del equilibrio. . . Podemos concluir, en consecuencia, que cuando una inversión genera economías pecuniarias externas, su rentabilidad privada subestima su deseabilidad social.

Por añadidura, si el sistema no tiene como punto de partida una posición de equilibrio competitivo, no es posible suponer que la inversión acaecida conduzca necesariamente hacia un tal equilibrio.

El mecanismo que me propongo estudiar es, esencialmente, el diseñado por Scitowsky. Aunque incluido en el concepto de economías externas utilizado por Rosenstein-Rodan y Nurkse, queda subordinado en su análisis a los efectos de inversión que se transmiten vía incremento en el ingreso de consumidores. Esta extensión del concepto no me parece, sin embargo, recomendable, porque combina fenómenos de producción que son específicos de las inversiones individuales, con efectos-ingreso que se generan por cualquier inversión. Adoptaré, en consecuencia, las siguientes definiciones de economías externas en cuanto se aplican a los efectos de la inversión:

i) *Para el conjunto de la economía*, puede decirse que existen economías externas cuando el costo real de satisfacer un determinado juego de demandas es menor si las decisiones de invertir están coordinadas, que en caso de decisiones individuales, basadas en la información existente en el mercado.

ii) *Con referencia a industrias particulares*, puede decirse que las industrias A, B, C, . . . procuran economías externas a las industrias K, L, M, . . . si la inversión en las industrias A, B, C, . . . genera un decremento

⁵ Referencia (6), p. 148.

en el costo requerido para satisfacer las demandas de que son objeto los productos de K , L , M , ...⁶

El ejemplo siguiente sugiere algunas de las situaciones en las cuales las economías externas pueden ser importantes para las decisiones de inversión. Consideremos dos industrias relacionadas, acero y metalistería. Existen demandas de 1 000 para los productos de cada industria, y se satisfacen corrientemente mediante importación, en cada caso. La producción nacional de productos metálicos requeriría un insumo de .2 unidades de acero por unidad de producto, pero no sería rentable a los precios vigentes. La producción de acero, por su parte, tampoco ha sido rentable hasta ahora.

Supongamos ahora, como hace Scitowsky, una innovación que conduzca, en la producción de acero, a una inversión que "abarate el producto". Si la demanda existente en el mercado para el acero se adopta como guía para el monto o escala de la inversión, se instalará una capacidad de 1 000 unidades. Pero si el precio del acero se rebaja de acuerdo con su costo más bajo, la inversión en la rama de metalistería se hará, ahora, rentable. La inversión en una capacidad para producir 1 000 unidades de productos de metal dará lugar a una demanda adicional de 200 unidades de acero, requiriéndose, por lo tanto, una inversión ulterior en la industria del acero.

En este caso existirán economías externas en el sentido de las definiciones antecitadas, porque las decisiones coordinadas de inversión se traducirán en inversiones simultáneas en acero y metalistería, y en una oferta a costo más bajo de productos metálicos. La diferencia en el costo total entre las decisiones coordinadas y no coordinadas se debe a la sincronización de las inversiones, y desaparecerá a la larga, por el juego de las fuerzas del mercado, cuando i) se reduzca el precio del acero, y ii) la demanda de acero no se incremente más, en el ínterin.

Según otros supuestos, puede ocurrir que las economías externas producidas por inversión coordinada no se eliminen, andando el tiempo, por las reacciones del mercado. Si existen economías internas de escala en la industria del acero, puede resultar rentable invertir a una demanda de 1 200 unidades pero no a una de 1 000. En tal caso, las inversiones deberán hacerse conjuntamente en ambos sectores, si en cada uno de los casos resulta rentable la inversión.

La innovación es tan sólo uno de tantos factores iniciales que pueden dar lugar a economías externas de este tipo. El descubrimiento de una nueva fuente de mineral de hierro, el tendido de un ferrocarril, un aumento en el costo de lograr importaciones, o cualquier otro cambio que hace ren-

⁶ También puede hacerse la distinción originaria entre reducción de costo, vía cambios de precios (pecuniaria), en cuanto a los requerimientos de insumos (tecnológica), pero el segundo caso no es de gran importancia para el análisis de las decisiones de inversión.

table la inversión inicial en acero puede generar repercusiones similares. Todos estos ejemplos implican sectores adicionales de la economía, y analizarlos en forma suficientemente detallada exige recurrir a un cierto modelo interindustrial. Uno de esos modelos se propone en el apartado siguiente.

Como la importancia de las economías externas depende en buena parte de las magnitudes consideradas, trabajaré con un ejemplo concreto basado en las condiciones actuales en las industrias de acero y metales en América Latina. El número de sectores incluidos es el mínimo que se considera necesario para tomar en consideración las inversiones más directamente relacionadas. Se ha escogido ese ejemplo porque contiene prácticamente todos los elementos que se han sugerido en la discusión de las economías dinámicas externas. Mi procedimiento consistirá en comparar la asignación o imputación de recursos resultante, en los dos supuestos extremos, a saber: el de perfecta coordinación y el de total ausencia de coordinación de las decisiones de invertir.

Se harán otros supuestos alternativos con referencia a los costos de factores, a la magnitud del mercado, y al grado de coordinación, con objeto de medir la importancia de esos diversos factores.

EL MODELO

La interdependencia de las decisiones de inversión será examinada en el contexto de las condiciones prevalentes en los países poco desarrollados, respecto de los cuales tiene una importancia mayor que en el caso de países más avanzados. La interdependencia es, también, más importante respecto a productos vendidos a productores, caso que típicamente acaece en sectores referidos a la manufactura. En los países subdesarrollados, la manufactura se inicia originariamente como un sustituto de la producción artesanal o de las importaciones. Cualquiera de estos supuestos podría hacerse en el caso general, pero el último de ellos es evidentemente más apropiado para los artículos en nuestro caso examinados.

El modelo propuesto se considera idóneo para llevar a cabo un análisis explícito de la producción y la inversión en un grupo de sectores relacionados⁷ dentro de un esquema simplificado de equilibrio general. Para aquellos sectores cuyos niveles de producción e inversión son importantes para el resultado, especifica una función producción en la forma de una "actividad" o columna de coeficientes de insumo, tipo Leontief. Las de-

⁷ Las interrelaciones de mercado pueden clasificarse de diversos modos, pero la distinción más importante es la que existe entre *interdependencia de producción* (proveedor-usuario, usuarios de un insumo común, etc.), e *interdependencia vía ingresos incrementados de consumo*. Me interesa principalmente el primer tipo y, por consiguiente, tomaré como dadas las demandas de consumidores, para la mayor parte del análisis. Fleming (7), p. 250, distingue entre economías "verticales" y "horizontales", conforme a un enfoque similar.

mandas de producción de esos sectores en el resto de la economía se consideran como datos. Las ofertas de insumos provenientes de otros sectores de la economía, de importaciones, y de mano de obra y capital, se suponen disponibles a los precios vigentes. Más adelante examinaremos los efectos resultantes de eliminar esos supuestos.

El modelo permite el análisis de las siguientes características de los países subdesarrollados, que pueden afectar bien sea la fuente del incentivo inicial para invertir, o el ámbito de la coordinación que habría de suponerse.

i) *Imposibilidad de usar técnicas conocidas de producción a costo más bajo*, por ignorancia, escasez de innovadores o falta de capital en volumen considerable.

ii) *Exigüidad de los mercados para artículos manufacturados*, en relación con la magnitud de una planta de costo mínimo. La explicación puede encontrarse en costos de transporte y barreras arancelarias relativamente elevados, juntamente con bajos niveles de ingreso. Las demandas para esos artículos se satisfacen en buena parte mediante importaciones.

iii) *Imperfección en los mercados de factores*, con un gran margen de precios para mano de obra, capital y cambios exteriores, generado por obstáculos institucionales y culturales al movimiento de estos factores entre usos alternativos. El costo de la mano de obra ocasional es con frecuencia más bajo que su costo para la industria, mientras que el capital y los cambios exteriores se hallan frecuentemente racionados por diversos procedimientos.

iv) *La ausencia de servicios generales adecuados* —transporte, energía, etcétera.

Es este juego de factores, más bien que el nivel sustantivo del ingreso *per capita*, lo que importa a la hora de discutir los efectos de la interdependencia de las inversiones.

El análisis de la producción

La descripción de la producción en términos de actividades tiene muchas ventajas cuando se trata de tener en cuenta los factores estructurales anteriormente enunciados. La formulación usada en la programación matemática permite determinar la asignación óptima de recursos cuando existen limitaciones a las cantidades demandadas y a la oferta de factores. Semejante solución corresponde al caso de la coordinación perfecta. Por añadidura, será necesario elaborar soluciones para representar los resultados de decisiones individuales no coordinadas.

El modelo que usaremos se resume en el Cuadro 1 como una serie de diez ecuaciones, en forma de análisis por actividades. Sus rasgos distintivos son los siguientes:

i) *Cada ecuación corresponde a un artículo o a un insumo de factor*.

primario. Las siete primeras ecuaciones corresponden a los artículos producidos en la parte de la economía cubierta por el modelo. Las seis primeras corresponden a productos de los sectores más directamente afectados por el nivel de producción en la industria del acero, ya sea como abastecedores o como usuarios. El cambio exterior (ecuación 7) se trata como una mercancía, y las exportaciones se incluyen en el modelo para mostrar los recursos utilizados para efectuar importaciones. La ecuación B se aplica a los artículos producidos por doquier en la economía y se intercala en el sistema para tomar en cuenta todos los costos de producción.

ii) *Las actividades en el modelo* describen los modos alternativos de suministrar cada artículo. El producto de cada actividad se expresa mediante un coeficiente positivo, 1.0. El nivel de actividad indica el monto neto producido por la actividad respectiva, no existiendo productos conjuntos. El uso de un artículo en la producción se expresa mediante un coeficiente negativo, A_{ij} , siendo la cantidad del artículo i en el sector j $A_{ij}X_j$. Las actividades productivas (X_j) requieren insumo de otros sectores en el modelo, y también de fuera del sistema (insumo 8-10). Las actividades en importación (M_j) requieren un insumo de moneda extranjera, en la cuantía indicada por el coeficiente en la línea 7, por unidad de producto suministrada. Es posible la importación para los artículos 1, 2, 3 y 5. (Para todas las actividades el artículo suministrado se indica mediante un subíndice.)

iii) *Las ocho primeras ecuaciones* del modelo constituyen una serie de restricciones sobre los niveles posibles de producción, importaciones y exportaciones. Cada ecuación se formula multiplicando cada coeficiente en la línea, por la actividad respectiva (X_jM_j o E_j), y haciendo el total igual a la demanda desde fuera del sistema. Por ejemplo, la ecuación referente a hierro y acero se expresa del siguiente modo:

$$-.22X_1 + M_2 + X_2 - .05X_3 - .01X_4 - .01X_5 - .02X_6 = 1000. \quad (2)$$

La oferta total viene expresada por $(M_2 + X_2)$; el uso total de hierro y acero en los sectores de dentro del sistema es $\sum_j A_{2j}X_j$; el uso "externo" en el resto de la economía es 1 000. Las demandas desde el exterior se suponen solamente para los dos primeros artículos, puesto que la existencia de demandas exteriores para el remanente no afecta a la naturaleza de la solución.⁸

La ecuación para el cambio exterior ofrecido y demandado presenta una forma similar:

$$-.85M_1 - 1.2M_2 - 1.1M_3 - 1.0M_5 + 1.0E_7 = 0. \quad (7a)$$

* 8 Los niveles de producción o importación calculados para los artículos restantes pueden considerarse como incrementos por encima de un nivel dado, que no resulta afectado por las selecciones de inversión en los sectores analizados.

