

Modelos de insumo-producto regionales y procedimientos de regionalización

NOÉ ARÓN FUENTES

ALEJANDRO BRUGUÉS*

Originalmente el análisis de insumo-producto se desarrolló y aplicó en escala nacional. Sin embargo, con el tiempo ha surgido un gran interés por realizar análisis de desagregación regional con aplicaciones en los ámbitos estatal, municipal y metropolitano. Los trabajos pioneros en los modelos regionales corresponden a Isard (1951) y Leontief (1955) y las reelaboraciones a autores como Leontief y Strout (1963), Morrison (1974), Morrison y Smith (1974), Round (1983) y Richardson (1985). Posteriormente, esos trabajos fueron ampliados por Hewings y Jansen (1986), Anselin (1988) y Flegg, Webber y Elliott (1995 y 1996). Los modelos de insumo-producto regionales son una extensión directa de los modelos nacionales, en el supuesto de que permiten no sólo identificar los flujos sectoriales sino también el origen y el destino geográfico de los flujos comerciales.

Una pregunta importante en el análisis de insumo-producto regional se refiere al problema de la información. La opción de aplicar cuestionarios directos en las regiones ha demostrado ser muy costosa y poco práctica en términos de disponibilidad de información. De allí que se haya hecho necesario recurrir a enfoques indirectos de estimación, más baratos y rápidos, pero que no siempre poseen un alto grado de precisión. Estos enfoques, en términos generales, se clasifican en dos categorías: los sintéticos (*synthetic models*) y los híbridos (*hybrid models*).¹

Otra pregunta importante en el análisis de insumo-producto regional es cómo evaluar la precisión de las estimaciones de

los métodos indirectos para derivar los coeficientes regionales. En algunos estudios las matrices de insumo-producto regionales estimadas por técnicas sintéticas se compararon con matrices construidas con información directa para la misma región, estado o ciudad. Sin embargo, se ha señalado que este método de contraste es limitado, pues sólo se hace con dos matrices cuya precisión se desconoce. Jensen propone dos nociones distintas de precisión: la partitiva (*partitive accuracy*), que implica que cada celda contenida en la matriz refleje el verdadero valor a un determinado nivel de significancia estadística, y la holística (*holistic accuracy*) que implica que la matriz de insumo-producto, en general, representa las principales características de la estructura económica regional, más en un sentido descriptivo que en uno estrictamente cuantificable. A pesar del problema de la especificación del error real de cada celda en la matriz, la precisión partitiva es la que con más frecuencia se ha utilizado en la regionalización de matrices.

El objetivo de este trabajo es, por un lado, analizar la capacidad de las técnicas sintéticas —clásicas y contemporáneas— que se han propuesto para regionalizar las matrices de insumo-producto, en ausencia de información directa sobre los volúmenes de comercio regional.

En la literatura especializada se identifican varias técnicas clásicas; entre las más comunes están el coeficiente de localización simple, el coeficiente de localización sólo compradores, el coeficiente de localización interindustrial (*cross-industry*), el coeficiente de localización semilogarítmico, el ajuste de oferta-demanda, el ajuste de oferta-demanda modificado, los coefi-

1. Esta clasificación se centra en los métodos utilizados para incorporar la información en los modelos de insumo-producto (*survey*, *non-survey* y *partial survey*), y no en los orígenes de las fuentes de información (*classical methods*).

* Director de Posgrado y coordinador de la Maestría en Economía Aplicada de El Colegio de la Frontera Norte, respectivamente. Los autores agradecen el apoyo de Nadia Espino, asistente del primero.

cientes de compras regionales, y el ajuste biproporcional. Igualmente, se presentan las nuevas técnicas para derivar los coeficientes de la matriz de insumo-producto regional como la propuesta por Flegg, Weber y Elliot (1995, 1996). Por otro lado, se pretende demostrar empíricamente la precisión de las estimaciones de los coeficientes regionales con base en diferentes medidas estadísticas de comparación entre la matriz base o actual y la estimada. Los criterios estadísticos de comparación entre ambas matrices incluyen la diferencia media absoluta (MAD), el error porcentual promedio absoluto (MAPE), el índice de similaridad (SIM) y el estadístico chi-cuadrada (χ^2).

