



Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social
Naciones Unidas/CEPAL-Consejo Regional de Planificación

Latin American and Caribbean Institute for Economic and Social Planning
United Nations/ECLAC-Regional Council for Planning

ILPES

Institut Latino-Américain et des Caraïbes de Planification Economique et Sociale
Nations Unies/CEPALC-Conseil Regional de Planification

DIRECCION DE POLITICAS Y PLANIFICACION REGIONAL

Documento L/1

TECNICAS DE ANALISIS REGIONAL */

Harry Richardson

- (*) El presente documento que se reproduce para uso exclusivo de los participantes de cursos ILPES, corresponde al Capítulo 8 de Economía Regional y Urbana. Alianza Editorial, Madrid, 1989.



DIRECCION DE POLITICAS Y PLANIFICACION REGIONAL

Documento L/1

TECNICAS DE ANALISIS REGIONAL */

Harry Richardson

- (*) El presente documento que se reproduce para uso exclusivo de los participantes de cursos ILPES, corresponde al Capítulo 8 de Economía Regional y Urbana. Alianza Editorial, Madrid, 1989.



Capítulo 8

TECNICAS DE ANALISIS REGIONAL

En este capítulo se ofrece un breve panorama de algunas de las técnicas más utilizadas en el análisis regional; técnicas que han servido para transformar las teorías formales en modelos operativos. Muchas de estas técnicas (análisis input-output, programación lineal, análisis coste-beneficio y modelos econométricos) se utilizan en otros campos del análisis económico, pero su uso en la economía regional tiene características muy específicas. Se estudia, en primer lugar, el análisis input-output, debido a su amplia aplicabilidad a problemas espaciales. También se analizan extensiones del modelo input-output básico, tales como el modelo de atracción y el del impacto económico. Algunas de las otras técnicas que se examinan —el modelo de gravedad y el análisis de los «cambios de las participaciones», por ejemplo— son específicos del análisis espacial o regional. El apartado final analiza alguno de los problemas a que da lugar el desarrollo de un sistema eficaz de planificación económica interregional, especialmente los problemas que plantea la reconciliación entre la política espacial y la sectorial.

Δ. Modelos input-output¹

El output, la producción, de una industria (o de un sector) puede venderse a otras industrias como bienes intermedios o a los consumidores como bienes finales (la demanda final, esto es: consumidores, compradores de bienes de equipo, sector público y consumidores extranjeros). Para n sectores, esto puede expresarse de la siguiente manera:

$$X_1 - X_{11} - X_{12} - X_{13} \dots - X_{1n} = Y_1 \quad (1)$$

¹ Para una evaluación más detallada de los modelos input-output regionales véanse: Richardson (1972), Isard y Langford (1971) y Miernyk (1973.)

donde X = producto bruto, X_{ij} = ventas interindustriales e Y = demanda final. Existirá una ecuación similar a la (1) para cada sector de la economía. Si el producto de la industria i que adquiere cada una de las industrias compradoras ($1, 2, \dots, n$) es una función lineal de la producción de esta última, la ecuación (1) puede escribirse de la siguiente manera:

$$X_i - a_{i1}X_1 - a_{i2}X_2 - a_{i3}X_3 \dots - a_{in}X_n = Y_i \quad (2)$$

donde $a_{ij} = X_{ij}/X_j$, ..., $a_{in} = X_{in}/X_n$. Estos coeficientes (a_{ij}) se denominan *inputs directos* o *coeficientes técnicos*, e indican las necesidades directas del producto de cualquier sector i por unidad de producto de cualquier otro sector comprador j . Los supuestos básicos para que la ecuación (2) sea válida incluyen: la correspondencia entre valores monetarios y físicos (en un sentido estricto, el modelo input-output mide relaciones entre productos físicos, pero se necesitan valores monetarios para obtener los totales de cada industria); unas funciones de input lineales que impliquen rendimientos constantes a escala y la imposibilidad de sustituir unos inputs por otros; la ausencia de producción conjunta, lo que significa que cada bien lo produce una industria específica que utiliza un método único de producción; la ausencia de economías y deseconomías externas, lo que normalmente se denomina el supuesto de aditividad (el output total es la suma de los output individuales); precios de equilibrio dados; y que la oferta de cada bien sea perfectamente elástica (no existen problemas² de capacidad o de necesidad de capital.)

Algunos de estos supuestos son muy restrictivos, especialmente para el estudio de la economía regional y urbana —consciente de la importancia de las economías de escala y las externalidades en la teoría económica espacial, y de la sustitución de la tierra por otros factores en el análisis urbano. Sin embargo, y dejando por el momento de lado estos problemas, el conjunto de n ecuaciones lineales similares a la (2) describe de forma sencilla, pero útil, la interacción de tres elementos del sistema económico: las demandas finales, las necesidades de inputs de cada industria y su output bruto. Si los coeficientes de input lineales permanecen constantes a lo largo del tiempo (o incluso si varían de manera predecible), el modelo input-output se convierte en un valioso instrumento para la predicción, la evaluación de impactos y la realización de pronósticos. De las n ecuaciones, cada una de ellas similar a la (2), se obtiene la matriz de coeficientes de los input A ($\sum_i \sum_j \alpha_{ij}$). Esta matriz permite al analista determinar los efectos sobre el producto bruto de cambios específicos de la demanda final. Las ecuaciones de output, en forma matricial, son:

$$X - AX = Y \quad (3)$$

donde X e Y son vectores de output bruto y de demanda final, respectivamente.

Sin embargo, para determinar el efecto total de una variación de la demanda final sobre la totalidad de la actividad industrial de la economía, es necesario no sólo medir los impactos directos, esto es, la primera ronda de necesidades de inputs, sino también los efectos indirectos de los suministros adicionales de estos inputs. Para obtener los efectos de primer orden, así como los de segundo y tercero, y los de rango superior, es necesaria una ligera manipulación de la ecuación (3). Utilizando la matriz de identidad I^3 , se puede dar a la ecuación (3) la forma siguiente:

² Esto puede resolverse utilizando modelos de input-output dinámicos.

³ La matriz de identidad en este caso tiene una dimensión de $n \times n$ y está formada por coeficientes unitarios en la diagonal, siendo el resto de los valores iguales a cero.

$$(I - A)X = Y. \quad (4)$$

Si $(I - A)$ tiene una inversa (lo que ocurrirá siempre que el vector Y tenga por lo menos un elemento distinto de cero), esa matriz permite expresar el output bruto como una función de la demanda final (exógena):

$$X = (I - A)^{-1} Y. \quad (5)$$

Se denomina normalmente a $(I - A)^{-1}$ matriz de Leontief, en homenaje a Wassily Leontief, creador del análisis input-output. Haciendo $B = (I - A)^{-1}$ se obtiene:

$$X = BY. \quad (6)$$

La matriz B tiene $n \times n$ coeficientes ($b_{ij} = 1$). El coeficiente b_{ij} mide los requisitos directos e indirectos del producto del sector j por parte del sector i , por unidad de demanda final. La matriz B puede multiplicarse por cualquier valor y composición de la demanda final para obtener así el valor del producto bruto de cada industria.

La matriz B se obtiene, evidentemente, de la matriz inicial A , que describe la estructura endógena de la economía, siendo las variaciones de la demanda final los elementos disturbadores exógenos. Sin embargo, existe alguna flexibilidad para determinar cómo se divide la economía en sectores endógenos y exógenos. «Cerrando» el modelo se pueden transferir sectores de los vectores de demanda final a la matriz input-output. Por ejemplo, el consumo de las unidades domésticas pueden transferirse a la matriz, y el hacer endógeno el consumo equivale a introducir el concepto de función de consumo keynesiana, en la que el consumo se considera una función lineal de la renta. De igual manera, puede hacerse endógena la inversión: de hecho, esto implica considerar que las variaciones de la producción inducen inversión (en base a la teoría del acelerador). En las aplicaciones a la economía regional es posible cerrar el modelo de diversas formas: el gasto de los gobiernos locales, por ejemplo, puede considerarse función de la renta regional, o las exportaciones regionales pueden tratarse mediante funciones que representen la propensión a importar de otras regiones del sistema. Se obtiene una división distinta considerando endógenos a todos los sectores *excepto* el de las exportaciones, lo que hace que el modelo input-output sea idéntico a una versión desagregada del modelo de base-exportación (véase pp. 71-72). Estas posibilidades ilustran la gran flexibilidad de la técnica input-output.

Esta flexibilidad, sin embargo, no debe hacernos olvidar los defectos de los modelos input-output. Su capacidad para tratar adecuadamente los efectos sustitución los limita como método para analizar los efectos de fuerzas competitivas interregionales, tales como el impacto de un cambio tecnológico o de unos precios más reducidos de los factores en una región sobre la producción, los precios y las rentas de otras regiones. Las pautas de comercio sólo se pueden predecir integrando un submodelo de comercio en el modelo input-output, pero el comercio interregional da lugar a engorrosos problemas empíricos, ya que los coeficientes de importación son más difíciles de estimar y más inestables que los de input. Los modelos input-output no sirven para analizar la dinámica del cambio estructural, por ejemplo la aparición de nuevas industrias o la obsolescencia de las antiguas, que sólo se pueden incluir como hipótesis. Además, y esto es más importante, los costes de construir tablas de transacciones input-output (de las que se obtienen los modelos input-output) pueden ser prohibitivos, ya que las cuentas input-output subnacionales requieren datos de los que no se dispone normalmente. Se plantea, por tanto,

una elección entre métodos de encuestas industriales caros, o el procedimiento poco fiable de depender de coeficientes de input nacionales, después de que éstos, a veces, hayan sido ajustados utilizando técnicas como los cocientes de localización (véase p. 70).

Como los modelos input-output se pueden aplicar a cualquier tipo de economía, independientemente de su tamaño, es importante preguntarse: ¿qué tienen de especial los modelos input-output regionales? Con frecuencia el modelo regional no es sino un modelo a escala mininacional que considera las exportaciones simplemente como uno de los vectores de la demanda final, mientras que las importaciones totales se toman como inputs primarios (es decir, inputs que no figuran en la matriz input-output), conjuntamente con el trabajo y «el resto del valor añadido». Una característica esencial de la economía regional es que es mucho más «abierta» que la economía nacional; los flujos de transacciones son mucho más importantes. Una forma de reconocer este hecho consiste en desagregar las exportaciones e importaciones de un vector columna-fila en matrices de transacciones, lo que da lugar a lo que se denomina una tabla de «pata de perro». Sin embargo, no es fácil hacerlo ya que los *sectores* de origen y destino de los flujos de comercio son difícilmente identificables. Una alternativa más práctica, pero incompleta, la proporciona el modelo intranacional de Leontief (Leontief, 1953) que divide los sectores en industrias que participan en el comercio interregional (industrias *nacionales*) y aquellas que venden su producción en el mercado local (industrias *locales*). El modelo intranacional se aplica de manera jerárquica, haciendo que el output de la industria local sea función del output de las industrias nacionales, además de depender de la demanda final local. Sin embargo, el modelo sólo determina la distribución regional de la producción, y no el comercio interregional. Existen varios métodos para estimar los coeficientes del flujo de transacciones: los flujos del año base (el método de Chenery Moses) y el modelo de transporte basado en la programación lineal; o por medio de los modelos de gravedad (Leontief y Strout, 1963; véase pp. 148-149). Estos métodos son operativos. Conceptualmente, el más satisfactorio es el modelo interregional «ideal», que considera a cada industria en cada región como si fuera una industria distinta. Si hay n sectores y z regiones, esto implica una matriz de $(nz)^2$ coeficientes. Cada región tiene una matriz de $n \times n$ que describe su estructura industrial y otras z^{-1} matrices ($n \times n$) que describen las relaciones interindustriales interregionales con todas las otras regiones. El problema con este modelo es que sus requisitos estadísticos son inmensos; además es muy restrictivo, ya que implica una proporción constante de un input dado (i) importado de una región concreta (r), para su uso en un sector comprador específico (j), localizado en una región concreta (s). De hecho, congela la estructura espacial del sistema interregional, así como la estructura tecnológica de cada economía regional. Por lo tanto, los modelos interregionales mencionados anteriormente, aunque menos ambiciosos, resultan más prácticos.