Cuadro 1. EL MODELO DE PRODUCCIÓN

Ecuación	Artículos	Actividades *											Demanda externa	Precios dados
		M ₁	X ₁	M ₂	X ₂	M ₃	X ₃	X ₄	M ₅	X ₅	X ₆	E ₇	X ₈	
(1)	Productos metálicos †	1.0	1.0										1000	
(2)	Hierro y acero		-.22	1.0	1.0		-.05	-.01		-.01	-.02		1000	
(3)	Mineral de hierro				-.08	1.0	1.0						0	
(4)	Energía eléctrica		-.01		-.02	-.02	1.0			-.03			0	
(5)	Carbón				-.10		-.25		1.0	1.0	-.07		0	
(6)	Transporte		-.01		-.02	-.50				-.20	1.0		0	
(7a)	Cambios exteriores	(a) -.85		(a) -1.2		-1.1			-1.0			1.0	0	
(7b)		(b) -.815		(b) -1.05										
(8)	Otros insumos		-.17		-.09	-.10				-.08	-.17	-.10	1.0	0
(9)	Mano de obra		-.7		-.2	-.3				-.4	-.7	-1.0	-1.0	1.5
(10)	Capital		-.7		-2.7	-.5				-.7	-2.5	-2.2	-1.5	1.0

* Todos los coeficientes de insumo se miden en valor por unidad de producción excepto la mano de obra, que se expresa por años-hombre. Las unidades de valor para la demanda externa (y por consiguiente para la mano de obra) son arbitrarias.

† "Productos metálicos" comprenden maquinaria, vehículos, y otros productos en las categorías 36, 37 y 38 de la clasificación Industrial Internacional Standard.

(Por razones indicadas más adelante, los supuestos alternativos *a* y *b* se referirán a la magnitud de los coeficientes que especifican el costo de las importaciones de los artículos 1 y 2.)

iv) *El uso de factores primarios*, capital y mano de obra, se expresa en las ecuaciones 9 y 10. Respecto a estos insumos no producidos, no existe restricción alguna a la oferta, sino sólo un pequeño margen de variación. En cambio, se supone que los precios están dados por ciertas condiciones en el resto de la economía, fijándose arbitrariamente el precio del capital en 1.0. En una etapa ulterior se introducirán las economías de escala haciendo de los coeficientes promedios de capital y mano de obra una función decreciente del nivel de producción. (El modelo de análisis por actividades puede manejar holgadamente las limitaciones de oferta en un caso más general.)

Una solución a un modelo de programación como el que nos ocupa consta de una serie de niveles de actividad no negativos, que satisfacen las ecuaciones 1-8. En la programación lineal es necesario considerar solamente soluciones "básicas" —aquellas que tienen tan sólo tantos niveles positivos de actividad como ecuaciones existen—. Una regla similar es válida cuando existen economías de escala, por lo que la mayor parte de las soluciones de las cuales me ocupo, son soluciones básicas. En el presente modelo, una solución básica contendrá una actividad que tenga una producción positiva para cada restricción referida a un artículo. La cifra total de esas combinaciones es 2^4 , o sea 16, puesto que existen fuentes alternativas para cuatro artículos.⁹ Sin embargo, en dichas combinaciones posibles, sólo se generan seis soluciones diferentes, que se ofrecen en el cuadro 2.

Se consideran apegados a la realidad los coeficientes utilizados en el Cuadro 1, pero para evitar peculiaridades locales he prescindido de los datos reales de cualquier país. La selección de sectores y de datos de insumo-producto (prescindiendo del acero) se efectuó tomando como base una comparación de la estructura de cuatro países.¹⁰ Se utilizaron datos latinoamericanos (13) para la industria del acero, y coeficientes japoneses de mano de obra y capital para los sectores restantes.¹¹ Los precios de importación y los costos de exportación son hipotéticos. Las proporciones de la demanda externa para productos de acero y metal se han fijado inicialmente a niveles arbitrarios, pero en un apartado posterior se ha considerado explícitamente el efecto resultante de variarlos.

⁹ Aunque sería bastante sencillo incluir técnicas alternativas de producción en cada sector, no se consideró necesario en el presente caso porque importaciones y exportaciones constituyen una alternativa a la producción local. Como la selección más importante en estos sectores es la que se habría de efectuar entre las importaciones y la técnica de producción más eficiente, he limitado las posibilidades a esas dos.

¹⁰ Chenery y Watanabe (11).

¹¹ Según estudios inéditos realizados por T. Watanabe, del Proyecto Stanford para Investigación Cuantitativa en Materia de Desarrollo Económico.

Cuadro 2. SOLUCIONES BÁSICAS AL MODELO

Solución	Nivel de actividad												Uso de factores		
	M ₁	X ₁	M ₂	X ₂	M ₃	X ₃	X ₄	M ₅	X ₅	X ₆	E ₇ †	X ₈	Mano de obra ‡	Capital ¶	Total
0	1 000		1 000		0		0	0		0	1 865	187	2 052	4 383	7 461
1		1 000	1 200		0		10	3		10	1 285	301	2 296	4 035	7 479
2	1 000			1 001	80		20	106		20	1 009	196	1 425	5 332	7 470
3	1 000			1 007		80	25		113	83	815	206	1 357	5 231	7 267
4		1 000		1 221	98		35	133		34	241	313	1 532	5 195	7 493
5		1 000		1 229		98	41		141	112		324	1 446	5 065	7 234

* El total de las 16 combinaciones posibles de importaciones y producción en los sectores 1, 2, 3, 5 está reducido a seis porque (i) cuando el acero es importado, las demandas de mineral de hierro y carbón son cero, y las soluciones 0 y 1—cada una de ellas— representan cuatro bases posibles; y (ii) he omitido la posibilidad de importar mineral de hierro y de producir carbón, o viceversa, porque no se suscita bajo mis supuestos en cuanto al ámbito de la coordinación.

† Exportaciones bajo el supuesto b de importación.

¶ Mano de obra y capital en el caso I.

Precios y economías externas

Como me propongo aislar los efectos de interdependencia en la producción, supongo que el ingreso es creciente, y que la inversión se efectúa a una determinada tasa para la economía en su conjunto. El nivel de ingreso en cualquier momento determina demandas específicas para productos de acero y metal, mientras que las oportunidades de inversión para el resto de la economía fijan la productividad de la inversión y el costo de oportunidad del trabajo. Los precios de "otros insumos" están determinados por los costos de mano de obra y capital, habiéndose omitido del modelo las estructuras internas de las industrias que los producen.

Salvo el caso en que se especifique de otro modo, se supone que los precios satisfacen las condiciones de precios basados en el costo marginal.¹² Se supone una posición inicial en la cual cada artículo se produce o se importa, lo cual es una solución básica. Supongo igualmente un precio de 1.5 para la mano de obra, que es el costo de oportunidad. Los precios de los artículos y el precio del cambio exterior pueden calcularse en tal caso sobre la condición de que el precio equivale al costo marginal. (En el caso I, en que no existen economías de escala, el costo marginal es, a la vez, el costo promedio.) Este cálculo implica la solución de ocho ecuaciones simultáneas, una para cada actividad, de la siguiente forma:

$$a_{1j}P_1 + a_{2j}P_2 + a_{3j}P_3 + \dots + a_{10j}P_{10} = 0 \quad (j = 1 \dots 8) \quad (11)$$

donde a_{1j} es el coeficiente (marginal) de insumo para el insumo 1 en la actividad j . Los precios, de esa manera definidos, son los mismos precios "de sombra" (concomitantes) o de equilibrio en un sistema de programación para el caso lineal, salvo para el insumo exógeno de mano de obra, cuyo precio es dado.¹³

Los precios relativos que sirven a la economía como punto de partida están determinados por la fuente de suministro —producción interna o importaciones— de cada artículo y por el costo de procurarse cambio exterior. Supondré que inicialmente todos los artículos que pueden ser importados —productos de metal, acero, mineral de hierro y carbón— se importan en efecto.¹⁴ Una vez determinado el precio del cambio exterior, los precios están dados.

El precio de "otros insumos", P_8 , se computa con facilidad sobre el supuesto de que el precio de mano de obra y capital es 3.0. Sustituyendo

¹² Para simplificar, ignoro las diferencias en cuanto a la durabilidad de capital y riesgo entre sectores, y supongo que la tasa bruta de rendimiento requerida por los inversionistas en cada sector, es la misma. Hubiéramos podido introducir fácilmente ciertas variaciones en estos factores, pero no servirían a un propósito útil, en el presente contexto.

¹³ La formulación general utilizada en el análisis de actividades y la interpretación económica de los precios concomitantes han sido examinados en Dorfman, Samuelson y Solow (10) especialmente en los caps. 6-8.

¹⁴ Excepto para el mineral de hierro, para el cual no existe demanda si no se produce acero.

$P_8 - P_{10}$ en la ecuación 11, en lugar de la actividad exportadora, se determina que el precio del cambio exterior ha de ser 4.0. El precio de cada artículo importado se establece, en consecuencia, multiplicando su precio en moneda extranjera por el precio (costo de oportunidad) del cambio exterior. El mismo procedimiento se sigue en ulteriores soluciones.

Los precios de los artículos de producción interna en esta solución y en las subsiguientes deben ser determinados simultáneamente, puesto que cada sector (salvo el primero) vende a uno o más de los otros. Para facilitar esta solución, se ha dispuesto la matriz de coeficientes en orden de triangularidad máxima —es decir, en la solución, los elementos situados por encima de la diagonal se reducen a un mínimo—. ¹⁵ La serie de precios iniciales se ofrece en la línea (1) del Cuadro 3.

Partiendo de esta posición inicial, en que la demanda de los artículos 1 y 2 se satisface mediante importaciones, mediré los efectos de diversos factores que hacen rentable la inversión en uno o en ambos sectores. En cada caso se hará un cálculo del monto de inversión que se registrará, bajo supuestos alternativos, en cuanto a las reacciones de los inversionistas. ¹⁶ La eficiencia social de esas reacciones se medirá por la reducción en el costo total de atender las demandas dadas. A su vez el costo total equivale al capital más la mano de obra usados, siendo el valor de esta última su costo de oportunidad, es decir, 1.5.

Los dos supuestos relativos al comportamiento inversionista pueden formularse del siguiente modo:

i) *Reacciones individuales*: La inversión tendrá lugar en sectores que arrojan ganancias mayores que o iguales a la productividad marginal existente del capital (cifrada en 1.0) a *precios actuales* y en cantidades determinadas por *demandas presentes* del artículo en cuestión.

ii) *Reacciones coordinadas*: La inversión tendrá lugar en sectores y en cantidades que, en conjunto, satisfarán las demandas externas al costo total mínimo. (Para el caso lineal I, dicho supuesto puede establecerse en términos de rentabilidad individual a precios futuros.)

Estos supuestos representan el margen externo entre no-previsión y decisiones sociales óptimas respecto a la inversión. No se consideran como descripciones de la conducta real de economías sin planear o planeadas, sino como una base para estimar la diferencia máxima en cuanto a la realización.

La segunda parte del supuesto, referida a las reacciones individuales, no será aplicada a sectores en los cuales se halla ya establecida la producción interna, porque ninguna inversión se efectuará en la industria que

¹⁵ Las soluciones tanto para precios como para cantidades se lograron mediante el método iterativo de Gauss-Seidel. El método, en su aplicación a los sistemas de insumo-producto, ha sido explicado en Evans (12).

¹⁶ El mantenimiento del patrón de oferta originario requiere también inversión en exportaciones pero mantiene inalterados los precios originarios.

utiliza energía, por ejemplo, sin expandir la capacidad de producción. El monto de inversión inducida que se requiere en sectores cuya producción se halla ya establecida, se supondrá que acaece inclusive respondiendo a reacciones individuales. Es necesario tal supuesto para que una determinada serie de alternativas sea factible —es decir, que satisfaga todas las restricciones.

El costo de cada juego de alternativas puede medirse de una o dos maneras. Consiste la primera en calcular la producción requerida en cada sector, y determinar, sobre la base de este resultado, el monto de mano de obra y capital necesitado en todo el ámbito de la economía. Así se ha procedido para las seis soluciones básicas en el cuadro 2. En la situación inicial (solución 0) las demandas externas se satisfacen mediante exportaciones, y la producción sólo se efectúa en los sectores 7 y 8, exportaciones y “otros insumos”. El costo total de esta producción es de 2 052 unidades de mano de obra y 4 383 unidades de capital. Utilizando el supuesto de un 1.5 como costo de oportunidad para la mano de obra, el costo total de esta alternativa será de 7 461. El costo total de las restantes alternativas se calcula del mismo modo.

El uso de precios procura un segundo método de calcular el costo total de cada juego de alternativas, que es más interesante desde un punto de vista económico. Cada precio representa el capital total usado, directa e indirectamente, para generar una unidad de producto neto. En la situación inicial del ejemplo B en el Cuadro 3, *infra*, los precios de los artículos 1 y 2 se cifran en 3.26 y 4.20. Multiplicando las demandas externas y sumándolas resulta el costo total en 7 460, como antes (redondeado). Este resultado corresponde a la solución “dual” de un sistema de programación lineal.¹⁷

Conforme a los supuestos adoptados, cualquier inversión rentable reducirá necesariamente el costo total de los factores requeridos para satisfacer las demandas finales dadas. La diferencia entre las cantidades requeridas, bajo los dos supuestos, respecto a las decisiones de los inversionistas, procura una medida de la importancia cuantitativa de la interdependencia de las decisiones de inversión. Considerando algunos tipos de política, es deseable imputar esta diferencia a sectores individuales. Si se procede así, lograremos una medida parcial del tipo de economías externas a las cuales se refiere Rosenstein-Rodan: la diferencia entre la rentabilidad social y la privada, resultante del hecho de reconocer su interdependencia.

17 El cálculo de la solución del precio se explica más detalladamente en el Apéndice.

Cuadro 3. EFECTOS DE LA COORDINACIÓN SOBRE UTILIDADES Y PRECIOS: Caso I

Supuestos de inversión *	Supuestos de impor- tación †	Solución Nº	Rentabilidad de la inversión ¶				Precios							Costos totales §
			1	2	3	5	1	2	3	4	5	6	7	
Ejemplo A:														
(1) Posición ini- cial	a	0					3.40	4.80	4.40	5.04	4.00	4.43	4.00	8 200
(2) Inversión in- dividual en 2	a	2	— .01	+ .58	—	—	3.40	4.22	4.40	5.04	4.00	4.43	4.00	7 620
(3) Coordinación de 1 y 2	a	4	+ .12	+ .59	—	—	3.28	4.21	4.40	5.03	4.00	4.42	4.00	7 490
Ejemplo B:														
(4) Posición ini- cial	b	0					3.26	4.20	4.40	5.04	4.00	4.43	4.00	7 460
(5) Inversiones individuales en exporta- ciones	b	0	— .01	— .01	+ .70	+ 1.42	3.26	4.20	4.40	5.05	4.00	4.43	4.00	7 460
(6) Coordinación de 2, 3, 5	b	3	— .01	+ .20	+ .70	+ 1.42	3.26	4.00	3.70	4.68	2.58	4.32	4.00	7 260
Ejemplo C:														
(7) Coordinación de 1, 2, 3, 5	a	5	+ .17	+ .79	+ .70	+ 1.42	3.23	4.00	3.70	4.68	2.58	4.32	4.00	7 230
	b	5	+ .20	+ .20	+ .70	+ 1.42								

* La expansión necesaria en los sectores 4 y 6 se supone en todos los casos.

† Supuestos de importación: (a) $m_1 = .85$, $m_2 = 1.2$,
(b) $m_1 = .815$, $m_2 = 1.05$.

¶ La rentabilidad por unidad de producción a los precios de insumos indicados, siendo el precio de producción el de la posición inicial.

§ Costos totales iguales ($1\ 000 P_1 + 1\ 000 P_2$).

MEDICIÓN DE LOS EFECTOS DE INTERDEPENDENCIA

Habrà inversión en una industria¹⁸ sólo en el caso de que su productividad marginal sea mayor que o igual a la supuesta para el resto de la economía. Suponiendo que las inversiones rentables en el pasado se han efectuado ya, habrá de verificarse una de las siguientes condiciones, para que la inversión en acero o metales resulte rentable ahora:

- i) *La disponibilidad de tecnología*, que es más eficiente a los precios vigentes, para insumos y productos, que la anteriormente utilizada;
- ii) *Un cambio en el costo* de uno de los insumos exógenos, por ejemplo una baja en el precio de la mano de obra o del capital;
- iii) *Un alza en el costo* de procurarse cambio exterior (es decir, un cambio que afecte a la actividad E_7 en el cuadro 1;
- iv) *Planeación coordinada*, suponiendo que existen recursos no usados en uno de los sectores de oferta;
- v) *La expansión de la demanda*.

Estos factores pueden generar inversión en uno o en varios sectores, y los resultados pueden o no causar diferencias entre decisiones individuales de inversión y decisiones coordinadas. En este apartado trataré de identificar los tipos más importantes de efectos externos —casos en los cuales difieren los resultados de ambos supuestos—, así como de medir su importancia cuantitativa en el ejemplo por mí elegido.

Será conveniente separar el caso en el cual existen economías internas de escala, de otro en que los costos sean perfectamente constantes, pues es frecuente afirmar que las economías externas no son sino el resultado de economías internas en algún otro lugar de la economía. Por lo pronto supondré constante el costo, como en el caso I, porque analíticamente es más sencillo, aunque empíricamente sea menos importante.

Para hacer el análisis más asequible utilizaré con carácter general el mismo juego de datos industriales (ecuaciones 1-6). Ello permite utilizar las soluciones básicas dadas para los sectores 1-8 del cuadro 2, para ambos casos. Se supone que las economías de escala solamente afectan a los coeficientes de mano de obra y de capital, que se hallan fuera del sistema interindustrial.

Para cada caso se elaborarán los mismos tres ejemplos ilustrativos de los factores incipientes enumerados con anterioridad, midiéndose además la magnitud de los efectos exteriores.

Caso I: Efectos externos con costos constantes

Los principales efectos de interdependencia en la producción pueden clasificarse como *efectos sobre los usuarios* y *efectos sobre los abastecedores*.

¹⁸ No supongo diferencia alguna entre las plantas de una industria, salvo para los efectos de escala, examinados bajo el caso II *infra*.

res.¹⁹ Cada tipo se ejemplificará por separado, suponiendo una coordinación parcial entre decisiones de inversión, y después se mostrará su efecto combinado, suponiendo una coordinación completa.

Ejemplo A: Efectos sobre los usuarios. Los efectos externos de la inversión en la industria Y sobre los usuarios del artículo Y pueden ser ilustrados recurriendo al ejemplo de Scitowsky, relativo a los efectos de una innovación en Y. Supongamos que ahora es rentable invertir en la producción de acero, artículo que antes se importaba. En el ejemplo A del Cuadro 3, el precio del acero importado se toma como 1.2 para ilustrar esta posibilidad. Los precios iniciales, tal como se calcularon *supra*, se ofrecen en la línea (1) para todos los artículos. El precio de productos metálicos importados se ha situado, sin embargo, por debajo del costo de producción a precios corrientes, con lo que, sin coordinación, sólo se registrará inversiones en el acero. El efecto sobre el costo del acero y el costo total se muestra en la línea (2). No obstante, si la coordinación tiene lugar, la inversión en el sector 1 será también rentable, a causa del bajo costo del acero, y en el sector 2 será necesaria una inversión mayor para satisfacer la demanda incrementada. (Tal es la situación contemplada por Scitowsky, en el ejemplo anteriormente mencionado.) No se supone cambio alguno en la fuente de suministro de los otros insumos, y así, la reducción en el costo total de satisfacer las demandas dadas —de 7 620 a 7 490— puede ser atribuida totalmente a la coordinación entre la inversión en las industrias de acero y la de los artículos metálicos. Otros de los factores iniciales enumerados *supra* —un descenso en el costo de la mano de obra o del capital, o un alza en el costo de procurarse importaciones— pueden producir el mismo efecto.

Conviene subrayar que, bajo el supuesto de costos constantes, la diferencia entre inversión no coordinada y coordinada es sólo de tiempo, en este caso. Una vez efectuada la inversión en acero, será rentable invertir en la manufactura de artículos de metal, a menos que el precio del acero se sitúe por encima de su costo. Además, si *ambos* sectores no son rentables, a los precios de importación iniciales, la coordinación no los hará rentables. Las dos conclusiones registrarán cambios en los subsiguientes ejemplos.

Ejemplo B: Efectos sobre los abastecedores. Cuando la expansión en un sector incrementa la demanda de insumos, no se generan economías externas si el precio de los insumos refleja los costos de oportunidad de los factores utilizados para producirlos. Sin embargo, cuando la demanda incrementada en un sector genera una demanda de factores inmobiliarios

¹⁹ He efectuado mi abstracción partiendo de los efectos menos directos, tales como el uso de factores menos comunes de la producción, suponiendo una oferta elástica de insumos exógenos a costos constantes, por encima del nivel importante de la demanda. Como consecuencia, todos los insumos producidos se hallan disponibles a costo constante.

que no tienen usos alternativos, o de artículos producidos con factores inmobiliarios, la situación puede ser diferente.

En el presente ejemplo, el mineral de hierro y el carbón ilustran esta posibilidad. El mercado de esos bienes está limitado por los costos de transporte, particularmente en zonas donde los servicios de transporte no están bien desarrollados.²⁰ No obstante, si se establece una industria que cuenta localmente con esos servicios, sus productos pueden ser mucho más baratos que los correspondientes importados, como se ha supuesto en nuestro caso.

El ejemplo B en el Cuadro 3 ilustra el efecto en inversión en la industria del acero, sobre la rentabilidad de la inversión en suministros de carbón y mineral de hierro. Si se supone que fuera de la región no existe mercado para esos artículos, a causa de los altos costos del transporte,²¹ no se registrará inversión adicional en estos sectores, a menos que la producción de acero (o algún otro uso) se establezca localmente. Por otra parte, la producción de acero, sobre la base de materiales importados, no es rentable. En este caso no habrá inversión en ninguno de los sectores si no hay coordinación entre los tres. Con coordinación, el costo de abastecer la demanda existente para acero se reducirá de 4 200 a 4 000.