A pesar de sus limitaciones evidentes —su dependencia de la linealidad en un campo en el que las externalidades (no lineales) son extraordinariamente importantes—, los modelos regionales input-output tienen algunas ventajas: un planteamiento basado en el equilibrio general, neutralidad y adaptabilidad (se pueden utilizar en las economías de mercado y en la planificación central), y el hecho de que pueden ser implementados. Hay varios tipos de aplicaciones que son importantes desde el punto de vista de la política económica. Los análisis de impacto económico son los más frecuentes; permiten evaluar las repercusiones sobre la producción, la renta y el empleo de variaciones exógenas de la demanda final, incluida la expansión de industrias existentes, la aparición de otras nuevas, o los cambios en el

nivel de gasto público. La predicción regional en base a modelos input-output representa un camino prometedor, especialmente si se utilizan modelos dinámicos, pero la limitación más importante radica en que se necesitan técnicas de pronóstico diferentes para predecir los cambios de la demanda final. Convirtiendo el modelo input-output en un modelo de programación lineal (lo que implica convertir en desigualdades las ecuaciones de output) se puede conseguir un modelo de optimización de las decisiones, con lo que se incrementa su utilidad para la elaboración de medidas políticas. Otra aplicación fructífera de los modelos input-output en años recientes ha sido la estimación de los impactos de la polución. Esto es importante porque los objetivos de la política regional se han ampliado hasta incluir objetivos ambientales. Por último, aunque la experiencia es escasa, los modelos input-output tienen un amplio campo de aplicación en la economía urbana —para evaluar los impactos fiscales, como ayuda para estimar las necesidades de diferentes tipos de usos del suelo, para definir las interdependencias interurbanas y, quizá, para explorar las interrelaciones entre ciudades centrales y suburbios. Por otra parte, el carácter no espacial de los modelos input-output sugiere que no se puede obtener de ellos un planteamiento completo para tratar todos los problemas regionales y urbanos, ya que el espacio es crucial para muchos de ellos.

El modelo de atracción

La importante limitación de los modelos input-output como instrumento metodológico para el análisis espacial, se puede resolver convirtiéndolos en modelos de atracción locacional; método desarrollado en la Escuela Holandesa de Economía (Van Wickeren, 1973). La idea subyacente en la teoría de la atracción es que el papel de la distancia, como factor que influye en la distribución espacial de las actividades, es mucho más importante de lo que implican los costes monetarios directos a que da lugar el transporte. Concretamente, contrarrestar la fricción de la distancia exige mucho tiempo y un considerable esfuerzo.

Las hipótesis básicas del modelo de atracción son las siguientes: los costes de la comunicación (incluidos los de transporte), que tienen una importancia creciente en la determinación de la distribución locacional (aunque está disminuyendo el impacto de los costes de transporte definidos de manera restringida) son función de la distancia; y los elevados costes de la comunicación dan lugar a la aglomeración de las actividades complementarias (la atracción locacional). El contenido técnico del modelo amplía el análisis input-output, con su énfasis en eslabonamientos interindustriales del lado de la demanda, para tener en cuenta la atracción entre consumidores e industrias y, lo que es más importante, para introducir la atracción locacional por el lado de la oferta mediante medidas que reflejen la importancia relativa de los costes de comunicación entre sectores.

La ecuación de la matriz corregida es:

$$X = (I - \hat{D}A - \hat{C})^{-1}Y \quad (1)$$

donde X = vector de producción bruta, Y = vector de demanda final, I = matriz de identidad, A = matriz de coeficientes input-output, \hat{D} = matriz diagonal de coeficientes de demanda-atracción y \hat{C} = matriz de coeficientes ponderados de atracción de la oferta, que miden la atracción locacional entre las industrias en función de los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás. Cada elemento de la matriz \hat{D} repre-

senta la atracción de la demanda de la industria sobre los consumidores (medida por los costes relativos de las comunicaciones), mientras que cada elemento de la matriz C representa el coeficiente de atracción de la oferta (costes de comunicación relativos) entre cada par de industrias ponderado por la relación entre coeficiente de asignación (eslabonamiento hacia delante) y el coeficiente de requisitos de input (eslabonamiento hacia atrás). La utilización de los costes de comunicación relativos para especificar los coeficientes de atracción implica que la suma del coeficiente de atracción de demanda y de todos los coeficientes (sin ponderar) de atracción de la oferta para un sector individual está normalizada de manera que sea igual a la unidad.

El modelo de atracción, y en especial el multiplicador de la matriz inversa de la ecuación (1), es un instrumento de diagnóstico más satisfactorio que el modelo input-output tradicional. Claro está que sus requisitos estadísticos son aún mayores, por lo que el coste de implementación es un obstáculo fundamental para la generalización de su uso. Sin embargo, tiene un considerable potencial como instrumento político a la hora de evaluar la capacidad de «propulsión» (esto es, la capacidad de atraer otras actividades) de las industrias de una región o de una ciudad. Estas atracciones operan tanto sobre la oferta como sobre la demanda. Existirán fuertes tendencias de polarización hacia una región que tenga multiplicadores de atracción altos en relación a los de otras regiones. Dentro de una región, los multiplicadores de atracción relativamente altos para sectores individuales sugieren que estas industrias pueden ser «propulsoras», en el sentido de Perroux, porque atraen a otras industrias, y que en ellas, por lo tanto, pueden centrarse los esfuerzos de desarrollo regional. Este modelo tiene aplicaciones evidentes en el análisis de los complejos industriales y en la estrategia de los polos de crecimiento.

Análisis del impacto económico

Aunque los estudios del impacto económico pueden utilizar modelos alternativos (base-exportación, input-output y econométricos regionales), el planteamiento input-output es el más frecuente. El objetivo del análisis del impacto económico no se limita, sin embargo, a evaluar simplemente las consecuencias de una variación de la demanda final, ya que el impacto puede deberse al establecimiento de una fábrica nueva en una región (o a la ampliación de una existente), a una restricción del gasto público, a un proyecto de inversión pública, al cierre de una base militar o a un sinnúmero de razones.

Los requisitos básicos para un estudio del impacto económico, dada la existencia de una tabla regional input-output, convierte el cambio exógeno anticipado en un conjunto de variaciones de la demanda final y en valores estimados de los multiplicadores de renta y empleo, que se obtienen de las matrices invertidas del modelo regional (o local) input-output. La variación total de la renta, por ejemplo, puede obtenerse multiplicando el multiplicador de renta denominado Tipo II (el que tiene en cuenta efectos inducidos sobre el consumo) correspondiente a un sector, por su coeficiente de unidad de consumo directo, y multiplicando después el producto por la variación de la demanda final (véase Richardson, 1972, capítulos 3 y 8). En algunos casos pueden ser necesarios cambios de la estructura del modelo: la introducción de una nueva industria puede requerir una nueva columna y una nueva fila en la tabla input-output; la sustitución de importaciones exigirá cambiar los coeficientes de importación y, por lo tanto, los coeficientes de la oferta local.

La mayor parte de los avances principales en la utilización de los modelos input-

output para el análisis del impacto económico se han producido en los Estados Unidos. En un trabajo pionero, Isard y Kuenne (1953) tuvieron en cuenta los efectos de aglomeración al evaluar el impacto de un complejo de producción de acero, incluidas las industrias que utilizaban el producto, aunque la metodología de los cálculos de base era demasiado simple ya que utilizaron la tabla input-output nacional. Los estudios del impacto económico se generalizaron en la década de los años sesenta debido a la subvención para la investigación de los impactos regionales asociados al gasto en defensa y a la industria aeroespacial. Las razones por las que se llevó a cabo esta investigación son evidentes: el inmenso presupuesto militar y, durante algún tiempo, la importancia del programa espacial; la concentración regional y local del gasto, por lo que muchos lugares dependían vitalmente de contratos de defensa o aeroespaciales; y el temor (y la esperanza) de lo que pudiera ocurrir si, y cuando, se redujera drásticamente el gasto. La aplicación de la metodología del impacto económico al sector de la defensa planteaba problemas especiales: información secreta; la importancia de la subcontratación que hace difícil delimitar los flujos interindustriales; la naturaleza compleja de los contratos de defensa, referidos a muchas fábricas de diversas industrias y en varias regiones; y la compleja mezcla del producto, con muchos productos de la misma industria pero con estructuras de inputs muy diversas.

Aunque se han realizado varios estudios de los impactos del gasto en defensa en una economía local (por ejemplo Hughes, 1964; Isard y Langford, 1969), los análisis más interesantes han tenido un carácter interregional (Leontief, 1965; Udis, 1970). Este último tipo de estudio exploraba los cambios del gasto en defensa y en el espacio hacia otras actividades, suponiendo una reducción del gasto total. El análisis se hizo más complejo no sólo porque las actividades que se referían a la defensa y el espacio estaban concentradas en ciertas zonas, sino también porque las industrias sustitutivas más plausibles con frecuencia disponían de ventajas locacionales en otras regiones, quizá distantes. Por ejemplo, en el modelo de Leontief los estados del Oeste, el Suroeste y el Sureste perdían empleo, mientras que los del Medio Oeste, los Grandes Lagos, el Atlántico Norte y Nueva Inglaterra lo ganaban. Los métodos preconizados en los Estados Unidos en los años sesenta son igualmente aplicables a otros problemas de predicción y políticos, tales como los cambios del nivel y la distribución del gasto del gobierno central, la predicción de las cosecuencias del crecimiento nacional sobre las regiones, o la evaluación de los impactos debidos a variaciones interregionales de localización.

Evidentemente no se puede esperar que los estudios del impacto económico que utilizan el análisis input-output resuelvan problemas que están más allá del ámbito de la técnica. No son modelos de decisión (i.e.: ¿qué industrias deben fomentarse para desarrollar una región?), si no se cuenta al menos con una definición clara de los objetivos políticos. No pueden captar los efectos de las economías externas. El estudio de Bonner (1968) sobre el impacto de la Universidad de Colorado, por ejemplo, no tuvo en cuenta su función como imán para atraer a otras industrias y para fomentar los contactos entre la universidad y la industria. Por último, las conclusiones de este tipo de estudio del impacto económico están limitadas por los supuestos del modelo input-output: los precios no reaccionan ante un incremento de la producción, no hay efectos sustitución que hagan cambiar la matriz y no hay restricciones sobre la capacidad de inversión o la oferta de trabajo.

La retroalimentación a nivel interregional

Considérese la región i de un sistema de n regiones. Un incremento de su renta dará lugar a un aumento de sus importaciones procedentes de alguna o de todas las otras $n-1$ regiones, y la expansión inducida de sus exportaciones tendrá un efecto multiplicador sobre su nivel de renta. El crecimiento de ésta hará que crezcan las importaciones, y una parte de éstas dará lugar, directa o indirectamente, a un aumento de las exportaciones de la región i . El subsiguiente aumento de la producción en la región i se debe a la retroalimentación interregional. Si este fenómeno es o no importante es algo que los economistas regionales discuten desde que Metzler (1950) demostró por primera vez la diferencia teórica entre multiplicador regional simple y uno que tiene en cuenta los efectos de la retroalimentación interregional. El tema tiene una gran importancia, ya que es determinante a la hora de decidir si es necesario o no desarrollar un modelo interregional que mida los impactos económicos en una única región. Es difícil resolver el problema mediante multiplicadores de renta, debido al nivel de agregación de la información estadística, así como a su poca calidad. Brown (1967) sugirió que el valor del multiplicador se eleva sólo de manera marginal al tener en cuenta la retroalimentación, mientras que Steele (1969, 1972) concluyó que hay una diferencia significativa, ya que los multiplicadores con retroalimentación son un 4-12 por ciento mayores que los multiplicadores simples.