Puede generarse un similar efecto externo sobre los proveedores mediante una reducción en el costo de un factor que afecta las utilidades en todos los sectores. Supongamos que se reduce el costo de oportunidad de la mano de obra (utilizando, por ejemplo su valor calculado en lugar del costo de mercado) de 1.5 unidades de capital a 1.0. (Una reducción en el costo de oferta de capital o un alza en el costo de cambios exteriores tendría un efecto similar.) La inversión en ambos sectores 1 y 2 resultará entonces rentable para inversionistas individuales, pero el monto de inversión emprendida en el sector 2 será 18 % menor que si existe coordinación, puesto que inicialmente no se tendrá en cuenta la demanda del sector 1. La diferencia en el costo de satisfacer las demandas dadas, es 130 en este caso.²² Como en el ejemplo A, la coordinación afectará solamente al momento elegido para la inversión, porque resultará rentable expandir la inversión en el sector 2 cuando se manifieste la demanda de acero por parte del sector 1.

Ejemplo C: Efectos sobre abastecedores y usuarios. El ejemplo C en el Cuadro 3 muestra los efectos de una coordinación completa tanto de los abastecedores como de los usuarios en la industria del acero. En este caso, todos los artículos se producen localmente y nada es importado. Comparando este caso con el de coordinación parcial en el ejem-

²⁰ El caso adquiere mayor importancia cuando adoptamos supuestos más realistas, con referencia a las economías de escala en materia de transportes.

²¹ Nos procuran un ejemplo los yacimientos de carbón y mineral de hierro, materiales que no pueden transportarse económicamente a la costa.

²² No presentamos el cálculo porque el mecanismo es similar al del ejemplo A.

plo A, descienden los precios en ambos sectores 1 y 2, y existe una reducción de 260 en el costo total de satisfacer las demandas dadas. Si se compara con la coordinación parcial en el ejemplo B, sólo se registra una baja en el precio de los productos metálicos y el ahorro es mucho menor.

Una comparación del ejemplo C con el supuesto inicial del ejemplo B revela las máximas economías externas, que pueden atribuirse de modo exclusivo a la coordinación, en el presente ejemplo, cuando no existen economías de escala. En la posición inicial, ninguna inversión es rentable por sí misma, y la demanda seguirá siendo satisfecha vía importación, a un costo de 7 460. El ahorro debe atribuirse a la existencia de recursos locales de carbón y mineral de hierro, que pueden explotarse económicamente con coordinación, pero no de otro modo.

Caso II: Efectos externos, con economía de escala

La introducción de economías de escala no sólo da mayor importancia a los efectos externos en los ejemplos anteriormente considerados, sino que hace posible ciertos tipos que no existen en el caso de costos constantes. Consideraremos dichos efectos, después de examinar los fundamentos empíricos para la introducción de economías de escala.

La naturaleza de las economías de escala. A pesar de la importancia teórica de las economías de escala, su importancia cuantitativa sólo se ha investigado con relación a un limitado número de industrias. El material probatorio de que disponemos sugiere que las economías de lograr un volumen mayor de producción sólo se generan en el uso directo de capital y trabajo, y en insumos (como mantenimiento, gastos generales de diversa índole) relacionados con ellos. Las cantidades de materiales necesarios para producir un determinado artículo parecen variar poco con la producción, a menos que el incremento en las economías de escala permitan usar un diferente tipo de proceso. El valor de tales materiales puede bajar proporcionalmente a los incrementos en la cantidad comprada, debido a economías internas en otros sectores, pero esto resulta de la operación del modelo mismo.

La mayoría de los estudios referidos a las economías de escala se refieren a plantas o procesos más bien que a industrias enteras. La determinación de la variación de costo para toda una industria debe tomar en cuenta factores de localización y estructura del mercado —es decir, si el incremento vendrá de una planta o de varias, de una planta nueva o de la expansión de las antiguas, etc.—. En el presente caso, el acero es el sector en que las economías de escala revisten mayor importancia. Afortunadamente, la Comisión Económica para América Latina ha realizado un detallado estudio (13) de las economías de escala en la industria del

acero, basado en datos diseñados para plantas de diversa magnitud; algunos de los resultados se resumen en el Cuadro 4. El costo de producción en la planta más pequeña considerada, es 65 % mayor que en la más grande, circunstancia que no agota las economías posibles con una serie menor de productos.²³

Cuadro 4. ECONOMÍAS DE ESCALA EN LA PRODUCCIÓN DE ACERO *

C o s t o	Capacidad de la planta †				Decremento de 50 a 1 000
	50	250	500	1 000	
Costo por tonelada: ‡					
Materias primas	33.84	31.26	31.26	25.68	8.16
Mantenimiento y varios	20.59	11.11	10.57	9.83	10.76
Cargas de capital	122.93	101.20	87.10	85.05	37.88
Costo mano de obra	32.00	15.20	8.57	6.60	25.40
Costo total	209.36	158.77	137.50	127.16	82.20
Inversión total por ton.	492	405	348	340	152

* Adaptado según datos de *A Study of the Iron and Steel Industry in Latin America* (13), pp. 112-16.

† Capacidad en 1 000 toneladas de acero acabadas por año.

‡ Los costos (en dólares) se han tomado de cálculos de ingenieros para plantas hipotéticas integradas de diferentes magnitudes, localizadas en los Estados Unidos. Los costos de mano de obra se toman aquí al 50 % de los costos de Estados Unidos, y las cargas por depreciación y utilidades al 25 % del capital invertido, para reflejar las condiciones latinoamericanas. (No son éstas las cargas utilizadas en el trabajo original, que eran irrealmente bajas.) Se han consolidado los datos para hierro, acero y etapas de acabado.

Para usar estos datos en el análisis interindustrial, ha basado los coeficientes de insumo en el caso de una planta de 250 000 toneladas que es típica de la producción de acero en América Latina. Las economías de escala se supondrán solamente en el uso de mano de obra y capital, que acaso representan el 90 % de la reducción de costo reflejada en el Cuadro 4 si el precio de los insumos se mantiene constante.²⁴ Para este y los demás sectores del modelo, capital y mano de obra se tratarán como un solo insumo, que se representa mediante una ecuación lineal²⁵

²³ Las plantas están diseñadas para producir el 80 % de la gama de productos de acero típicamente demandados por países latinoamericanos. Los remanentes no podrían producirse económicamente, y serían importados. Cf. Cuadro 8.

²⁴ Toda la reducción registrada en el costo de las materias primas se debe a economías de escala en el sector transporte.

²⁵ Los insumos de capital y mano de obra en las industrias químicas de transformación (incluyendo la metalurgia) parecen adaptarse bastante bien a la siguiente fórmula:

$$f = f_0 \left(\frac{X}{X_0} \right)^\psi.$$

Wessel y Chilton (14) presentan datos tecnológicos referentes a las plantas químicas en las que el valor de ψ promedia aproximadamente .6 para el capital y .2 para la mano de obra. La ecuación 12 puede considerarse como una aproximación lineal a esta función que es válida por encima de un nivel específico.

$$f_i = \bar{f}_i + \gamma_i X_i \quad (12)$$

siendo

f_i el costo total del uso de capital más trabajo a los precios supuestos

\bar{f}_i una constante, y

γ_i el costo marginal a largo plazo para capital más trabajo.

Una función lineal se adapta satisfactoriamente a los datos de costo de producción de acero para un monto de producción superior a 250 000 toneladas. Para la magnitud representativa que hemos escogido, la *ratio* de costo marginal de mano de obra y capital, a costo promedio de ambos insumos, es aproximadamente dos tercios. Se ha utilizado esta *ratio* para determinar la función insumo para el sector 2 en el Cuadro 5, fijando el término constante de tal modo que pueda equipararse el costo total, en los casos I y II, a la demanda inicial de 1 000.

Cuadro 5. FUNCIONES DE INSUMO PARA MANO DE OBRA Y CAPITAL:
Caso II

Sector	Función insumo para insumo combinado *	Costo total igual a caso Ia †	MC/AC ‡
1	$f_1 = 500 + 1.25X_1$	$X_1 = 1\ 000$.71
2	$f_2 = 1\ 000 + 2.00X_2$	$X_2 = 1\ 000$.67
3	$f_3 = .80X_3$	$X_3 = 0$.84
4	$f_4 = 2.5X_4$	$X_4 = 0$.66
5	$f_5 = 1.1X_5$	$X_5 = 0$.85
6	$f_6 = 1.75X_6$	$X_6 = 0$.49
7	$f_7 = 3.7X_7$	Todos los valores	1.00

* Expresa la mano de obra en unidades de capital a la *ratio* de 1.5 : 1.0.

† Es decir, producto del cual los costos totales para mano de obra y capital son los mismos en ambos casos: I y II.

‡ El costo marginal en el caso II dividido por el costo promedio en el caso I.

Las funciones insumo para los restantes sectores fueron establecidos sobre los mismos principios, pero descansan en una base hipotética.²⁶ Sería difícil especificar una situación típica para minería, transporte y producción de energía, sin suponer una localización específica.

No se han supuesto economías o deseconomías respecto a las exportaciones. Se ha supuesto que el costo total es el mismo para cada sector en los casos I y II a los valores de la demanda exógena para cada artículo, que son los tomados en cuenta por cada inversionista individual.²⁷

²⁶ La máxima economía de escala se supone que corresponde al transporte, la mínima a la minería.

²⁷ Este supuesto se traduce en un término constante de 500 en el sector I, y de cero en otros sectores. Hubiera sido más realista suponer un término constante en los sectores 3 y 5, en los cuales no existe producción en la posición inicial, pero a la hora del resultado la diferencia hubiese sido pequeña.

**Cuadro 6. USO DIRECTO DE FACTORES POR SECTORES Y ECONOMÍAS EXTERNAS:
Casos I y II**

	Sectores combinados *	Econo- mías de escala	Solución N°	Uso directo de factores en el sector †							Uso total de factores ¶	Diferencia res- pecto de la posición inicial		Economías externas en el Sector 2
				1	2	3	4	5	6	7		Caso I	Caso II	
(1)	Posición inicial		0	0	0	0	0	0	0	7 460	7 460			
Ejemplo A:														
(2)	2,	I	2	0	3 272	0	80	0	81	4 038	7 471	+11		
(3)	1, 2	I	4	2 260	3 992	0	138	0	140	961	7 491	+31		
(4)	1, 2	II	4	2 260	3 772	0	95	0	78	961	7 166		-294	.030
Ejemplo B:														
(5)	2, 3, 5	I	3	0	3 295	100	100	174	337	3 260	7 266	-194		.020
(6)	2, 3, 5	II	3	0	3 287	88	69	151	188	3 260	7 043		-417	.046
Ejemplo C:														
(7)	1, 2, 3, 5	I	5	2 260	4 019	123	162	217	453	0	7 234	-226		.023
		II	5	2 260	3 790	108	111	189	252	0	6 710		-750	.097

* El supuesto de importación b se usa para los tres ejemplos.

† El uso directo de factores en el sector incluye el uso de "otros insumos".

¶ Las cifras varían ligeramente de las ofrecidas en los Cuadros 2 y 3, a causa del redondeo.

La forma de análisis es tal que fácilmente puede adaptarse para utilizar estudios de costos del género usualmente elaborado con motivo de programas de inversión.