Las verificaciones más satisfactorias se han realizado con modelos input-output interregionales. Pero tampoco en este caso los resultados son concluyentes. Miller (1966, 1969) demostró que cuando el sistema interregional es una economía abierta (con derrames hacia el mundo exterior) la retroalimentación es muy reducida, elevando la producción total en menos de un 0.5 por ciento. Los resultados pueden variar según el tamaño de las regiones y el nivel de interdependencia interregional. La retroalimentación es mayor en un sistema más cerrado, especialmente en las regiones pequeñas. Una verificación llevada a cabo por Greytack (1970), utilizando un modelo de la economía americana con ocho regiones y veintitrés sectores, mostró que el no tener en cuenta los procesos de retroalimentación interregional da lugar a un error medio del 21,4 por ciento en las estimaciones de los multiplicadores de impacto regionales

La programación lineal

Los modelos de programación tienen indudable interés como técnica de análisis regional. Los economistas regionales normalmente prefieren los planteamientos con aplicaciones políticas y, desde ese punto de vista, la naturaleza optimizadora de los modelos de programación los hace más útiles para la predicción (de hecho, la programación lineal y el input-output están estrechamente relacionados; véase Richardson 1972, capítulo 10). La programación lineal (PL) tiene la virtud de ser operativa, lo que compensa las desventajas de tener que suponer —o por lo menos actuar como si así fuese— que todas las relaciones importantes son lineales. Cuando esto es difícil de aceptar, por ejemplo cuando las economías de escala o las economías de aglomeración son fundamentales, disponemos de un tipo de modelo de programación no lineal que está ya bien desarrollado, aunque no se haya utilizado mucho en las ciencias sociales.

El desarrollo potencial de una región puede frenarse debido a ciertas limita-

ciones, algunas de las cuales se refieren a los recursos físicos (como el agua o la energía primaria), mientras que otras veces se trata de restricciones estrictamente económicas (una cantidad de capital dada, por ejemplo). La programación lineal es la técnica más adecuada para tratar estos temas. Como uno de los problemas centrales de la teoría económica es la maximización del bienestar en condiciones de escasez de recursos, es fácil entender por qué la programación lineal les resulta muy atractiva a algunos economistas. Otra ventaja de esta técnica es que al generar un conjunto de «precios sombra», por ejemplo en el dual de un problema de maximización de la producción (esto se explicará posteriormente), puede simular el mecanismo del mercado en situaciones en las que no existe mercado competitivo. En el desarrollo económico regional con frecuencia nos encontramos con la existencia de bienes públicos, de externalidades y de inversión pública, no existiendo, para ninguno de ellos, precios determinados por el mercado.

Por último, la programación lineal es muy flexible, ya que puede aplicarse a un gran número de problemas interregionales y regionales, a nivel sectorial o a proyectos individuales. La función objetivo (esto es, la función lineal a maximizar o minimizar sujeta a unas desigualdades lineales especificadas, denominadas restricciones) puede referirse a la maximización del producto regional bruto (PRB), a la minimización de las diferencias interregionales de crecimiento, a los costes interregionales de transporte, a la inversión en un sector concreto, a la emigración neta o a muchas otras variables. A pesar de ello, esta técnica tiene limitaciones porque no resulta fácil tratar problemas con objetivos múltiples. Excepto en el caso del trabajo de Leven (1964), un estudio pionero de múltiples objetivos aunque relacionados entre sí, los economistas regionales no han intentado desarrollar la programación lineal de manera que pueda manejar un conjunto más completo de objetivos. Ello no es sorprendente, ya que las soluciones a estos problemas están todavía elaborándose.

Excepto en el caso de los recursos inmóviles, se puede afirmar que muchas restricciones (la oferta de trabajo y las importaciones, por ejemplo) son más limitativas a nivel nacional que al regional. Esto se debe, claro está, al carácter «abierto» de las regiones, lo que les permite importar sin trabas materias primas, trabajo y capital. Existen restricciones regionales, pero con frecuencia tienen que ser impuestas exógenamente. Considérese, por ejemplo, una restricción a las importaciones. Una posibilidad consiste en identificar los precios de importación adecuados, establecer un límite al valor total de las importaciones y, a partir de ahí, determinar una restricción al volumen de las importaciones; una solución alternativa consiste en imponer una restricción sobre balanza comercial de manera que las importaciones se limiten al volumen que se pueda pagar con las exportaciones. Estos problemas normalmente se plantean en modelos con una sola región, más que en los que tienen ámbito interregional. En estos últimos frecuentemente se generan flujos de recursos, como parte de la solución. En un modelo de maximización de la renta, por ejemplo, los factores se trasladarán allí donde sus precios sombra sean más altos, sujetos a las restricciones de la demanda.

Aunque uno de los mayores atractivos de los modelos de PL sea su aplicabilidad, no se debe subestimar la dificultad de su implementación. Incluso con ordenadores modernos, las necesidades estadísticas son, con frecuencia, importantes. Un modelo dinámico interregional que tenga como objetivo la optimización en m sectores, n regiones y t periodos de tiempo, deberá incluir mnt variables y restricciones. En ocasiones hay que reducir la escala del problema, determinando de antemano los valores de algunas variables, agregando algunos sectores o colapsando intervalos de tiempo. Con frecuencia se reducen las necesidades de computación utilizando un método de soluciones iterativas con el que se obtiene la solución óptima por

convergencia. El llamado método *simplex* es el más popular de estos métodos.

Habiendo justificado la importancia de los modelos de programación lineal, así como sugerido algunas de sus limitaciones, hay que explicar cómo son estos modelos e ilustrar lo que se intenta hacer con ellos. El planteamiento de la PL supone que el responsable de las decisiones se enfrenta con un sinnúmero de oportunidades (posibilidades de producción, por ejemplo), teniendo que escoger entre las posibles alternativas. Su elección vendrá determinada por sus objetivos. Estos se expresan como un conjunto cuantificable de variables que se maximizan o minimizan. Sin embargo, aunque el modelo de PL sea un modelo de elección económica, ello no implica que no tenga restricciones. La capacidad del político para alcanzar sus objetivos está limitada por la escasez de los recursos y por otras restricciones a su libertad de acción. En el modelo PL éstas aparecen como restricciones a la función objetivo. Por lo tanto, el modelo de programación le indica qué es lo máximo que puede conseguir dadas unas circunstancias definidas bajo estas restricciones.

Para ilustrar el modelo de programación lineal se puede utilizar el famoso problema del transporte (Dantzig, 1951). Se trata de determinar los flujos de transacciones óptimas, para un bien, desde un conjunto de puntos de producción ($s = 1$) hasta un conjunto de puntos de consumo ($d = 1$), dados los costes de transporte unitarios entre cada s y cada d . La pauta de comercio óptima es aquella que minimiza los costes totales de transporte sujetos a restricciones sobre la capacidad de producción de las empresas en s y las necesidades de consumo en d .

Una industria se compone de J fábricas ($j = 1$) que envían su producto a I mercados ($i = 1$). Los costes unitarios de envío de j a i son conocidos y expresados por c_{ji} . Cada fábrica j tiene una capacidad conocida s_j , que no puede exceder, mientras que cada mercado i tiene un nivel de demanda d_i , que representa el mínimo que ha de satisfacer. x_{ji} mide los envíos. El modelo de programación lineal del transporte selecciona una pauta óptima de flujos, entre el gran número de flujos posibles. Este óptimo resulta ser la pauta de transferencias que minimiza los costes totales de transporte.

El programa puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Min } Z = \sum_j \sum_i c_{ji} x_{ji} \quad (1)$$

sujeto a

$$\sum_i x_{ji} \leq s_j \quad (2)$$

$$\sum_j x_{ji} \geq d_i \quad (3)$$

$$x_{ji} \geq 0 \quad (4)$$

$$\sum_j s_j = \sum_i d_i \quad (5)$$

La ecuación (4) representa las llamadas restricciones de no negatividad; es decir, el requisito de que no haya envíos negativos. La ecuación (5) es la condición de equilibrio de la oferta-demanda agregada.

Cada problema de programación lineal tiene una solución dual. En cada caso, el problema mínimo del modelo de transporte tiene un problema máximo relacionado. El problema primal (el que se ha descrito más arriba) se refiere a la asignación de unos recursos escasos; el dual se refiere a la determinación de los precios, en especial los precios sombra marginales de los recursos. Mientras que el problema primal

se centra en la solución óptima que se puede obtener dadas unas restricciones, el dual muestra el beneficio que se puede obtener reduciendo estas restricciones marginalmente.

El dual del programa del transporte puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Max } Z' = \sum_i d_i p_i^d - \sum_j s_j p_j^s \quad (6)$$

sujeto a

$$p_i^d - p_j^s \leq c_{ji} \quad (7)$$

$$p_i^d, p_j^s \geq 0 \quad (8)$$

Las variables duales p_i^d y p_j^s son los precios sombra referidos a la demanda del consumidor y a la capacidad productiva. La función objetivo del dual es la maximización del excedente del valor total imputado a los envíos en todos los puntos de consumo i dividido por el valor total imputado a la producción llevada a cabo en todos los lugares j . En otras palabras, el objetivo del dual es maximizar la suma de los excedentes de los consumidores y de los productores, descontados los costes de transporte. Las restricciones (7) implican que las diferencias de precios sombra entre cualquier mercado y cualquier lugar de producción no pueden exceder los costes de transporte unitarios entre la fábrica j y el mercado i . Las restricciones (8) indican que los precios sombra no pueden ser negativos. El lector cuidadoso se habrá dado cuenta del estrecho paralelismo entre este análisis y la discusión del equilibrio espacial de los precios llevada a cabo en un capítulo anterior (véase pp. 29-31). Por lo tanto, el análisis del primal y del dual en el problema del transporte pone de relieve la consistencia entre la optimización de los flujos de comercio a través de la minimización de los costes y las características del equilibrio competitivo resultante.

Las aplicaciones de la programación lineal en la teoría económica regional y urbana han abarcado un amplio ámbito de problemas. Los ejemplos incluyen la predicción de los flujos interregionales de mercancías (O'Sullivan, 1972); la asignación de unidades domésticas a lugares residenciales (Herbert y Stevens, 1960); la asignación óptima en un modelo de transporte-y-utilización-del-suelo, teniendo en cuenta la demanda de los lugares de trabajo, la oferta de suelo residencial y la capacidad del sistema de transporte (Ochs, 1969); la asignación interregional de la inversión, sujeta a restricciones con respecto a las disparidades de renta o a la calidad ambiental (Paelinck y Nijkamp, 1975); la localización óptima de una fábrica industrial (Scott, 1971); y una estrategia óptima de planificación del desarrollo (Mennes, Tinbergen y Waardenburg, 1969).

‡. El modelo de gravedad

El modelo de gravedad proporciona un planteamiento muy flexible al análisis de la interacción espacial entre nodos distantes, y tiene una amplia variedad de aplicaciones, como por ejemplo el análisis de las migraciones, los flujos de bienes y de tráfico y los desplazamientos entre los lugares de residencia y de trabajo. Alan Wilson (1967, 1974) es quien ha utilizado de manera más coherente el modelo de gravedad como instrumento de análisis, interpretándolo de manera probabilística

en vez de seguir un planteamiento determinístico que enfatiza la maximización de la utilidad (Niedercorn y Bechdolt, 1969, 1972). Aunque estos últimos planteamientos tienen interés, el de Wilson es más general y aceptable, ya que el análisis de los flujos espaciales normalmente se refiere a grandes agregados; además, tiene la ventaja de hacer posible el tratamiento de influencias estocásticas, lo que tiene interés en vista de la importancia de las fricciones de la distancia "psíquica", de las limitaciones a la difusión de la información y de otras características de la economía espacial.