Comparación de los casos I y II. Cuando existen economías de escala en sectores de oferta, las economías externas serán mayores porque el incremento de la demanda del sector usuario hará posible una producción más barata por parte del abastecedor. Analizaré ahora los mismos ejemplos que antes con los supuestos, recién hechos, en cuanto a las funciones de insumo para capital y mano de obra, con el propósito de mostrar la importancia de introducir las economías de escala.

Se ha constituido el Cuadro 6 aplicando las funciones alternativas de insumo, de los casos I y II, a las soluciones básicas cuantitativas dadas en el cuadro 2.²⁸ Discrepando del caso I, una inversión coordinada será rentable, con las economías de escala dadas, sin ninguna innovación, y he supuesto que se mantienen los precios de importación del ejemplo B. El uso de los factores en cada sector revela que en el ejemplo A la mayor parte de la diferencia entre los dos casos deriva de la mayor producción en el sector 2, mientras que en el ejemplo B la diferencia es casi totalmente debida a los demás factores de abastecimiento. La diferencia es más pronunciada en el ejemplo C, porque en este caso las economías de escala en los sectores de suministro (particularmente transporte) alcanzan proporciones sustanciales.

La imputación de economías externas por sectores

Las economías en el uso de factores que resultan de la coordinación corresponden al juego completo de las inversiones, más bien que a una determinada de ellas, porque todas son necesarias para el resultado. Si todas las inversiones en la economía estuvieran centralmente planeadas, no tendría objeto la tentativa de imputar este tipo de economías externas, porque la determinación del plan óptimamente integrado sería suficiente. Sin embargo, en economías en las cuales no toda la inversión se halla bajo control gubernamental, se plantea la cuestión de hasta qué punto deben tenerse en cuenta las economías externas en políticas que se proponen mejorar la eficiencia de las decisiones individuales de inversión. Surge concretamente este problema en los países menos avanzados en su desarrollo, cuando se intenta establecer prioridades de inversión para el conjunto de la economía, o dentro de ciertos sectores, por ejemplo en el caso de la manufactura. Estas prioridades se establecen para guiar las

²⁸ Para el caso I, este cálculo sirve para comprobar los resultados de la solución del precio, ofrecidos en el Cuadro 3. Para el caso II los precios de costo marginal pueden usarse igualmente para determinar el uso total del factor, pero la solución cuantitativa es la más conveniente. La solución del precio para este caso se consigna en el Apéndice. Con economías de escala, de solución óptima será una solución básica, como ocurrió en el caso lineal.

imputaciones de fondos de empréstitos o de divisas, o para utilizarlas como base para otras medidas en las cuales el gobierno influye sobre la inversión.

El elemento racional a la hora de asignar los beneficios de la coordinación a un sector o a otro debe deducirse del cuadro institucional. En el caso externo, puede suponerse que si se efectúa una inversión y se vende su producto al precio de la solución óptima, la inversión en las industrias abastecedoras y en las industrias usuarias sobrevendrá si el rendimiento de esas inversiones es igual a la productividad marginal del capital en cualquier otro lugar de la economía. En el presente ejemplo, la inversión en la industria del acero puede generar ese efecto y, de hecho, varios gobiernos realizan inversiones directas en la industria del acero, en parte para estimular la inversión en industrias conexas. Procedamos, pues, a calcular el efecto de tener en cuenta las economías externas sobre la rentabilidad de la inversión en acero.

Cabe considerar las economías externas como una adición al valor producido por una planta o como una reducción en su costo. Como en el presente trabajo he supuesto demandas dadas, es conveniente adoptar el segundo enfoque.²⁹ Los ahorros debidos a la coordinación de la inversión, presentados en el cuadro 6, pueden considerarse, en consecuencia, como equivalentes a una reducción en la inversión requerida en la industria del acero. La rentabilidad de la inversión aumenta por tal causa, y la diferencia procura una medida de las economías externas en el sector 2. En el ejemplo IB el cálculo sería como sigue:³⁰

	<i>Precios de mercado</i>	<i>Shadow prices</i>
Precio del producto	1.050	4.20
Costo de los insumos	.379	1.527
Margen de utilidad	.671	2.683
Capital por unidad de producto	2.700	
Capital ahorrado por unidad de producto (194/1 000)	.194	
Capital ajustado por unidad de producto	2.506	
Rentabilidad: Originaria	.248	
Ajustada	.268	
Economía externa	.020	

²⁹ En un examen anterior (15) he sugerido que las economías externas sean tratadas como una adición al valor agregado en la producción, aunque no indiqué cómo podrán medirse. Si se adoptara este enfoque, el valor adicional sería la producción adicional asequible con los factores ahorrados.

³⁰ En cada caso he utilizado la escala de inversión sin coordinación (1 000) como base de comparación. Los costos de insumo se derivan haciendo el precio del capital, igual a su productividad marginal (.25) en exportaciones.

El concepto es algo más complicado cuando existen economías de escala en la producción de acero, porque la productividad promedia de inversión en la planta es menor que la productividad marginal de los incrementos adicionales de capacidad. Este fenómeno induciría a crear una sobrecapacidad para la demanda dada en un momento del tiempo, factor que ignoro en mi supuesto. Aquí he calculado la productividad promedia de la inversión del mismo modo para el caso II que para el caso I, con los resultados que se ofrecen en la última columna del cuadro 6.

Medidas de este modo, las economías externas agregan entre el 8 y 10 % a la productividad de la inversión, en la industria del acero, en el caso I, y hasta 40 %, con coordinación de todos los sectores, en el Cuadro 2. En la medida de lo posible se tomaron en cuenta economías en el suministro de los insumos exógenos de bienes y servicios (que significan casi un 15 % de todos los costos), siendo la cifra algo más alta. La inclusión de economías externas de esa magnitud puede significar la diferencia entre un proyecto nada prometedor en el sector acero, y otro que debería incluirse en un programa de fomento.

La magnitud del mercado

El efecto de pequeños mercados combinados con economías de escala en la producción es una de las principales explicaciones que se han dado para la falta de crecimiento de los países pobres.³¹ Analizando las economías externas, he tomado hasta ahora como dada la magnitud del mercado. En el caso II la demanda para cada artículo se situó exactamente por debajo de la magnitud que haría atractiva la inversión para un empresario individual. Abandonemos ahora este supuesto y determinemos la diferencia que fija la escala mínima a la cual la inversión se hace rentable. Consideraré, en primer término, los sectores I y II por separado, y luego el patrón óptimo de inversión para el complejo total.

Inversión en sectores individuales. El análisis de la inversión en sectores individuales comparará el efecto de variación en la demanda exógena sobre el costo del suministro, bajo cuatro supuestos:

- i) *Importaciones;*
- ii) *Inversión no coordinada* en un sector;
- iii) *Inversión coordinada* en el suministro de sectores 3-6;
- iv) *Inversión coordinada* en todos los sectores.

El costo de satisfacer demandas de cualquier magnitud en cada sector, bajo estos supuestos, está dado por las ecuaciones del cuadro 7.

Las diferencias entre las tres últimas ecuaciones se generan del siguiente modo:

³¹ Cf. Nurkse (2).

ii) La inversión no coordinada tiene en cuenta economías de escala en el sector dado, pero supone el costo promedio de los insumos como dado por los precios iniciales del Cuadro 3 (línea 4);

iii) La coordinación de los sectores 3-6 considera el costo de esos insumos como determinado por los precios iniciales de las funciones insumo del Cuadro 5;

iv) La coordinación completa parte de los mismos supuestos que (iii) y, por añadidura, determina el costo neto de abastecer el sector en cuestión —es decir, 1 o 2— cuando la demanda en el otro permanece constante. Si la inversión no coordinada en el sector 1 no es rentable, y la inversión en el sector 2 la hace rentable, a la inversión en el sector 2 ha de acreditársele la diferencia entre el costo de suministrar el artículo 1 con producción interna y con importaciones. Estas funciones, por consiguiente, sólo son válidas por encima del nivel en el cual la inversión no coordinada, en el otro sector, no es rentable.³²

Cuadro 7. COSTO DEL SUMINISTRO EN CADA SECTOR BAJO DIVERSOS SUPUESTOS *

<i>Supuesto</i>	<i>Sector 1</i>	<i>Sector 2</i>
i) Importaciones	$S_1 = 3.26Y_1$	$S_2 = 4.2Y_2$
ii) Inversión no coordinada	$S_1 = 500 + 2.78Y_1$	$S_2 = 1\ 000 + 3.22Y_2$
iii) Coordinación de los sectores 3-6	$S_1 = 500 + 2.739Y_1$	$S_2 = 1\ 000 + 2.782Y_2$
iv) Coordinación de todos los sectores	$S_1 = 500 + 2.429Y_1$ + $(1\ 000 - 1.418Y_2)$ donde $Y_2 < 1\ 540$	$S_2 = 1\ 000 + 2.782Y_2$ + $(500 - .831Y_1)$ donde $Y_1 < 1\ 040$ $Y_1 > 600$

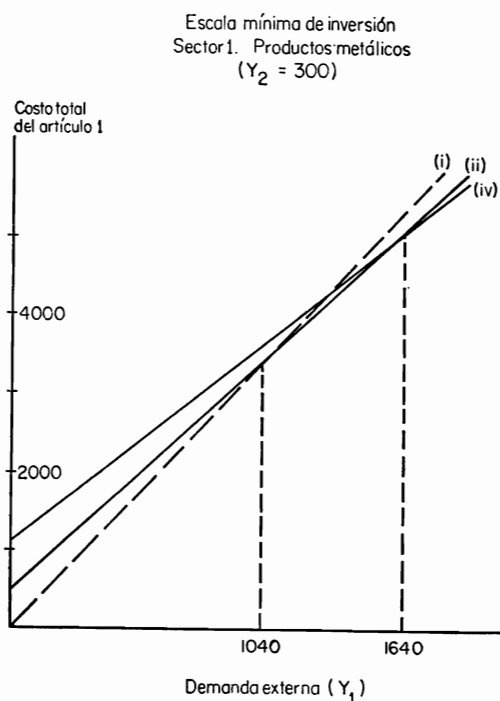
* Fuente: Apéndice.

Una comparación de las diversas alternativas se ofrece para cada sector en las gráficas 1a y 1b.³³ En cada caso he supuesto un valor único de producción en el otro sector (el caso general se examina en el capítulo siguiente). En el sector 1 las importaciones son rentables hasta una demanda de 1 040, al valor supuesto de Y_2 , y la inversión en el sector 1, exclusivamente, ofrece el costo de suministro más bajo desde el referido punto hasta una demanda de 1 040. A partir de este último, la coordinación de los sectores proveedores rebaja el nivel mínimo al cual la inversión se hace rentable, de 1 040 a 700. La coordinación de la inversión en el sector usuario la rebaja todavía más a la demanda supuesta en el sector 1.

³² En el sector 2 no hay ahorro por insumo del supuesto (iii) ni justificación para la inversión en 1 a menos que Y_1 sea mayor que 600 —es decir, a menos que el segundo término sea negativo—. En el sector 1, el último término puede ser positivo o negativo.

³³ En el sector 1 se omite la curva (iii) a causa de que se encuentra muy poco por debajo de la curva (ii).

El patrón de inversión a lo largo del tiempo. El precedente análisis puede generalizarse para esclarecer el patrón óptimo de inversión a lo largo del tiempo. Cuando la inversión está completamente coordinada, existen cuatro combinaciones alternativas de producción e importaciones, que se



GRÁFICA 1a

caracterizan por el máximo de eficiencia a diferentes combinaciones de la demanda:

- A) Importaciones tanto para 1 como para 2
- B) Producción de 1, importaciones de 2
- C) Importaciones de 1, producción de 2
- D) Producción tanto de 1 como de 2.