Aunque existen muchas versiones del modelo de gravedad, la que ahora está más de moda es la del modelo gravitatorio con restricciones, en el que, para asegurar resultados coherentes, se introducen restricciones con respecto al origen y al destino. Tomando como ejemplo un modelo de flujos de bienes, el tipo más simple de interacción espacial viene dado por

$$F_{ij} = aD_j f(c_{ij}) \quad (1)$$

donde F_{ij} = flujo de bienes de i a j ; D_j = demanda en j ; c_{ij} = costes de transporte y otros costes debidos a la distancia entre i y j ; a = una constante; f = una función decreciente. Suponiendo n zonas, las restricciones son

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} = D_j \quad (2)$$

y

$$\sum_{j=1}^n F_{ij} = S_i \quad (3)$$

donde S_i = oferta en i . Normalmente se incluye una restricción referida al gasto total en transporte:

$$\sum_i \sum_j F_{ij} c_{ij} = T. \quad (4)$$

donde T = gasto total en transporte. Sustituyendo a en la ecuación (1) por el término multiplicativo $A_i B_j$, donde A_i y B_j se calculan de manera que satisfagan las restricciones (2) y (3)⁴, se puede transformar la ecuación (1) en el conocido modelo de producción-atracción con restricciones:

$$F_{ij} = A_i B_j S_i D_j f(c_{ij}) \quad (5)$$

Si todos los flujos individuales compatibles con la restricción general son igualmente probables, la pauta de flujos más probable viene dada por

$$F_{ij} = A_i B_j S_i D_j e^{-\beta c_{ij}} \quad (6)$$

donde β = un parámetro. Esta ecuación es idéntica a la ecuación (5), excepto que la función general de costes de transporte ha sido sustituida por la función exponencial negativa, más específica, ($e^{-\beta c_{ij}}$.)

En algunas ocasiones puede ser útil transformar la función de coste en funciones de distancia-decadencia. Para bienes de mucho peso y poco valor (materiales

⁴ Puede apreciarse que $A_i = 1 / \sum_{j=1}^n B_j D_j f(c_{ij})$ y $B_j = 1 / \sum_{i=1}^n A_i S_i f(c_{ij})$.

básicos, por ejemplo), la función coste-distancia puede ser más o menos proporcional:

$$c) \quad c_{ij} = \gamma d_{ij} \quad (7)$$

mientras que para bienes con valor elevado, o para servicios, puede ser más apropiada una función de distancia logarítmica:

$$d) \quad c_{ij} = \gamma \log d_{ij} \quad (8)$$

Cuando se sustituye la ecuación (6) en la (7) se obtiene una función exponencial de distancia-decadencia, mientras que la (8) se convierte en una función de poder (Gordon, 1975).

$$F_{ij} = A_i B_j S_i D_j e^{-\beta \gamma d_{ij}} \quad (9)$$

$$e) \quad F_{ij} = A_i B_j S_i D_j d_{ij}^{-\beta \gamma} \quad (10)$$

Las ecuaciones (9) y (10) son versiones conocidas del modelo de gravedad. La elección entre (9) y (10) depende del nivel de decadencia con respecto a la distancia. Cuando los flujos resultan rápidamente atenuados por la distancia será preferible la función de poder, es decir, la ecuación (10).

5. El Análisis coste-beneficio

El análisis coste-beneficio representa tan sólo un intento de aplicar los principios de la teoría económica del bienestar a propuestas de política gubernamental. El análisis se basa en el concepto de mejora potencial paretiana: la reasignación de recursos que hace que los beneficios *puedan* ser distribuidos de manera que todos los miembros de la comunidad se encuentren en una mejor situación. Evidentemente se trata tan sólo de una manera de expresar el famoso principio de compensación de Kaldor-Scitovsky: los que mejoran son más que capaces de compensar a los que han empeorado. Como, prácticamente cualquier cambio económico perjudica a algunas personas, el *status quo*, aunque resulte moralmente repugnante, representa un óptimo, a no ser que se diseñe algún tipo de criterio compensatorio. Si se define la variación compensatoria (VC) como la cantidad de dinero que si se pagara o recibiera tras un cambio económico haría que la situación del individuo no fuese ni mejor ni peor que la inicial, se da una mejora paretiana potencial cuando la suma de las variaciones compensatorias de los ganadores (las cantidades máximas que pueden pagar) es mayor que la suma de las variaciones compensatorias de los perdedores (las cantidades mínimas que aceptarán). Asimismo, la cuantía de la mejora paretiana potencial se mide por el valor de esta suma neta. Cuando todas las corrientes de costes y beneficios que fluyen de un proyecto se expresan en términos de beneficio neto en un momento en el tiempo, este beneficio representa la cantidad total que podría utilizarse para mejorar la situación de todo el mundo, suponiendo que la redistribución tiene costes nulos. Esto no implica que realmente se encuentre todo el mundo en mejor situación. Por el contrario, un punto débil de las técnicas tradicionales del coste-beneficio (en parte corregida por el método *BP* —balance de planificación—, véase pp. 155-156) es su displicente ignorancia de los problemas distributivos.

Una de las justificaciones del análisis coste-beneficio se basa en las deficiencias del sistema de precios. Si los precios midieran los costes marginales totales, y los midieran con exactitud, los resultados del mercado coincidirían con el óptimo social y los proyectos resultarían igualmente atractivos para el sector privado y el público (como instrumento de la sociedad). El fracaso del mercado, sin embargo, no sólo justifica el análisis coste-beneficio; también lo limita. Si el sistema de precios funcionara perfectamente, y si las curvas de demanda pudieran identificarse con precisión, los beneficios de la oferta de un servicio concreto vendrían medidos por el área que limitan la curva de demanda y los ejes (esto es, multiplicando precio por cantidad demandada y añadiendo a esta cantidad el excedente del consumidor —el triángulo que forman la curva de demanda y el precio de mercado). De la misma manera, excepto en el caso del equilibrio a largo plazo, puede haber beneficios a corto plazo para los productores (excedente del productor o renta), que son iguales al área del triángulo que forman la curva de oferta y el precio de mercado.

Las limitaciones del sistema de precios dificultan el análisis coste-beneficio. El problema del *segundo óptimo* es latoso. El que los precios no sean iguales a los costes marginales en otros segmentos de la economía, significa que los precios relativos de los inputs y de los outputs asociados al proyecto están distorsionados, debido a las imperfecciones del mercado. Además, hay actividades importantes en el cálculo del proyecto —externalidades— a las que no se pueden asignar precios. Esta categoría también incluye a los bienes públicos. Afortunadamente el problema tiene solución porque el análisis coste-beneficio puede utilizar «precios sombra», o bien precios corregidos, en lugar de los precios de mercado imperfectos, o el valor estimado de las externalidades sin precio. Ejemplos normales de precios sombra en los estudios de coste-beneficio son la utilización del excedente del consumidor cuando las variaciones del consumo son amplias (la disposición a pagar puede ser una medida más adecuada que el precio del mercado), y la adopción de medidas del coste de oportunidades.

Un problema interesante consiste en definir el ámbito al que se debe aplicar el análisis coste-beneficio, o más específicamente, la población a la que se debería aplicar (*la población relevante*), ya que el análisis coste-beneficio se refiere al bienestar de la sociedad (y de los individuos) y no al de los lugares. En el contexto urbano y regional, la localización de un proyecto es normalmente un problema muy específico. Sin embargo, la localización de la población afectada es mucho más vaga. Considérese el caso de la remodelación urbana, por ejemplo. ¿Es la *población relevante* la de la zona que se está remodelando, o lo es la del área metropolitana (o de la región), o la población nacional? La última es probablemente excesivamente amplia, excepto en el caso un tanto vago, y casi filosófico, de que lo fundamental sean los beneficios sociales de la remodelación urbana. Se deben incluir, claro está, los costes totales (incluidas las subvenciones nacionales), ya que de lo contrario habría un gran sesgo a favor de realizar el proyecto. Por otra parte, restringir la población relevante al área del proyecto es una limitación excesiva, porque los proyectos con una localización específica pueden tener efectos relocalizadores en las áreas circundantes. Si no se cuenta con una perspectiva que se base en subgrupos específicos de un área (un planteamiento posible con el método *BP*), la población relevante debiera definirse de manera más amplia (esto es, la región metropolitana).

El uso de un criterio de inversión es esencial en el análisis coste-beneficio, porque todos los proyectos generan costes futuros y flujos de beneficios en el tiempo. Para decidir si se debe realizar el proyecto, en vez de no hacerlo o de elegir otro —todas estas alternativas tienen diferentes flujos temporales de beneficios y costes—, los flujos han de traducirse a una medida en un punto único en el tiempo que permita reali-

zar una comparación coherente. Esto es fácil de hacer, por lo menos conceptualmente, utilizando tasas de descuento: el instrumento que utiliza el economista para convertir valores futuros en presentes.

El procedimiento más sencillo se basa en estimar el beneficio neto, B , en cada período de tiempo, restando los costes de los beneficios, esto es:

$$\begin{aligned} B_1 &= (b_1 - c_1) \\ B_2 &= (b_2 - c_2) \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ B_t &= (b_t - c_t) \end{aligned} \quad (1)$$

donde b_1 = beneficios brutos en el período 1, c_1 = costes brutos en el período 1, etc. Es normal que este flujo de beneficios netos tienda a ser negativo en los primeros años, porque los costes —especialmente los costes de capital— se incurren al principio, pero puede tardarse algún tiempo antes de que se produzcan beneficios. Hay que ponderar el beneficio neto de cada año en función del tiempo que tarda en generarse, y esto es lo que se consigue con el tipo de interés. Aunque hay varios procedimientos (Mishan, 1971, pp. 181-267), uno de los más sencillos, y el más utilizado, es el método del valor actualizado neto (VAN).

$$VAN = B_0 + \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n} \quad (2)$$

donde r = tasa de descuento, o

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Cualquier proyecto con un VAN positivo debe llevarse a cabo.

Esta sencilla solución conceptual, sin embargo, plantea varios problemas prácticos. En primer lugar, los beneficios y costes futuros tienen que ser conocidos y medibles en términos monetarios. Como muchos beneficios y costes sociales son *intangibles*, se trata de una tarea arriesgada, sujeta a amplios márgenes de error y a los caprichos de los juicios de valor implícitos en el trabajo del analista. Lo que es más, la incertidumbre es generalizada: los beneficios netos en un futuro distante serán menos seguros que los que se generan a corto plazo. Aparte de reglas de poca precisión (por ejemplo, un período de finalización predeterminado, el añadir un par de puntos porcentuales a la tasa de descuento, o el utilizar la tasa de rendimiento comercial en el caso de riesgos elevados), lo más apropiado es asignar probabilidades distintas a los posibles resultados. Aunque esto pueda dar lugar, incluso en los casos más sencillos, a millones de resultados alternativos, el problema puede hacerse manejable con la ayuda de un ordenador.

En segundo lugar surge el eterno problema de elegir la tasa de descuento apropiada. El supuesto normal en el análisis teórico consiste en hipotetizar un mercado de capitales único y perfecto, formado por una única obligación del Estado a largo

⁵ Es conveniente utilizar períodos de inversión discretos de un año, pero para operar matemáticamente es mejor utilizar un modelo continuo en el que se integra el flujo de beneficios netos entre 0 y t .

plazo y activos del sector privado sin riesgo y con el mismo rendimiento.⁶ En estas condiciones, el rendimiento de las obligaciones públicas es igual al tipo de interés del mercado, r . Normalmente se afirma que este tipo de interés debiera ser igual a la tasa social de preferencia temporal (la tasa a la que la sociedad en conjunto valora el futuro en relación al presente). Sin embargo, no existe un único tipo de interés de equilibrio con pleno empleo, fundamentalmente porque el ahorro es en parte función de la riqueza. Por otra parte, la existencia de impuestos sobre el capital destruye la posible igualdad entre tasa de preferencia temporal *individual* y el tipo de interés del mercado. Pero, además, es posible que los individuos sean *miopes* y descuenten el futuro a una tasa mayor que el gobierno, puesto que éste ha de asumir una mayor responsabilidad con respecto al bienestar de las futuras generaciones. Si existen externalidades en el interés por la posterioridad (más específicamente, funciones de utilidad interdependientes y un valor alto asignado al consumo futuro en relación al consumo presente renunciado), se puede justificar el ahorro y la inversión obligatorios que impone el gobierno. Se puede demostrar que esto es consistente con las preferencias individuales (mejora la situación de todos), pero reduce el tipo de interés acercándolo a la verdadera tasa social de preferencia temporal. La crítica fundamental se basa en que si las generaciones futuras van a ser más ricas que las presentes, la transferencia de renta real al futuro implica una distribución regresiva. Sin embargo, si el tipo de interés es superior a la tasa de descuento social, el coste de oportunidad de un proyecto financiado mediante inversión pública tiene un valor mayor que su coste nominal, debido a que los rendimientos de la inversión en el sector privado son superiores. Esto exige un ajuste al alza del coste del capital del proyecto para que refleje su *coste de oportunidad social*.