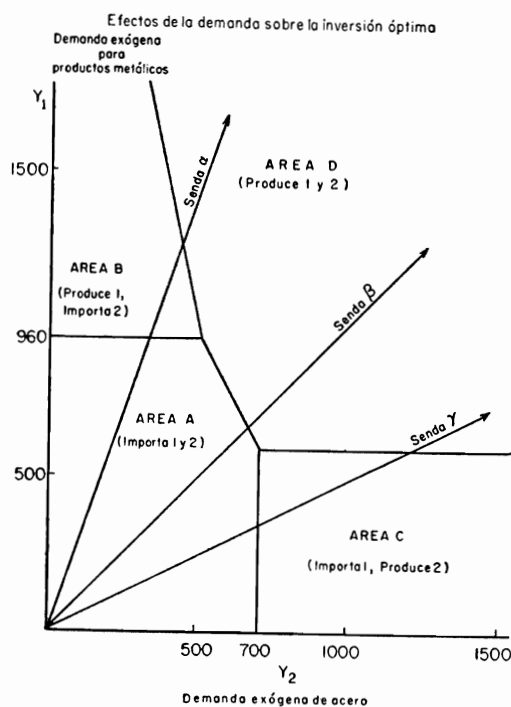
En el análisis del Sector 1 *supra* se mostró que sería eficaz proceder de A a B a D a medida que se expande la demanda para productos metálicos. Ahora trato de hallar todos los senderos posibles de expansión eficientes para este juego de funciones de producción.

Las cuatro alternativas pueden expresarse como combinaciones de las funciones —oferta en el cuadro 7, como sigue:³⁴

³⁴ La función de costo combinada para la alternativa D se consigna en el Apéndice, en esta forma:

$$S = (500 + 2.429 Y_1) + (1000 + 2.782 Y_2).$$

plos latinoamericanos cabe señalar que, *grosso modo*, Perú y Venezuela se han mantenido recientemente en el área A, Argentina en el área B, Chile en el área C, y Brasil y México en el área D, como se indica con los datos del cuadro 8, sobre producción e importaciones. Todos los países mencionados tienen yacimientos locales de mineral de hierro, pero la es-



GRÁFICA 2

cala a la cual se hace rentable la producción de acero varía con los costos de producción e importaciones.³⁵

EVALUACIÓN

El propósito principal de este análisis ha sido desarrollar un modelo que pueda medir algunos de los principales efectos de interdependencia sobre las decisiones de inversión. Para evaluar los resultados es necesario dilucidar primero si las simplificaciones hechas al establecer el modelo cambian la naturaleza de las conclusiones. Posteriormente trataré de señalar algunas de las implicaciones teóricas y prácticas de los resultados logrados.

³⁵ La producción de acero se ha establecido ahora con ayuda del gobierno en todos estos países, pero la sincronización puede o no ser la óptima.

Cuadro 8. A. PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES DE ACERO *
(1 000 toneladas métricas por año)

	Producción			Importaciones			Importaciones en % del Total
	1946	1950	1955	1946	1950	1955	
Argentina	170	250	250	440	870	1 450	85
Brasil	230	820	1 160	430	400	400	26
Chile	30	70	340	100	80	90	14
Colombia	0	10	40	120	190	300	88
México	270	390	730	270	370	340	32
Perú	0	0	0	—	—	190	100
Venezuela	—	—	50	340	700	860	93

* Fuente: CEPAL. (Se incluyen todos los países latinoamericanos productores de acero.)

B. COSTOS RELATIVOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS HIPOTÉTICAS †

	Capacidad	Costo relativo ‡	Precios de importación §
Argentina	850	92	115
Brasil	716	85	110
Chile	230	82	111
Colombia	250	76	108
México	430	83	108
Perú	150	90	110
Venezuela	300	94	106
Estados Unidos	1 000	72	—

† Fuente: CEPAL (13), p. 51. La capacidad está basada en el mercado interno en 1950.

‡ Basado en una planta norteamericana de 250 000 toneladas, igual a 100. Las cifras no incluyen las utilidades de la inversión.

§ Basado en los precios de Pittsburgh, más fletes, en 1948.

La formulación teórica

Efectos de los supuestos simplificadores. Las simplificaciones más importantes efectuadas en el análisis son, al parecer, las siguientes:

i) *La omisión de los efectos-ingreso.* Tomando como dadas las demandas finales para los artículos objeto de este estudio, he calculado el ahorro en el uso de factores resultante de la coordinación de la inversión, más bien que el incremento generado en el ingreso. El uso de factores se mide en unidades de inversión, y en consecuencia el incremento de ingreso que se logra mediante el ahorro de factores puede determinarse multiplicando el total por la productividad marginal del capital (.25 en precio de exportación). En el ejemplo II C, un incremento en el producto de 188 (9.9 % de las demandas externas) puede lograrse con los factores ahorrados.

Las razones para incluir los efectos-ingreso adicionales como parte de las economías externas no han quedado asentadas muy claramente. Si los precios de mercado de la mano de obra u otros recursos exceden a sus costos de oportunidad, este hecho representa una fuente de diferencia entre beneficio privado y social, pero no es necesariamente un resultado de la interdependencia de actividades productivas. Si los costos de oportunidad en lugar de los precios de mercado se utilizan con respecto de la mano de obra y otros recursos, el método aquí usado incluiría este efecto en el rendimiento calculado para el capital.³⁶

Los efectos-ingreso que no hemos incluido son los que emanan de economías de escala en sectores situados fuera del modelo. Un incremento en la demanda total reducirá el costo promedio de producción en cada sector donde tienen importancia las economías de escala, y ganará un ahorro real para la economía. Estos efectos sólo pueden ser medidos en un modelo que cubra la economía entera, en la cual se consideran dados los recursos, más bien que las demandas.

ii) *Efectos de aglomeración*. Los efectos de aglomeración derivan de la contigüidad física de los diferentes tipos de producción. En parte pertenecen al tipo marshalliano de las economías externas —creación de un agregado (*pool*) de trabajadores calificados, servicios comunes, etc.— que puede resultar de la expansión de una o varias industrias en un lugar. En parte se deben a una reducción en las cantidades físicas de ciertos insumos requeridos —particularmente transporte y almacenamiento—. Tomar adecuadamente en cuenta estos factores requeriría un modelo regional, pero algunos de ellos estarían incluidos en los precios conforme a los cuales se supone que las importaciones son un sustituto de la producción interna (o local). Por ejemplo se estima que una planta metalúrgica en América Latina, que trabaja con acero importado, tiene que mantener un almacén equivalente a seis u ocho meses de consumo para permitir plazos de entrega más largos, mientras que una planta que utiliza recursos locales sólo necesita una reserva de tres meses.³⁷ El costo de operar un almacén más grande debe cargarse a la actividad importadora (en el ejemplo presente un suministro extra, de seis meses, de acero, incrementa el coeficiente de capital en .1, y reduce las utilidades en la industria metalúrgica en 12 %).

iii) *Equilibrio parcial vs. general*. El modelo usado en nuestro caso es un sistema interindustrial truncado, en el que los insumos exógenos usados en los sectores de nuestro ejemplo se suponen disponibles a precios constantes. Como los insumos totales, empleados en los sectores omitidos,

³⁶ En efecto, esta diferencia puede impedir que los inversionistas individuales alcancen las decisiones socialmente deseables.

³⁷ Una sugerencia acerca de la importancia de disponer de una oferta local de acero es el estímulo a la producción de artículos metálicos concomitante al establecimiento de la producción de acero en cada uno de los países latinoamericanos. (Cf. ECLA (13), pp. 59-61.) Es difícil, sin embargo, evaluar esta experiencia porque los países afectados experimentan dificultades en balanza de pagos, y las empresas están periódicamente restringidas.

representan tan sólo 15 % del requerimiento total de factores, el uso de un modelo más completo no es probable que altere en forma importante el cálculo de los requerimientos de mano de obra y capital. Como he supuesto una demanda exterior dada, la utilización de mano de obra se altera solamente en la medida en que la producción de los factores analizados es más o menos “intensiva de trabajo”, en el agregado, que la producción en los sectores de exportación a los que sirve de sustitutivo. Se ha supuesto en nuestro caso que el complejo industrial usaría menos mano de obra y más capital que la producción primaria para exportación a la cual sustituye. En un modelo completo, la precisión del supuesto inicial en cuanto al valor relativo de mano de obra y capital podría comprobarse en una solución completa, pero *a priori* no puede decirse si las economías externas calculadas con precios de equilibrio serían mayores o menores.

iv) *Sustitución*. La sustitución en la producción y en el consumo se omite en el presente modelo, aunque la sustitución en la producción podría ser prevista utilizando actividades alternativas con coeficientes variables de insumo. Cualesquiera efectos de sustitución resultantes de los cambios de precios producidos por la coordinación de inversiones se agregarían al total de las economías logradas.

v) *Cambios a lo largo del tiempo*. El precedente análisis se ha concentrado en un período futuro y ha ignorado el hecho de que tanto las demandas como la eficiencia esperada en la producción con nuevas técnicas cambiará con el tiempo. En un modelo más completo, la suma descontada de valores y costos en cada alternativa debería ser tenida en cuenta con objeto de determinar el momento óptimo, en el tiempo, para la inversión en cada caso. Las economías de escala obligan a construir plantas con anticipación al crecimiento de la demanda,³⁸ y de aquí que un análisis más completo rebajaría el punto de equilibrio entre producción interna e importaciones, tanto en los casos individuales como en los coordinados. Probablemente bajaría más en este último caso, sobre todo si la coordinación justifica el uso de una tasa de descuento más baja.

Un segundo fenómeno dinámico, el hecho de que la eficiencia de las nuevas plantas, que necesitan entrenar su mano de obra, puede esperarse que se incremente sólo a lo largo de un lapso de tiempo considerable —suele obviarse en el análisis estático suponiendo “normales” las condiciones de operación durante un cierto tiempo en el futuro. Esta simplificación no generaría una diferencia entre las decisiones individuales y las coordinadas, a menos que se utilizaran diferentes tasas de descuento.

Cada uno de estos supuestos simplificadores puede considerarse neutral o tener el efecto de subvalorar la magnitud de las economías externas resultantes de la coordinación. De los factores mencionados, el de los efectos de aglomeración es el más importante, así como el más difícil de

³⁸ Este fenómeno ha sido investigado en Chenery (16).

medir. Los otros cuatro podrían incluirse en el presente tipo de modelo si así se estimara conveniente.

Economías externas, dinámicas y estáticas. El análisis de los efectos de inversión supone que un determinado monto de inversión neta tiene lugar en una economía en crecimiento. Los casos estudiados han rastreado la diferencia entre la reacción de los inversionistas individuales a diversos factores que pueden hacer rentable la inversión —innovación, un cambio en los precios relativos de los factores, recursos no usados, o crecimiento de la demanda y la reacción óptima de la economía entera—. Como estas diferencias son principalmente debidas al hecho de que los precios actuales no procuran guías precisas para la asignación óptima de los recursos de inversión, parece apropiado denominarlas economías externas. Si se llevan a cabo otros ajustes contemplados por la economía estática, desaparecerán algunas (pero no todas) de esas diferencias.

En los ejemplos del caso I, las economías externas resultantes de una innovación o de una baja de precio de uno de los insumos, son fenómenos puramente dinámicos. Si no se cuenta con un ulterior incremento de la demanda, los inversionistas individuales llegarán eventualmente al mismo resultado que la inversión coordinada, pues se supone que no están contratados por indivisibilidades, ignorancia u otras imperfecciones del mercado. Ello no significa, sin embargo, que las economías de coordinación sean ilusorias aun en este caso. Si se efectúa un cierto volumen de inversión cada año el incremento en el producto será más alto con coordinación que sin ella, y la tasa de crecimiento será mayor.³⁹ El ajuste a una condición de equilibrio estático no puede realizarse nunca, por consiguiente.

En el restante ejemplo del caso I, en el que la inversión coordinada es rentable porque existen recursos no utilizados, la eliminación del crecimiento no genera tendencia alguna, entre los inversionistas individuales, a llegar al mismo resultado que la coordinación, porque la razón de que existan recursos no utilizados aún, es la falta de inversión complementaria en diversos sectores conexos. Tampoco se advierte ninguna tendencia en el sentido de eliminar la diferencia en los ejemplos del caso II, donde existe economía de escala.

La diferencia entre los efectos de los supuestos iniciales de crecimiento (ofertas crecientes de factores) y equilibrio estacionario (ofertas de factores dadas) aparece en la crítica hecha por Fleming (7) al uso de las economías externas por Rosenstein-Rodan y Nurkse. En cuanto al supuesto del equilibrio estático, las economías externas potenciales de una inversión dada quedan ampliamente neutralizadas por los costos crecientes de los factores. Cuando existe una inversión neta positiva y una mano de obra

³⁹ Este caso es estudiado en el contexto de un modelo de programación para la economía entera, en Chenery (17), donde se sugiere una diferencia en cuanto a la tasa de crecimiento, de 10 a 20 %, debido a la diferencia en la productividad marginal de la inversión.

creciente, la cuestión se resume en una de usos alternativos de estos factores adicionales, y no podemos partir del supuesto apriorístico de que un programa coordinado que realiza economías externas utilizará un factor cualquiera en mayor cantidad que las inversiones alternativas que acaecerán si la coordinación no se logra. De hecho es bien probable que la coordinación utilice menos cantidades de mano de obra y capital para obtener el mismo resultado que la inversión no coordinada.

Aunque he procedido a analizar un fenómeno esencialmente dinámico, el método utilizado fue el de la estática comparativa —comparando los resultados de los supuestos alternativos de conducta en un determinado momento del futuro—. El método es adecuado para el supuesto de coordinación perfecta, y también para el caso en que no se advierte una tendencia a desviarse del patrón existente en materia de producción y precios, puesto que en ambos casos se cumplen las expectativas del inversionista. Por tanto, no me siento en aptitud de estimar la extensión en que la inversión no coordinada se queda corta con respecto al ideal, salvo el caso en que conduce a perpetuar las fuentes de abastecimiento existente. Todas mis comparaciones (excepto el ejemplo IA) se hicieron con este caso limitante de un patrón inalterado de producción.

Importancia de las economías externas

Si son realistas mis supuestos referentes a las economías de escala en los principales sectores, puede concluirse del análisis (p. 128) que las economías de coordinación parecen ser sustanciales en el caso estudiado; además, las economías externas pueden ser notoriamente mayores si se toman en cuenta factores omitidos en el análisis.

No puedo hacer otra cosa sino especular respecto a la probable importancia de las economías externas en otras partes de la economía. La irrigación, por ejemplo, es similar al caso del acero y los productos metálicos, en diversos aspectos: la existencia de grandes economías de escala en la oferta de insumo (construcción de presas, etc.), la importancia del costo del bien producido (agua) para los procesos agrícolas que lo utilizan, y la existencia de recursos inmuebles (área de las presas, tierras áridas) sin posibilidad de utilización alternativa.

Otros servicios generales —transporte, energía— se asemejan a las fundiciones de acero en que cuentan con grandes economías de escala, aunque el costo de su producto es habitualmente una fracción menor del costo de producción de los usuarios. El rasgo más distintivo de los servicios generales es, sin embargo, que sus suministros han de ser locales, y las importaciones no procuran una fuente alternativa. El caso de la inversión planeada respecto a esos servicios es, por consiguiente, bien difícil, pero la variedad de usos de que es susceptible hace menos importante la

tarea de influir las decisiones de los inversionistas individuales en las industrias usuarias.

Entre las industrias de transformación el ejemplo estudiado es acaso el más importante. Las industrias químicas conexas, tales como la de refinación del petróleo y la petroquímica, pueden procurar ejemplos en los que son comparables las economías de coordinación, particularmente cuando los productos intermedios no son vendibles con facilidad.

Uno puede concluir, acaso, de este género de observación, que las economías externas dinámicas son de importancia bastante para afectar el patrón óptimo de desarrollo a través del período de transición desde una economía productora de bienes primarios a otra con servicios generales bien desarrollados e industrias diversificadas. El efecto de reconocer en forma adecuada las economías externas es hacer más deseable la tarea de emprender conjuntamente actividades conexas, con una escala idónea, que la de incrementar la producción simultáneamente en todos los frentes.

La existencia de economías externas dinámicas se ha utilizado a veces como argumento justificante de la necesidad de espolear fuertemente la inversión para lograr un proceso de crecimiento cumulativo en el avance. En una economía cerrada con economías de escala eso puede ser cierto, pero cuando se importa una gran cantidad de productos manufacturados, el énfasis puede ponerse primeramente en un grupo de inversiones, y luego en otros. En cualquier caso, es dudoso que los gobiernos democráticos tengan amplio margen para manejar la palanca de la inversión, y el problema más realista es el de hacer el mejor uso posible de aquello de que se dispone.

Implicaciones para la política de desarrollo

La cuestión política más importante suscitada por el precedente análisis es la de hasta qué punto tiene que intervenir el Gobierno para asegurar los beneficios de la coordinación. Éste es un tema muy amplio, acerca del cual no puedo ofrecer sino unos cuantos comentarios dispersos. Me referiré a tres distintos tipos de coordinación: (i) integración bajo control privado; (ii) el sistema Lange-Lerner de precios centralmente administrados; y (iii) el control directo de la inversión.

Integración privada. La principal forma de coordinación privada es la integración de diversas inversiones bajo una sola propiedad o control. Es probable que ocurra donde las economías externas son sustanciales y los sectores implicados no muy numerosos. La explotación de recursos naturales nos ofrece un ejemplo común; la minería, el transporte especializado, y el procesado primario se desarrollan con frecuencia conjuntamente para producir artículos vendibles cuando la industria interna de transformación no existe todavía.

Desde el punto de vista público la rémora opuesta a la coordinación privada es el gran volumen de capital necesario para hacer una inversión integrada, que con frecuencia no es asequible a una sola empresa en un país subdesarrollado, y que, si se lleva a cabo, conduce a una posición monopolística a causa de las dificultades de entrada. Estos argumentos no se aplican con la misma fuerza a las inversiones extranjeras para la exportación, donde semejante integración es muy común.

Con la integración de la inversión privada, algunos de los beneficios de la coordinación posiblemente resultan perdidos porque la capacidad de los servicios auxiliares (talleres mecánicos, energía, transporte, etc.) suele diseñarse para satisfacer solamente las necesidades de la industria integrada, más que para servir otros usuarios potenciales. La inversión que puede ser rentable en otros sectores puede no ocurrir, por lo tanto.

Es probable que la coordinación privada sobrevenga sólo cuando es institucionalmente factible captar una porción sustancial de las economías externas mediante la integración, las discriminaciones de precios, o de otro modo. En el complejo del acero la integración de los sectores que abastecen a las fundiciones es muy común en países subdesarrollados (aunque limitada en Estados Unidos por las leyes antitrust), mientras que es menos frecuente la integración de la producción de acero y la de artículos metálicos, a causa de la diversidad de productos; es, además, menos deseable socialmente porque puede provocar un empeoramiento del problema del monopolio.

Coordinación indirecta mediante precios regulados. El examen del sistema Lange-Lerner, de precios administrativamente controlados, y decisiones descentralizadas en materia de producción, se ha ocupado de la aptitud de dicho sistema para mantener un nivel eficiente de producción en cada industria.⁴⁰ Aquí la cuestión que se plantea es la de si un cálculo correcto de los futuros precios de equilibrio conduciría o no a los inversionistas privados a adoptar decisiones óptimas en materia de inversión.

En mi caso I, con rendimientos constantes a la escala, los precios concomitantes de la solución óptima conducirían a la correcta selección de las inversiones, pero no necesariamente a las convenientes magnitudes.⁴¹ Sin embargo, para determinar los precios adecuados, el Gobierno tendría que calcular las cantidades correspondientes, y la publicación de tales estimaciones puede proporcionar adecuadas guías respecto a la demanda probable para diversos productos. Ésta es una de las principales funciones de un programa de desarrollo. El sendero realista a lo largo del cual debería moverse la economía desde su posición inicial hasta un equilibrio futuro tendría que ser explorado en un modelo dinámico, pero resultaría que cuando las economías de escala no son muy considerables, los precios pue-

⁴⁰ La argumentación y excepciones a ella se resumen en Bator (9).

⁴¹ Cf. Dorfman, Samuelson y Solow (10), pp. 61-63.

den servir como el principal instrumento de coordinación a menos que la dilación en las reacciones privadas, en sectores importantes, sea excesivamente larga. (Los problemas administrativos planteados por este procedimiento son serios, pero no podemos detenernos a examinarlos.)

Coordinación directa de la inversión. Aunque la fijación del precio a base del costo marginal (combinado con un subsidio u otro modo de cubrir el costo total) conduce a una escala óptima de uso para un bien capital existente, cuando se cuenta con economías de escala —como en el clásico ejemplo de los ferrocarriles— no es adecuado para producir el monto máximo de inversión en nuevos servicios. Para garantizar la selección óptima de las inversiones en los ejemplos del caso II, precisa comparar el costo total de diversas alternativas. Como en el análisis a corto plazo, las condiciones marginales determinan la escala óptima de producción, pero el cálculo de los costos totales determina si la inversión es deseable en algún caso.⁴²

La implicación política de este resultado es que tanto la magnitud de la inversión inicial como el precio del producto pueden exigir su control para asegurar las economías externas.⁴³ Si la planta óptima pudiera ser construida por sucesivas expansiones, se suscitarían menos dificultades para determinar por anticipado la escala óptima, pero en el margen de producción donde más importantes son las economías de escala —ya sea en la construcción de presas, plantas de energía o fundiciones de acero— no es muy probable ese caso.

Dado, pues, que haya de necesitarse un cierto control de la magnitud de la inversión, será acaso posible limitarlo a unos pocos sectores clave en un complejo industrial. En mi ejemplo, la construcción de una planta de acero de magnitud óptima, la planta de energía y los servicios de transporte harían rentables para los inversionistas privados la inversión óptima en carbón, producción de mineral y manufacturas metálicas. Es de particular importancia evitar la formación monopolística de los precios de insumos para otras industrias, porque, a menos que se pongan de manifiesto los efectos de los costos decrecientes, puede no efectuarse la inversión en otros sectores.