Se plantea un tercer problema cuando es necesario elegir entre varios proyectos, o cuando las restricciones referentes a los recursos permiten seleccionar sólo uno o dos proyectos de un amplio conjunto. Aplicar el criterio del VAN de manera burda daría lugar a la elección del proyecto con el VAN más alto. Esto, sin embargo, produciría un sesgo a favor de los proyectos de mayor tamaño. Dada la incertidumbre asociada a los flujos futuros de beneficios y costes, sería fácil cometer un error de cálculo y convertir así un valor absoluto positivo y alto del VAN en una cantidad negativa (pero pequeña en relación al tamaño del proyecto). Para corregir estos sesgos debieran introducirse procedimientos de estandarización. Por ello, los tres pasos principales son: establecer una inversión en capital, común a todos los proyectos; reinvertir los beneficios netos de cada período temporal allí donde se obtiene el rendimiento máximo (en el modelo definido anteriormente, en el sector privado); y adoptar un período de inversión idéntico (Mishan, 1971, pp. 235-67.)

Hay otras críticas más generales, por otro lado bien conocidas, al análisis coste-beneficio. Una se fundamenta en que un proyecto de gran tamaño puede alterar la estructura de los precios relativos y, por lo tanto, cambiar la estimación de los beneficios netos y, posiblemente, la justificación de la decisión. Es menos probable que esto ocurra localmente, ya que muchos precios se determinan a nivel nacional —o, por lo menos, están referidos a los precios nacionales—, a no ser que el proyecto tenga un impacto importante sobre la estructura de los valores del suelo. Si la distorsión se reduce a este sector, puede ser resuelta de manera específica. Por otra parte, otras críticas frecuentes —como el problema de los *intangibles* y la ignoran-

⁶ Es importante el supuesto de «ausencia de riesgo». Muchos de los riesgos para los individuos son transferencias internas a la sociedad, que por lo tanto no son riesgos desde el punto de vista de ésta (Arrow y Lind, 1970). La tasa de actualización privada puede, por lo tanto, exceder a la social debido a unos riesgos superiores.

cia de los impactos distributivos— pueden resolverse mediante el uso de versiones modificadas del método coste-beneficio. El *balance de planificación* (BP) es una de las extensiones más interesantes (Lichfield, 1962, 1966, 1970).

Las diferencias fundamentales se refieren a: la utilización de criterios referidos a los objetivos (los llamados objetivos instrumentales); la división de la comunidad en varios grupos clasificados bajo las amplias categorías de productores/operadores y consumidores; el listado de intangibles, pero resistiendo la tentación de intentar una medición espúrea. El efecto neto de estos cambios consiste en desplazar el énfasis de la medición total de los beneficios en relación a los costes, a la distribución de beneficios y costes entre grupos afectados. Este planteamiento reconoce la diversidad y el posible conflicto de intereses, y crea la base para el «arbitraje» político en las decisiones referidas a la planificación regional y urbana. Por lo tanto, la viabilidad de un proyecto es el resultado, en parte, de un proceso de negociación entre los inversores (que maximizan los rendimientos), los planificadores regionales, los gobiernos (¿maximizan los excedentes fiscales?) y los diversos grupos de la comunidad.

Los grupos participantes en un ejercicio de BP pueden ser: terratenientes; inversores; gobiernos centrales, regionales y municipales, grupos con intereses empresariales; desplazados con rentas bajas; nuevos residentes; usuarios de automóviles, etc. Los objetivos instrumentales pueden referirse a costes financieros reducidos y a la creación del organismo que realiza el proyecto, a las amenidades y a la localización de los residentes, a la estabilidad fiscal (esto es, ingresos impositivos superiores y demandas de servicios más reducidos) del gobierno local, etc. Si los costes y beneficios pueden medirse..., se miden. Los costes medibles incluyen la compra de tierra, la construcción de carreteras, servicios y estructuras, los de alcantarillado y otras infraestructuras públicas y los costes de demolición. Los beneficios medibles pueden clasificarse en función de los ingresos debidos al desarrollo comercial y los beneficios del desarrollo urbanístico. Como los costes y beneficios se miden de manera separada para cada subgrupo, algunos de los costes representan pagos por transferencias (es decir, beneficios para algún otro subgrupo) y no costes reales en recursos. Estos pueden ser importantes desde el punto de vista del impacto neto del proyecto sobre grupos individuales, pero se anularán si se realiza una estimación de los costes y beneficios de la comunidad. En cualquier caso, son importantes, y explican la utilidad de la palabra *balance*, ya que se incluyen de la misma forma que en la contabilidad de doble entrada.

Pero muchos de los elementos importantes no son cuantificables. Se incluyen en el BP midiéndolos o bien en términos no monetarios (esto es, en unidades físicas o temporales) o cualitativamente. Esto hace imposible la agregación en términos monetarios. La ventaja fundamental del balance de planificación es que permite un proceso de toma de decisiones más racional, mediante una descripción exhaustiva de todos los costes y beneficios de los grupos afectados y en función de los objetivos instrumentales. La tabulación de todos estos elementos en forma de balance corrige los resultados obtenidos por analistas poco escrupulosos, que sesgan todos los resultados escondiendo unas evaluaciones inapropiadas tras unos valores monetarios superficialmente importantes y precisos, pero aleatorios. La desventaja es que quizá haya que adoptar criterios burdos de ordenación y métodos de modulación para conseguir una evaluación global. El balance de planificación es más eficaz cuando se aplica a proyectos alternativos dirigidos a un objetivo común, ya que algunos términos no medibles pueden ser cancelados al ser comunes a todas las alternativas. Incluso el analista que usa el balance de planificación puede no ser capaz de desprenderse de sus juicios de valor. Estos afectan a la selección de objetivos instrumentales, a la asignación de ponderaciones referentes al bienestar de cada grupo y

a la elección de los métodos para conseguir una evaluación global. El *BP*, como todos los métodos de coste-beneficio, es una técnica que proporciona datos al proceso de toma racional de decisiones. No es una metodología automática y objetiva que libere al responsable de la política de la carga de tomar decisiones. Su superioridad sobre el análisis coste-beneficio tradicional radica en que alerta a los responsables de la política sobre los impactos distributivos críticos asociados con casi todos los proyectos de planificación urbana y regional importantes.

El método del cambio de las participaciones

La técnica del cambio de las participaciones (*shift-share*) se utiliza para analizar estadísticas industriales de ámbito regional (empleo, producción o renta). Quizá sea el instrumento más conocido y el más sobrevalorado del análisis regional. A pesar de las críticas al método, tan conocidas como antiguas, muchas de las cuales no han sido satisfactoriamente resueltas, los responsables de la política regional y los planificadores económicos continúan empleándolo, y continúa sirviendo de base a decenas de aportaciones a las revistas técnicas. Su popularidad no es difícil de entender. Es fácilmente aplicable —un pasatiempo divertido para niños con calculadoras de bolsillo. Sus requisitos estadísticos son fácilmente asequibles en casi todos los países, por lo que no hay retrasos en la obtención de los datos ni difíciles equilibrios para compensar sus deficiencias. Aunque el análisis no es espacial, la desagregación industrial permite eludir las duras críticas dirigidas a los planteamientos macroeconómicos. Lo que es más importante, parece proporcionar un método sistemático para separar la contribución nacional al crecimiento regional de los impactos específicos interregionales. Por todas estas razones, el análisis del cambio en las proporciones ha sido adaptado a una multitud de casos: al análisis histórico de una región, a la descripción, a la proyección regional, e incluso a las prescripciones políticas. Pero, como se sugiere más adelante, su aplicabilidad múltiple, así como la eficacia del método, son ilusorias.

Lo que se consigue con esta técnica es medir el cambio total del comportamiento de una región, en relación al de la nación, a lo largo de un periodo de tiempo (esto es, el crecimiento real de la región *menos* su crecimiento *esperado* si hubiera crecido a la misma tasa que la nación). Este cambio se divide en dos componentes: el *proporcional*⁷, que intenta medir el efecto de la mezcla industrial (la composición industrial nacional) sobre la región, y el *diferencial*, que mide la tasa de crecimiento de las industrias regionales en relación a las nacionales. En otras palabras, refleja el impacto de las ventajas locacionales relativas, que explican la tendencia de las industrias a ser atraídas a unas regiones y no a otras; o a crecer más rápidamente en unas regiones que en otras. Cada componente del cambio, así como el cambio total, puede ser positivo o negativo. La técnica puede aplicarse a uno o a varios indicadores económicos, pero normalmente se utilizan datos de empleo, quizá debido a la disponibilidad de las estadísticas o a la preocupación de los políticos regionales por el crecimiento del empleo.

El método del cambio de las participaciones incluye los siguientes pasos:

⁷ Se utilizan varios sinónimos en la bibliografía. El componente proporcional se denomina también mezcla industrial, de composición o estructural. El diferencial también se conoce como componente regional, de crecimiento o competitivo.

$$\begin{array}{rcccl}
 G & = & R & + & S \\
 \text{Crecimiento} & = & \text{Participación} & + & \text{Cambio} \\
 \text{regional} & & \text{regional} & & \begin{array}{c} \text{Diferencial} \quad \text{Proporcional} \\ (S_d) \quad (S_p) \end{array}
 \end{array} \quad (1)$$

Reagrupando (1) se obtiene:

$$S = G - R. \quad (2)$$

Sean: t = período final, O = período inicial, E_r = empleo regional, E_n = empleo nacional, e i = industria. Como el componente R es la variación del empleo si la tasa regional de crecimiento del empleo hubiera sido idéntica a la nacional, el cambio total es igual a

$$S = (E_{r_t} - E_{r_o}) - (E_{r_o} \cdot [E_{n_t} / E_{n_o}] - E_{r_o}) = E_{r_t} - (E_{n_t} / E_{n_o}) E_{r_o}. \quad (3)$$

El cambio diferencial es la variación del empleo debida a que el empleo en cada industria muestra diferentes tasas de crecimiento en la región y en la nación (S_d puede ser negativo o positivo). El cálculo de S_d se realiza utilizando el mismo procedimiento que en el caso de la ecuación (3) para las industrias individuales. Por lo tanto,

$$S_d = \sum_i [E_{r_t}^i - (E_{n_t}^i / E_{n_o}^i) E_{r_o}^i] \quad (4)$$

El cambio proporcional mide el empleo adicional debido a que la región se especializa en las industrias que crecen rápidamente a nivel nacional (o a la disminución del empleo si la región se especializa en industrias recesivas a nivel nacional). Por razones evidentes, a veces se suele usar el término «efecto mezcla industrial». Como $S_p = S - S_d$,

$$S_p = E_{r_t} - (E_{n_t} / E_{n_o}) E_{r_o} - \sum_i [E_{r_t}^i - (E_{n_t}^i / E_{n_o}^i) E_{r_o}^i] = \sum_i [(E_{n_t}^i / E_{n_o}^i) - (E_{n_t} / E_{n_o})] E_{r_o}^i. \quad (5)$$

Es posible realizar modificaciones, fundamentalmente cambiando las ponderaciones iniciales de la composición industrial implícitas en las ecuaciones (3) a (5), de manera que reflejen variaciones de la composición industrial en el período que se estudia (Thirlwall, 1967; Stilwell, 1969). Pero estas mejoras no eliminan los inconvenientes básicos del método.

Se pueden hacer críticas muy serias al método del cambio de las participaciones. La importancia de éstas varía según el tipo de aplicación. Aunque son importantes incluso cuando se utiliza esta técnica para describir la estructura económica de una región, son devastadoras en cuanto a la eficacia de la técnica como instrumento de predicción o político. Uno de los problemas básicos es que los resultados son altamente sensibles al nivel de desagregación industrial. La desagregación creciente de las estadísticas industriales tiende a producir S_p mayores y S_d menores. Antes o después, el valor de S_d se haría cero (esto es, cuando cada empresa fuera una industria). Como no existe justificación teórica para un nivel dado de desagregación, un analista poco escrupuloso podría predeterminar los resultados ajustando el nivel de detalle de la clasificación industrial. De igual manera, el modo en que se trata el problema de la ponderación afecta a los resultados; las técnicas preferidas normalmente incluyen algún método que promedia las operaciones iniciales

y finales. Aunque existe algún desacuerdo, en varios estudios (Brown, 1969; Kuehn, 1974) se ha sugerido que los componentes de los cambios diferenciales son muy inestables a lo largo del tiempo, lo que asesta un golpe mortal a la utilidad de la técnica como instrumento de predicción. Lo que es peor, los investigadores que han realizado análisis críticos han concluido que los componentes son estables en algunas industrias, pero inestables en otras, y que no existen criterios para decidir *a priori* qué industrias corresponden a cada categoría. Por otra parte, el argumento de que las S_d convergen entre áreas tampoco está demostrado empíricamente.

Los temas planteados se refieren a la objetividad y utilidad de los resultados. Pero existen otras dificultades de tipo más conceptual. Evidentemente, el cambio de las participaciones no es más que una técnica de normalización que nos permite tratar los datos existentes de una manera especial, que puede proporcionar ideas sobre la estructura económica regional. Nada nos dice sobre la capacidad de una región para retener industrias en crecimiento, o cómo atraerlas por primera vez. Lo que es más, como argumentó Mackay (1968), el cambio proporcional subestima la influencia de la estructura industrial, que puede tener un impacto en otros sectores a través de efectos multiplicadores secundarios sobre actividades de servicios, o mediante eslabonamientos técnicos con las industrias oferentes. El supuesto del análisis sobre la independencia de las industrias refuerza la argumentación a favor de la otra técnica sectorialmente desagregada, que se basa en la interdependencia: el modelo input-output.

Por último, al evaluar la relevancia política del cambio de las participaciones. Buck (1970), utilizando un planteamiento basado en el análisis de casos, llegó a la conclusión de que si se examinaban más cuidadosamente los cambios diferenciales positivos en varias industrias (de hecho, empresas) en Merseyside, resultaba que nada tenían que ver con ventajas locacionales, sino que reflejan factores como la heterogeneidad de la producción, una clasificación industrial incorrecta, subvenciones a la relocalización interregional y la reorganización de las plantas subsidiarias por parte de las empresas. La única característica redentora se basaba en la esperanza de que estas influencias aleatorias tenderían a cancelarse unas a otras en un universo muy amplio, con la implicación de que la técnica podría ser útil cuando se aplicara a un país de gran tamaño, como los Estados Unidos, en el que las enormes distancias físicas pudieran dar lugar a diferencias más amplias de costes de localización, y si la técnica se utilizara para analizar el reducido número de regiones oficiales multiestatales. El problema, claro está, es que estas regiones de gran tamaño no tienen sentido económico funcional, ni coherencia política o administrativa.

El único resultado sustantivo a que han dado lugar cientos de aplicaciones de este método es que la mezcla industrial, por sí sola, no explica las diferencias regionales de crecimiento. Pero se trata de un resultado un tanto pobre. Lo que es más, y por las razones que se han sugerido, no somos capaces de cuantificar esta conclusión de forma inequívoca. El cambio de las particiones ha disfrutado de una larga vida⁸, pero no se han cumplido las esperanzas que en esa técnica habían depositado sus defensores. Su utilización como instrumento de proyección o como guía política es peligroso. Debiera abandonarse esta técnica, un tanto primitiva, puesto que su facilidad operativa es tan sólo una justificación pobre para perseverar en un método de análisis sesgado e inconcluyente.

⁸ Hoover (1974, p. 293) indica que Daniel B. Creamer fue el primero en utilizar esta técnica en la década de 1940 (National Resources Planning Board, 1943), pero fue popularizada por Perloff *et al.* (1960.)

Modelos econométricos regionales

Los modelos econométricos regionales han resultado ser uno de los instrumentos más dinámicos de la teoría económica regional desde el final de la década de los sesenta⁹. Estos modelos representan una aplicación a nivel subnacional de los modelos macroeconómicos del tipo que se utiliza para pronosticar niveles futuros de actividad en la economía nacional (por ejemplo, los modelos de Brookings y Wharton). Esto implica considerar a la economía regional como un sistema que puede representarse mediante un número limitado de bloques (consumo, inversión, producción, empleo, precios, etc.), y un gran número de ecuaciones (tantas como 211 en el modelo Philadelphia IV). La idea inicial, expresada explícitamente por Klein (1969), consistió en desarrollar un conjunto de modelos regionales que pudieran acoplarse a los modelos nacionales, utilizando las predicciones fundamentales de los últimos como variables exógenas. Los modelos regionales incorporarían, por lo tanto, variables tales como el producto nacional bruto, el gasto del gobierno central, el nivel de precios y el tipo de interés.

La viabilidad y utilidad del planteamiento depende de varios supuestos. Entre éstos se encuentran: la relevancia de la teoría macroeconómica en el estudio del funcionamiento de las economías regionales; la disponibilidad de sistemas de contabilidad social a nivel regional, de los que se pueda extraer la base de datos que estos modelos necesitan; la aplicabilidad del horizonte temporal de predicción de los modelos nacionales al análisis y la política regional; la validez del supuesto de que la conducta de la economía regional es, por encima de todo, una función estable de la actividad económica a nivel nacional. Aceptar estos supuestos implica un exceso de optimismo acerca de lo que se puede conseguir. Los responsables de la política regional se preocupan fundamentalmente por los cambios estructurales a largo plazo. El saber qué ocurrirá a nivel regional el próximo año les sería útil a los gobiernos locales y a las empresas, pero es un lujo de segundo orden desde el punto de vista de las estrategias del desarrollo regional. Los modelos de oferta, que se centran en la disponibilidad de recursos en una región, tienen probablemente mucho más interés que los modelos de flujos de demanda que se utilizan en las predicciones econométricas nacionales. Los planificadores regionales y los políticos se interesan más por la planificación y la programación, así como por los modelos de evaluación de impacto, que por la realización de pronósticos *per se*.

En cualquier caso, los datos disponibles son más escasos a nivel regional que al nacional, y sus características son muy distintas. Lo que es más, el número de observaciones disponible tiende a ser pequeño (normalmente menos de 20 años de observaciones anuales). Esto da lugar a dos tipos de problemas. En primer lugar, cuando las ecuaciones tienen varias variables independientes los grados de libertad

⁹ Algunos de los ejemplos más importantes son: Burton y Dyckman (1965), Suits *et al.* (1968), L'Esperance, Fromm y Nestel (1968), Dutta y Su (1969), Anderson (1970), Burrows y Metcalf (1971), Richter (1971), Glickman (1971 y 1974a), Olsen (1971), Ratajczak (1972), Brown, M. (1972), Crow (1973a), Cohen y Maeshiro (1974), Hall y Licari (1974), Adams, Brooking y Glickman (1975), y Ghali y Renaud (1975). Los modelos específicamente urbanos son menos frecuentes —véase Mattilla y Thompson (1968) y Engle *et al.* (1972), mientras que Ingram *et al.* (1972) incluyen algunos elementos econométricos en sus modelos de simulación. Artículos panorámicos u orientados a problemas concretos son los que Klein (1969), Richter (1972), Chen (1972) y Glickman (1974b); un resumen evaluatorio puede encontrarse en Richardson (1973a, pp. 34-40). El trabajo de Kendrick y Jaycox (1965) es importante porque desarrolla una técnica para utilizar de la mejor manera posible una información estadística limitada. Los modelos espaciales explícitos son muy poco frecuentes, sin duda por los importantes problemas de especificación, identificación y sesgos estadísticos y de estimación que les caracterizan —Fisher (1971), Hordijk y Paelinck (1974) y Hordijk (1974).

se reducen, pero omitir variables para resolver este problema da lugar a errores de especificación. En principio, nos gustaría que nuestros modelos regionales fuesen interdependientes en vez de recursivos, pero estimar simultáneamente el sistema total agotaría los grados de libertad (muchas más variables que observaciones). En segundo lugar, utilizar un modelo con una base histórica limitada para proyectar a largo plazo y para la determinación de medidas políticas es equivalente a *poner el carro delante del burro*. Los errores predictivos pueden ser fundamentales si hay razones para esperar que se den cambios estructurales en la economía dentro del horizonte de planificación. Para solucionar estos problemas, Czamanski (1968 y 1972) sugirió que para una región única se podrían obtener mejores resultados de los modelos interregionales de corte transversal que de series temporales.

Czamanski (1972) sugirió también que se aplicase la dicotomía tradicional entre variables exógenas y endógenas. Las categorías fundamentales serían: variable *objetivo*, normalmente variables de bienestar relacionadas a una meta, como la renta per capita, el paro o la emigración; variables *intermedias*, que describen la economía pero que no tienen ningún significado especial (por ejemplo, salarios, población y consumo); variables *instrumentales* sobre las que pueden influir los responsables de la política, por ejemplo los gastos de capital público; variables *estadísticas* determinadas fuera de modelo (por ejemplo, el producto nacional bruto, el tipo de interés nacional); y variables *endógenas retardadas*, esto es, variables que se introducen en el modelo con retardos temporales. Las variables instrumentales, las estadísticas y las endógenas retardadas son exógenas, o predeterminadas para cada modelo, mientras que las variables objetivo y las intermedias son endógenas, o determinadas conjuntamente.

Una diferencia fundamental entre los modelos econométricos nacionales y regionales es que los primeros se utilizan normalmente con fines predictivos, mientras que los regionales son frecuentemente modelos de planificación. En cierto sentido, el modelo regional es la inversa de un modelo de predicción, porque las variables estadísticas y de objetivo se convierten en inputs, mientras que las variables instrumentales son los outputs (técnicamente esto se consigue en un modelo lineal invirtiendo la matriz de variables endógenas; con modelos no lineales hay que adoptar soluciones iterativas). Por ejemplo, el problema de predecir en cuanto aumentará el *PRB* (producto regional bruto) si el gobierno invierte *y* millones de unidades monetarias en la región, cada año a lo largo de la próxima década, podría convertirse en el siguiente problema de planificación: cuánto debiera invertir el gobierno para asegurar que el *PRB* a lo largo de la próxima década aumente en un *x* por ciento al año.

Un modelo econométrico normalmente incluye identidades (por ejemplo, el producto total es la suma de los productos sectoriales), ecuaciones de equilibrio (la renta personal total es igual al gasto personal total) y ecuaciones estructurales. Estas últimas se estiman econométricamente, introduciendo las observaciones para la variable dependiente y las variables independientes apropiadas; por ejemplo,

$$E_m = b_0 + b_1 Q_m + b_2 K_{m,t-1} + b_3 t \quad (1)$$

donde E_m = empleo en las industrias manufactureras, Q_m = producción en las industrias manufactureras, $K_{m,t-1}$ = stock de capital en las industrias manufactureras en el período $(t-1)$, t = tiempo, como sustitutivo de la productividad, b_0 = un término constante y b_1, b_2, b_3 = coeficientes de regresión. Dada una estimación de esta ecuación, utilizando datos referidos al pasado, se puede combinar la constante y los coeficientes de regresión con las estimaciones futuras de las variables independien-

tes para predecir los valores futuros de la variable dependiente. ¿Como se obtienen las estimaciones futuras de las variables independientes? Algunas de ellas de manera exógena, pero la mayor parte se derivan de otras ecuaciones del modelo.

Los economistas que elaboran modelos econométricos de predicción normalmente prefieren los modelos estructurales a los reducidos; esto es, modelos en los que cada relación en el sistema se estima por separado, en vez de cancelar algunas relaciones por medio de simplificaciones para obtener así un número menor de ecuaciones y un gran número de variables. Muchas de estas últimas se determinan exógenamente. Como su número es grande, en relación al de las observaciones, hay pocas posibilidades de poder resolver un sistema simultáneo e interdependiente, por lo que el modelo normalmente se compone de un conjunto de ecuaciones aisladas. Evaluar el modelo en términos de la *bondad del ajuste* de estas ecuaciones aisladas puede conducir a errores, ya que las ecuaciones que mejor se ajustan no implican necesariamente que sea el sistema que mejor se ajusta.