Los sectores donde las inversiones iniciales correctas son críticas para garantizar óptimos resultados, son los que cuentan con las más importantes economías de escala, y aquellos otros en los cuales las importaciones no crean sustituto alguno. Estas propiedades se combinan en la mayor parte de los servicios generales, y la necesidad de que el Gobierno tenga la

⁴² No es mejor la situación al nivel de la programación matemática, en la cual no existe procedimiento alguno para distinguir un máximo local de una solución óptima, salvo la comparación de todas las posibilidades. Cf. Arrox (18).

⁴³ La cuestión de la escala óptima de producción y la factibilidad de diversas fórmulas de fijación del precio para el caso de costo marginal han sido examinados, con referencia a la irrigación, por Margolis (19).

propiedad o el control, hace tiempo se ha evidenciado ya. Como en el caso del acero y los artículos de metal, en el presente ejemplo, el establecimiento de una de esas plantas puede hacer rentable la otra, pero la mayor economía de escala ⁴⁴ y la posición monopolística del acero constituyen sendos argumentos favorables a su separación.

El examen precedente no debe ser considerado como encaminado a propiciar la construcción indiscriminada de fundiciones de acero u otras industrias básicas mediante la intervención del Estado. Lo que pretendimos patentizar es que los beneficios de la economía de tales inversiones pueden valorarse insuficientemente por su rendimiento esperado para el inversionista particular, y que la planeación coordinada puede inclinar la balanza en su favor. Sin embargo, a falta de una medida adecuadamente satisfactoria de la importancia cuantitativa de las economías externas, pueden sobreestimarse fácilmente los beneficios de tales inversiones por los gobiernos de países subdesarrollados. El objetivo principal del presente estudio ha sido presentar una estructura para comparar objetivamente las alternativas. Dadas una demanda y una oferta elásticas y un coeficiente de capital, en cierto modo bajo, en el sector de exportación del ejemplo aquí utilizado, la política racional sería la de incrementar las exportaciones, a pesar de la existencia de recursos minerales sin utilizar y de economías externas potenciales.

APÉNDICE

EL CÁLCULO DE PRECIOS Y COSTOS TOTALES

Caso I: *Inexistencia de economías de escala*

Dos tipos de precios se utilizan en las soluciones ofrecidas en el cuadro 3. *Precios actuales* son aquellos frente a los cuales reacciona el inversionista individual decidiendo si invierte o no. *Precios futuros* son aquellos que satisfacen las condiciones de fijación del precio marginal, dada por la ecuación 11, después de haberse realizado una serie dada de inversiones. Se supone también que los precios actuales satisfacen la ecuación 11 para los sectores incluidos en el modelo, aunque los insumos exógenos puedan tener o no precios que representen sus costos de oportunidad. Los precios futuros son, por consiguiente, iguales a los precios presentes si la fuente de suministro no registra cambio alguno, como en el ejemplo B, línea (5).

La determinación del patrón óptimo de inversión con coordinación de todos los sectores es (en el caso I) un problema de programación lineal.

⁴⁴ La economía de escala en algunos sectores de la industria metálica (por ejemplo, la producción de automóviles) puede ser igualmente grande, y justificar la acción gubernamental.

Puede plantearse del siguiente modo: minimizar el costo total de producción, medido por los precios de los insumos exógenos, tomando en consideración las restricciones en las ecuaciones 1-8 del cuadro 1. Las variables duales (u_j) o precios concomitantes de esta solución son idénticas a los precios futuros, y pueden definirse así:⁴⁵

$$u_j = \sum_{i \neq j}^{(j \neq i)} a_{ij} u_i + c_j \quad (j = 1 \dots 7) \quad (13)$$

donde c_j es el costo de los insumos exógenos (8-10) en cada actividad.

La solución a la ecuación 13 puede ser determinada por diversos procedimientos, incluyendo el iterativo al cual se aludió *supra*, y el uso de la inversión de la matriz. El segundo método descansa en la ecuación siguiente:

$$u_j = \sum_i r_{ij} c_i \quad (14)$$

en que r_{ij} es el elemento en la fila i y la columna j de la matriz invertida. Para la solución óptima, en la cual todos los artículos se producen en el país, las dos primeras columnas en la inversa, y el cálculo de los respectivos precios concomitantes se ofrecen en el cuadro 9.

Cuadro 9. CÁLCULO DE VARIABLES DUALES EN LOS CASOS I Y II

Filas	Columnas en la matriz inversa		Caso I			Caso II		
			Sector 1	Sector 2		Sector 1	Sector 2	
(i)	r_{i1}	r_{i2}	c_i	$c_i r_{i1}$	$c_i r_{i2}$	c_i	$c_i r_{i1}$	$c_i r_{i2}$
1	1.000	0	2.26	2.260	0	1.76	1.760	0
2	.222	1.007	3.27	.726	3.293	2.27	.504	2.286
3	.018	.080	1.25	.022	.100	1.10	.020	.088
4	.016	.025	3.99	.062	.101	2.74	.043	.069
5	.028	.113	1.54	.043	.174	1.34	.038	.151
6	.029	.083	4.06	.117	.337	2.26	.065	.188
Variables duales (u_j)			—	3.231	4.005	—	2.429	2.782

Como anteriormente indicamos, el costo total de satisfacer la demanda exógena está dada por:

$$S = u_1 Y_1 + u_2 Y_2. \quad (15)$$

Caso II: Economías de escala

Con costos promedios decrecientes, las variables duales pueden todavía ser definidas por la ecuación 13, con c_j tomado como costo margi-

¹ Cf. Dorfman, Samuelson y Solow (10, cap. 7). La ecuación es la misma que la ecuación 1, sustituyendo c_j en lugar de costo de las importaciones exógenas, pues que confirma el supuesto $a_{ij} = 1.0$.

nal, puesto que supuse un costo marginal constante para el nivel de producción que nos interesa. El costo total de producción debe incluir, sin embargo, todos los términos constantes en las funciones de insumo (12) del cuadro 5. La ecuación para el costo total de suministro u oferta resulta entonces ser la siguiente:

$$S = \sum_i \bar{f}_i + u_1 Y_1 + u_2 Y_2 \quad (16)$$

en la que los términos constantes \bar{f}_i se aplica a todos los sectores abastecidos con producción interna. Los valores de u_1 y u_2 para el caso II se computan también en el cuadro 9. Sustituyéndolos en la ecuación 16 nos da el costo total con coordinación.

$$S = 1500 + 2.429 Y_1 + 2.782 Y_2. \quad (16a)$$

Para derivar las ecuaciones en el cuadro 8 *supra*, supongo que son constantes las demandas externas en un sector, y determinan el costo de abastecer los diversos niveles de la demanda en el otro sector. Los costos generales se imputan manteniendo constante el costo de abastecer la otra demanda (fija), al costo de las importaciones, que se sustrae del costo total del suministro. Las ecuaciones en el cuadro 7 pueden derivarse, por consiguiente, de las ecuaciones 16, como sigue:

$$S_1 = S - 4.2 Y_2, \quad S_2 = S - 3.26 Y_1. \quad (17)$$

El cálculo de las variables duales u_j de la ecuación 13, para cada supuesto, se ofrece en el cuadro 10.

Cuadro 10. CÁLCULO DE VARIABLES DUALES PARA LA ECUACIÓN 17 *

Insumos	Sector 1 Costos de insumos			Sector 2 Costos de insumos	
	Caso (ii)	(iii)	(iv)	Caso (ii)	(iii) +(iv)
2	.92	.92	.61	—	—
3-6	.10	.06	.06	.95	.51
7	.51	.51	.51	.27	.27
c_j	1.25	1.25	1.25	2.00	2.00
u_j	2.78	2.74	2.43	3.22	2.78

* Cada entrada es la correspondiente $a_{ij}u_j$ de la ecuación 13.

Supuestos

i) *Importaciones*. Las funciones de oferta son simplemente los costos de las importaciones.

ii) *Inversión no coordinada*. Los valores u_i se toman del cuadro 3, línea 4; c_j es el costo marginal directo del cuadro 5.

iii) *Coordinación de los sectores 3-6.* Las u_i son las de la solución coordinada para los sectores 3-6, y las mismas que (ii) para el sector 2.

iv) *Coordinación de todos los sectores.* Los valores de u_i para cada sector son los computados en el cuadro 9. En este caso, en que contamos con producción interna para los sectores 1 y 2, las ecuaciones 17 se convierten en:

$$\begin{aligned} S_1 &= S - 4.2 & Y_2 &= 1500 + 2.429 Y_1 - 1.428 Y_2, \\ S_2 &= S - 3.26 & Y_1 &= 1500 + 2.782 Y_2 - .831 Y_1. \end{aligned} \quad (17a)$$

(Estas ecuaciones se aplican solamente sobre el nivel conforme al cual las importaciones son la alternativa económica sin coordinación, y en el de que la producción interna en el otro sector sería rentable con coordinación.)

REFERENCIAS

1. P. N. Rosenstein-Rodan, "Problems of Industrialization in Eastern and South-Eastern Europe", *Economic Journal*, junio-septiembre, 1943.
2. R. Nurkse, *Problems of Capital Formation in Underdeveloped Countries*. Blackwell, Oxford, 1953.
3. W. A. Lewis, "Economic Development with Unlimited Supplies of Labor", *Manchester School*, mayo, 1954.
4. H. W. Singer, "Economic Progress in Underdeveloped Countries", *Social Research*, marzo, 1949.
5. G. Myrdal, *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. Duckworth, Londres, 1957.
6. T. Scitovsky, "Two Concepts of External Economies", *Journal of Political Economy*, abril, 1954.
7. M. Fleming, "External Economies and the Doctrine of Balanced Growth", *Economic Journal*, junio, 1955.
8. H. W. Arndt, "External Economies in Economic Growth", *Economic Record*, noviembre, 1955.
9. F. Bator, "The Anatomy of Market Failure", *Quarterly Journal of Economics*, agosto, 1958.
10. R. Dorfman, P. A. Samuelson, y R. M. Solow, *Linear Programming and Economic Analysis*. McGraw-Hill, Nueva York, 1958.
11. H. B. Chenery y T. Watanabe, "International Comparisons of the Structure of Production", *Econometrica*, enero, 1959.
12. W. D. Evans, "Input-Output Computations", en T. Barna (ed.), *The Structural Interdependence of the Economy*. Wiley, Nueva York, 1956.
13. United Nations, Economic Commission for Latin America, *A Study of the Iron and Steel Industry in Latin America*, II. G. 3, vol. 1, 1954.
14. H. E. Wessel, "New Graph Correlates Operating Labor Data for Chemical Processes", y C. H. Chilton, "'Six-Tenths Factor' Applies to Complete Plant Costs", en *Data and Methods of Cost Estimation*, colección de artículos de *Chemical Engineering*, 1953, 1952.
15. H. B. Chenery, "The Application of Investment Criteria", *Quarterly Journal of Economics*, febrero, 1953.
16. H. B. Chenery, "Overcapacity and the Acceleration Principle", *Econometrica*, enero, 1952.

17. H. B. Chenery, "The Role of Industrialization in Development Programs", *American Economic Association Proceedings*, mayo, 1955.

18. K. J. Arrow, "Decentralization and Computation in Resource Allocation", que aparecerá en R. W. Pfouts (ed.), *Economic Essays in Honor of Harold Hotelling* (en vías de publicación).

19. J. Margolis, "Welfare Criteria, Pricing and Decentralization of a Public Service", *Quarterly Journal of Economics*, agosto, 1957.