La imposibilidad de utilizar un sistema simultáneo (el planteamiento de Klein) obliga a los analistas regionales a adoptar modelos recursivos (el modelo Wold). En un modelo de este tipo las flechas causales son unidireccionales en cada periodo de tiempo, por ejemplo:

$$C_t = cY_{t-1} \quad (2)$$

$$I_t = bY_{t-1} \quad (3)$$

$$Y_t = C_t + I_t \quad (4)$$

$$C_{t+1} = cY_t, \text{ etc} \quad (5)$$

donde C = consumo, I = inversión e Y = renta. Por otra parte, si el consumo fuese función de la renta actual el sistema sería interdependiente, ya que la renta también dependería del consumo actual.

Además, la recursividad de los modelos econométricos regionales adopta una forma específica. La mayor parte de las variables exógenas tienen ámbito nacional, por lo que la estructura recursiva del modelo hace que la conducta de la región dependa en gran medida de las tendencias nacionales, en vez de ser autogenerada. Esto refleja, en parte, la limitación de las estadísticas disponibles, pero también las lagunas en nuestra comprensión teórica de cómo se comportan los sistemas regionales. Un buen ejemplo de las implicaciones de los tipos de modelos recursivos que se han desarrollado es la tendencia a determinar la producción manufacturera regional en función del PNB, esto es

$$Q_{m_i} = f(\text{PNB}), \quad (6)$$

donde Q_{m_i} (producción manufacturera de la región i) se trata frecuentemente como *proxy* de las exportaciones regionales¹⁰, mientras que el PNB sirve de *proxy* de la demanda interregional. Es así frecuente que se adopte la hipótesis de la base-exportación

¹⁰ Casi nunca existen datos de exportaciones regionales útiles. Son raras excepciones los modelos de Haway (Ghali y Renaud, 1975) y Puerto Rico (Dutta y Su, 1969.)

$$Y_i = f(Q_{m_i}) \quad (7)$$

donde Y_i = a renta de la región i . La producción de los residentes (en este modelo simplificado, la producción no manufacturera, Q_{nm_i}) se relaciona, también, a variables locales tales como la renta personal (Y_{p_i}), esto es:

$$Q_{nm_i} = f(Y_{p_i}). \quad (8)$$

Es evidente que en este marco todo lo que ocurra en la región depende del primer nivel de los eslabones recursivos. La conducta de la región se determina por la composición industrial regional en relación a la nacional y mediante las elasticidades renta de la demanda de las exportaciones regionales. No se trata, evidentemente, de una teoría sofisticada de cómo funciona la economía regional. Concretamente, los determinantes del comercio interregional y sus impactos sobre la conducta regional no salen a la luz, no se introducen explícitamente en el modelo. Aunque esto es inevitable, debido a la ausencia de datos sobre los flujos interregionales de comercio, representa una limitación importante a la eficacia de un modelo de demanda. En este tipo de modelo, el crecimiento o el estancamiento de mercados regionales concretos y las variaciones de la competitividad interregional podrían ser importantes para la prosperidad de una región exportadora.

Las limitaciones estadísticas plantean dudas sobre la utilidad de un modelo de demanda regional análogo al que se utiliza en el caso de la economía agregada. Concretamente, además de la falta de series temporales de exportaciones e importaciones regionales, también es difícil obtener a nivel regional datos sobre consumo e inversión no manufacturera, incluso en regiones político-administrativas que pertenecen a un sistema federal (por ejemplo, los estados de los Estados Unidos). Los modelos nacionales dependen en gran medida de la igualdad de la renta y el gasto nacionales. Esto es imposible a nivel regional, por lo que con frecuencia se evitan las relaciones de gastos. La formulación típica consiste en combinar agregados de producciones sectoriales con intentos de medir rentas regionales, por ejemplo

$$PRB = \sum_r X_r \neq RRB = \sum_s F_s \quad (9)$$

donde PRB = producto regional bruto, X_r = producción del sector r , RRB = renta regional bruta y F_s = pago a factores del tipo s . Las cuentas no cuadran necesariamente debido al carácter *abierto* de las regiones. Las dificultades para cuadrar las cuentas se deben a bajones como los siguientes: la propiedad del capital por parte de residentes y de fuera de la región, la asignación regional de los salarios de las personas que trabajan fuera de la región y los no residentes que trabajan en ella, la producción de empresas multifábrica y la asignación regional de las funciones gubernamentales no localizadas.

Incluso excluyendo el planteamiento basado en el gasto, los problemas estadísticos son graves. En los Estados Unidos, por ejemplo, no existen series temporales de producción regional no manufacturera. El planteamiento normal, desarrollado por Kendrick y Jaycox (1965), consiste en estimarlas partiendo de la producción nacional, utilizando costes salariales como ponderación, por ejemplo $PRB_r = PNB_r (W_r / W_r)$, donde W_r = masa salarial de la industria r en la región i , y W_r = masa salarial nacional de la industria r . Evidentemente, este planteamiento oculta las diferencias entre las funciones de producción regionales, al mismo tiempo que surgen sesgos en la estimación debidos a correlacionar series ficticias de producción local con las estadísticas nacionales de las que proceden. Sin embargo, y de manera más ge-

neral, los modelos regionales se basan más en las estadísticas industriales desagregadas y menos en las estadísticas de la contabilidad nacional que los modelos nacionales. El contenido de los modelos refleja las disponibilidades estadísticas. Esto implica que, en la medida en que los modelos de demanda son similares a los modelos econométricos nacionales, los modelos regionales resultan incompletos. Por otra parte, muestran deficiencias como modelos regionales, ya que restan importancia a variables tales como inversión y la utilización del suelo, que pueden ser importantes para explicar por que una región se comporta mejor que otra.

Basándose en este problema, Czamanski (1972 y 1973) ha insistido convincentemente en la necesidad de desviar la atención de variables de flujos a variables de stocks. Su argumento es que los responsables de la política regional no se preocupan de conseguir cambios suaves, lo que quizá sea un objetivo de los políticos nacionales, sino en generar variaciones estructurales y cambios cuánticos como resultado del progreso tecnológico y de la introducción de nuevas industrias. Según este punto de vista, los determinantes de la inversión regional son críticos. La igualdad entre inversión y ahorro no es muy importante en regiones pequeñas y abiertas. El problema más crítico es cómo se conduce la región, en relación al resto de la economía, a la hora de atraer nuevas fábricas y más inversión. El poder de atracción de la región puede depender en gran medida de su stock de recursos naturales, de la calidad de la fuerza de trabajo y de la infraestructura y las amenidades. Este cambio de énfasis sugiere un desplazamiento de los modelos de flujos a los de stocks, y de modelos basados en series temporales a los de corte transversal.

Los modelos econométricos regionales se han utilizado fundamentalmente para la predicción, aunque es difícil convertirlos en modelos de planificación. La predicción regional se enfrenta a numerosos problemas prácticos. Como hay que predecir la conducta de tantas variables exógenas, el riesgo de errores debidos a la información es alto. Los desfases temporales en la obtención de las estadísticas regionales son mucho mayores que en el caso nacional, a veces años en vez de meses. Lo que es más grave, es dudoso que los ejercicios predictivos a corto plazo de los modelos nacionales tengan relevancia en el análisis regional. A los políticos regionales les preocupan las predicciones a largo plazo, los cambios estructurales de la economía regional y la simulación de los impactos debidos a la incorporación de nuevas actividades. Es dudoso que los modelos macroeconómicos predictivos a corto plazo sean el instrumento más útil para resolver estos problemas, incluso en condiciones ideales. El escepticismo es lógico si tenemos en cuenta la falta de datos y el número limitado de observaciones. Desde un punto de vista conceptual, hay mucho que decir a favor de un planteamiento basado en un sistema interregional interdependiente, pero éste sería más difícil de desarrollar con la contabilidad social estándar de los modelos econométricos que mediante modelos input-output interregionales o de competitividad interregional (por ejemplo, ventajas comparativas locacionales).

El problema de la disponibilidad de datos ha condicionado, también de otras formas, la calidad de los modelos regionales econométricos. Con frecuencia se especifican relaciones importantes de manera errónea (muchas veces con funciones bivariantes simples), no porque el analista crea que el mundo es así, sino debido al problema de los grados de libertad. De igual manera, la mayor parte de los modelos son estáticos, porque no es posible introducir estructuras retardadas complejas con tan pocas observaciones. Se ha realizado poco trabajo sobre áreas pequeñas; en los Estados Unidos casi todas las aplicaciones se han referido a estados individuales para los que hay menos restricciones estadísticas. Nadie afirmaría que un estado es una región económica lógica. Las excepciones al modelo normal referido a un estado incluyen: aplicaciones a nivel SNSA (Glickman, 1971 y 1974); Engle *et al.*,

1972; Crow *et al.* 1973b; Mattila, 1973, Hall y Licari, 1974), o a nivel de municipio (Burrows y Metcalf, 1971.)

Ninguno de los modelos econométricos regionales es especial, excepto en el sentido trivial de dividir la zona de estudio en dos o tres áreas (por ejemplo la *ciudad* y los *suburbios* en el modelo de Filadelfia), e incluso en muy pocos modelos se ha dado este paso. La explicación más pausable de por qué se ignora el espacio es que la mayor parte de los econométricos regionales iniciaron sus carreras trabajando con modelos nacionales y han llevado consigo al análisis regional sus viejos hábitos y maneras de pensar. En un artículo con el interesante título de *Econometría Espacial*, Hordijk y Pealinck (1974) sugieren que los modelos econométricos aplicados al espacio harán hincapié en el planteamiento de las interacciones espaciales (por ejemplo, modelos de gravedad y de potencial, funciones de distancia-decadencia). Defienden la necesidad de enfrentarse directamente con los problemas de especificación, comparando modelos espaciales con modelos no espaciales alternativos. Otros planteamientos que se prestan al análisis econométrico son los modelos de derrame de renta y de atracción regional (véase pp. 143-144). La mayor parte de los problemas econométricos clásicos se dan en el análisis regional, por ejemplo la autocorrelación espacial de variables y residuos (Fisher, 1971); problemas de especificación, interdependencia y estimación; y la restricción de los grados de libertad. Dadas las complicaciones que lleva consigo la estimación econométrica en el análisis espacial, no es sorprendente que los econométricos regionales hayan continuado utilizando unos modelos econométricos conocidos y muy experimentados.

En conclusión, los resultados del análisis econométrico regional ha sido, hasta ahora, frustrante. La mayor parte de los modelos no son más que versiones a escala reducida de modelos de predicción nacional conocidos, en los que no se presta atención a la relevancia de la estructura de estos modelos y de sus horizontes temporales para el análisis regional. Muchas de las relaciones específicas de los modelos se deben en mayor medida a la disponibilidad de datos que a las hipótesis que sugiere la teoría. Por el contrario, no se han intentado integrar los resultados de la teoría económica regional en la estructura de los modelos econométricos regionales. El burdo modelo de la base-económica se ha utilizado, con frecuencia, fundamentalmente debido a que permite vincular con facilidad la conducta económica regional a la del país. La mayor parte de los econométricos regionales han sido discípulos de los econométricos que más se han distinguido en la elaboración de modelos macroeconómicos nacionales, pero que no eran economistas regionales empíricos, y su herencia se refleja en su trabajo. Los resultados de la investigación llevada a cabo hasta ahora se han debilitado debido a limitaciones de los datos, al número reducido de observaciones, a la dependencia de modelos estáticos, a su estructura recursiva, a la fuerte dependencia de variables exógenas nacionales y a la ignorancia del espacio. Sin embargo, el trabajo se está iniciando y hay muchas posibilidades de que mejore. La utilización de modelos de stock y no de flujo, la adopción de modelos con datos de corte transversal en vez de series temporales, que pueden permitir la aplicación de análisis econométricos regional a regiones pequeñas (o las utilización tanto de datos de corte transversal como de series temporales), y la integración de modelos econométricos regionales agregados a modelos de asignación de los usos del suelo para permitir que los incrementos de la actividad económica se asigne espacialmente, son posibles extensiones que mejorarían notablemente la calidad y la relevancia de los modelos econométricos regionales.

No existe la planificación económica interregional en el Reino Unido. Se flirteó con la idea en la mitad de los 60's, cuando el difunto Ministerio de Asuntos Económicos creó los Consejos de Planificación Regional; aunque los Consejos sobrevivieron, per-

manecieron impotentes. De hecho, la planificación económica interregional requiere un sistema de planificación nacional como el de las economías socialistas o el de muchos países subdesarrollados. En general, una economía de planificación central es más eficaz a la hora de reconciliar objetos nacionales, sectoriales y espaciales que un sistema que se basa en la planificación indicativa, debido fundamentalmente a que los individuos que toman las decisiones no perciben las interdependencias. Históricamente no se ha dado importancia a la planificación regional. La dimensión regional se ha subyugado a las exigencias de los planes macroeconómicos y sectoriales. Al mismo tiempo, mientras que la planificación regional requiere un horizonte temporal extenso (de 10 a 25 años), los objetivos y programas regionales se han limitado al horizonte temporal de los planes nacionales, que normalmente es de cuatro a siete años.

El sesgo a favor de la planificación nacional, y en contra de la regional, es evidente en el modelo estándar de planificación del desarrollo elaborado por Tingerben (Tingerben, 1967; Tingerner y Bos, 1962; Saigal, 1965; Mennes, Tinbergen y Waardenburg, 1969). El modelo considera tres niveles de desagregación: industrias (sectores), localizaciones (regiones) y periodos de tiempo. El problema global de la planificación se subdivide en tres fases: la *macrofase* (la definición de objetivos relativos al PNB, la inversión, el comercio internacional y el gasto público, por ejemplo), la *mesofase* (la fase media), que se ocupa de las asignaciones sectoriales y regionales, y la *microfase*, en la que se seleccionan los proyectos individuales. La planificación económica interregional surge en la mesofase, cuando se puede considerar dada la tasa de crecimiento nacional. La escala del modelo debe mantenerse a nivel manejable, lo que sugiere minimizar el número de regiones y sectores. Por ejemplo, el número de re-

La importancia es que el modelo de planificación del desarrollo estratifique los sectores formando una jerarquía (internacional, nacional, regional), en la que el rango dependa del nivel de movilidad de sus productos. Esto hace posible establecer dos importantes supuestos que ayudan a la solución del modelo. En primer lugar se puede ignorar los costes de transporte. Por ejemplo, la definición de los sectores regionales supone costes de transporte iguales a cero dentro de la región, pero prohibitivos fuera de ella. En segundo lugar, la producción de los sectores regionales es función de la renta regional (determinada por la producción regional de sectores nacionales e internacionales). El resultado es que el problema de la planificación del desarrollo se reduce a optimizar entre sectores internacionales, mientras que el problema de la planificación regional se resuelve asignando las producciones dadas de los sectores nacionales e internacionales entre las regiones.

Suponiendo un objetivo simple (un incremento dado de la renta nacional), un factor escaso (capital) y que la demanda mundial de exportaciones nacionales es perfectamente elástica, la asignación óptima de la inversión implica la especialización total en el sector óptimo. Este sector es el que tiene los menores costes de capital por unidad de incremento de la renta nacional. En la práctica, la economía puede especializarse en varios sectores internacionales, en vez de sólo en uno, debido a razones políticas, reduciendo los riesgos mediante la diversificación. El incremento de la renta nacional se convierte en ese caso en objetivo de renta regional. El criterio de equidad interregional, así como otras consideraciones, pueden tenerse en cuenta a la hora de establecerse estos objetivos. El problema de la asignación se resuelve mediante una programación lineal en la que la función objetivo consiste en minimizar los costes de capital necesarios para alcanzar los objetivos regionales. La solución se caracterizará por la especialización regional en sectores nacionales e internacionales.

En esta versión secuencial del modelo, las asignaciones sectoriales se determi-

nan a través de criterios de eficiencia, con anterioridad a que se resuelva el problema de la distribución regional. Este planteamiento (primero el sector, luego la región) es típico de los mecanismos que utilizan los planificadores nacionales. El resultado es que la equidad interregional tiene mucho menos prioridad que la eficiencia agregada.

El problema más interesante que se le plantea al planificador del desarrollo regional es si se puede conseguir algún planteamiento que conceda la misma importancia a la asignación regional y a la sectorial. El análogo político es la elección entre un proceso de planificación descentralizada o uno centralizado. Evidentemente, el problema no se reduce a resolver los conflictos entre el objetivo económico (eficiencia y equidad, por ejemplo), también es necesario determinar en qué medida es importante tener en cuenta la participación regional, y los niveles de autonomía y autosuficiencia, en el proceso de planificación. La elección más extrema es la que se da entre el planteamiento de *arriba a abajo* de los planificadores centrales y el planteamiento de *abajo a arriba* que prefieren los planificadores regionales.

La figura 8 ilustra las diferencias entre los dos planteamientos. En el caso puro del planteamiento de *arriba a abajo*, el planificador nacional determina, en primer lugar, los valores macroagregados de la producción, la inversión, el gasto público, o cualquier cosa que se planifique. A continuación asigna este objetivo global entre sectores individuales o categorías funcionales (por ejemplo salud, educación, transporte y energía). La asignación a cada sector individual se divide entre las regiones (o localizaciones), lo que en el caso de m sectores y n regiones da un total de mn cantidades. Las asignaciones a los sectores regionales dependen fundamentalmente de criterios de eficiencia locacional, aunque al planificador le es posible establecer *proporciones justas* regionales, o incluso favorecer a las regiones menos desarrolladas. En la etapa final se agregan las mn cantidades para cada una de las n regiones, lo que proporciona una distribución regional final.

El planteamiento de *abajo a arriba* es idéntico, pero a la inversa. En este caso los planificadores de cada región determinan en la primera etapa los objetivos regionales agregados. El valor para cada región se asigna luego a los sectores, lo que proporciona un conjunto nuevo de nm cantidades, que puede ser muy diferente, tanto en el total como en sus componentes, del que se obtiene con el plan de *arriba a abajo*. Estas mn cantidades,

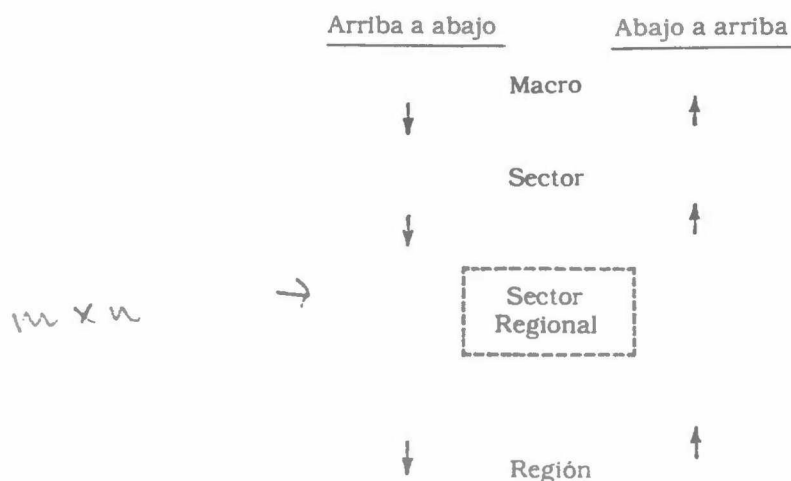


FIGURA 8. *Diferentes tipos de planificación económica interregional.*

que son función de los planes de las regiones individuales, se agregan para los m sectores, y por último se suman los objetivos de los sectores para obtener un macro-objetivo.

Las diferencias entre dos planteamientos son evidentes. Con una planificación de *arriba a abajo* las decisiones fundamentales son, por orden, el objetivo macro, la asignación sectorial y la asignación regional de cada sector, por lo que la asignación regional general se obtiene de forma residual. Con la planificación de *abajo a arriba* la decisión fundamental se refiere a los agregados regionales y a su división entre sectores, mientras que los totales sectoriales y los objetivos macro se obtienen de forma residual. Por ello, no hay ninguna razón para que los dos conjuntos de asignaciones lleven a los mismos resultados. Por el contrario, puede diferir mucho. En primer lugar, las asignaciones de *abajo a arriba* tenderán a ser mucho mayores que las de *arriba a abajo*, ya que los planificadores de cada región actúan de forma independiente, por lo que no serían tan conscientes de las restricciones generales de los recursos como el planificador nacional, que abarca todo el panorama. En segundo lugar, las prioridades sectoriales de cada región, maximizando sus propios objetivos, no serán las mismas que las asignaciones sectoriales regionales que decide el planificador nacional en función de las prioridades sectoriales.

Los objetivos de la planificación nacional son importantes, pero no hay ninguna razón para ignorar los intereses regionales. ¿Hay alguna manera de reconciliar ambos planteamientos, de manera que no se utilice la solución tradicional de la planificación de *arriba a abajo* que perpetúa el olvido de los intereses regionales? Un primer paso para los planificadores regionales consiste en imponer restricciones a los planes regionales de tipo *arriba a abajo* haciendo que los planificadores locales elaboren sus planes dentro del contexto macro total dado. Aunque algunas regiones todavía tenderán a *sobrepujar*, ello moderará en alguna medida sus exigencias. Si las regiones tienden a sobrepujar en la misma medida, las reducciones serán casi proporcionales. El paso siguiente consiste en reducir las peticiones para conseguir la consistencia con las restricciones a nivel macro.

Una vez que se ha llevado a cabo este ajuste, se puede establecer el proceso de reconciliación. Como indican las líneas de puntos de la figura 8, el nivel de reconciliación se encuentra en las asignaciones a los sectores regionales. Como los dos conjuntos de mn cantidades se obtienen mediante diferentes procesos, la reconciliación no será fácil. Aunque sería posible intentarla sistemáticamente mediante algún procedimiento automático, como por ejemplo *dividir la diferencia* o mediante algún proceso de convergencia iterativo, la solución la ofrece el arbitraje. Este implica compensar los deseos de una región con los de la otra, haciendo concesiones el planificador nacional en los casos en los que la eficiencia variaría poco entre dos o más localizaciones. La región A, por ejemplo, en la que predominan los ecologistas, no desea el desarrollo de la industria del acero, que es el resultado del plan de *arriba a abajo*, sino que quiere una mayor participación en actividades de *investigación y desarrollo*. Por lo tanto, el planificador nacional localiza el acero en la región B, que se muestra más favorable a una expansión industrial que cuenta con localizaciones favorables para la producción de acero. La región C reduce parte de la asignación esperada de actividades de investigación y de desarrollo a favor de la región A y se acepta, como compensación, su deseo de contar con una nueva universidad. Esto requiere reducir los presupuestos de educación planificados en varias regiones, incluida la A. Como muestra este ejemplo, una concesión a un sector en una región frecuentemente tendría repercusiones en otras muchas regiones y en otros sectores.

El arbitraje es, por lo tanto, un proceso largo y complicado. Sin embargo, antes o después se logrará una solución que representa un compromiso razonable entre las

prioridades del planificador nacional y las aspiraciones de cada región. Se puede argumentar que el resultado final representará una mejora que justifica el esfuerzo adicional incluso si la asignación final representa alguna pérdida de eficiencia en relación al plan de *arriba a abajo* original. Si el arbitraje se lleva a cabo de manera eficaz, la pérdida de eficiencia debiera ser reducida, aunque positiva, y estaría compensada por los beneficios de la participación local en el proceso de planificación regional.

Puede parecer que este análisis es irrelevante para las economías mixtas, desarrolladas, que no tienen un sistema de planificación (por ejemplo, el Reino Unido y Estados Unidos), o para un sistema de planificación indicativo muy flexible (por ejemplo Francia). Esto no es cierto. El procedimiento es igualmente aplicable en el caso de la distribución regional del presupuesto nacional o en la de la inversión pública (asignación presupuestaria del capital a las regiones). Las decisiones con respecto al gasto público tienen implicaciones locacionales que afectan a la conducta económica y al bienestar de las regiones individuales. Aunque como es lógico, los planificadores nacionales tienen la última palabra, la reconciliación de los procesos de planificación de *arriba a abajo* y de *abajo a arriba* permite a las regiones participar en la distribución espacial de las decisiones sobre los gastos que tienen un impacto sobre ellas.