Para tal objetivo se utilizó la matriz de insumo-producto de Baja California Sur (1999). El enfoque utilizado para estimar esta matriz "base" consiste en modificar los coeficientes de insumo-producto nacionales a partir de procedimientos mecánico-estadísticos (sintéticos). Posteriormente se complementa con información directa a partir de una encuesta a fin de aumentar la precisión de las estimaciones de los coeficientes de insumo-producto estatales.

METODOLOGÍAS DE REGIONALIZACIÓN

El primer problema práctico en el análisis de insumo-producto regional se refiere a la conversión de los coeficientes nacionales. Como se dijo, una matriz de insumo-producto regional se puede realizar mediante el enfoque sintético. Éste permite construirla sin recurrir al levantamiento de encuestas directas y utilizando sólo la información estadística secundaria de los censos económicos, los anuarios estadísticos y otras fuentes nacionales y regionales (en escala estatal), cuya obtención es barata y rápida. Después la información se transforma con procesos mecánico-estadísticos y el resultado es la estimación de una matriz de insumo-producto regional.

En el enfoque sintético hay dos metodologías principales para regionalizar la matriz de insumo-producto nacional. La primera parte del supuesto de que los coeficientes de comercio regional difieren de los coeficientes técnicos nacionales sólo por la magnitud del coeficiente de importaciones regionales. Del mismo modo se dice que la tecnología usada en los sectores industriales es la misma en escalas nacional (n) y regional (r) y por tanto las empresas son similares en ambas escalas. Así:

$$a_{ij} = r_{ij} + m_{ij} \text{ o bien, } r_{ij} = a_{ij} - m_{ij} \quad [1]$$

donde:

a_{ij} = coeficiente técnico nacional,
 r_{ij} = coeficiente técnico regional,
 m_{ij} = coeficiente de importación regional.

$0 \leq m_{ij} \leq 1$ es una restricción para el coeficiente de importación regional.

Este sistema implica la restricción de que el coeficiente técnico regional (r_{ij}) debe ser siempre menor o igual al coeficiente técnico nacional, esto es, $r_{ij} \leq a_{ij}$.

Este método busca modificar los coeficientes técnicos nacionales para producir un grupo de coeficientes de requerimientos regionales. La segunda metodología parte del supuesto de que los coeficientes de comercio regional difieren de los nacionales sólo por un factor de participación del comercio regional (q_{ij}). Si la región es autosuficiente o exportadora, el coeficiente no cambia en la tabla de insumo-producto regional porque se supone que la tecnología usada por los sectores industriales es la misma en los ámbitos nacional (n) y regional (r). En contraste, si la participación del comercio (q_{ij}) muestra que la región es importadora de un bien en particular, el coeficiente técnico nacional se tiene que modificar proporcionalmente hacia abajo. Así:

$$r_{ij} = q_{ij} a_{ij} \quad [2]$$

Es decir, el coeficiente regional es equivalente a alguna proporción del comercio regional, q_{ij} , del coeficiente nacional, con la restricción ahora de que el coeficiente q_{ij} debe ser menor o igual que la unidad ($q_{ij} \leq 1$). A éste se le conoce como "coeficiente de compras regionales".

TÉCNICAS INDIRECTAS DE REGIONALIZACIÓN

Como consecuencia de las metodologías descritas, cada una de las técnicas sintéticas de regionalización propuestas trata de estimar los coeficientes de comercio interregional (el factor m_{ij} o el q_{ij}). La técnica sintética que más se utiliza es la de coeficientes de localización y sus variantes, basada en un índice que en los estudios regionales se aplica con frecuencia para analizar y comparar las estructuras económicas en escala regional. En esencia, con esta técnica se mide la especialización regional. Otra de ellas, la de ajustes de oferta y demanda y sus variantes, se basa en calcular los requerimientos regionales relativos a la oferta regional. La técnica RAS, o de ajuste biproporcional, se emplea por lo general para actualizar los coeficientes técnicos o equilibrar la matriz en lugar de que se use para regionalizar; sin embargo, algunos autores sí acuden a ella para esto último.

Coeficientes de localización

Los coeficientes de localización (CL) se han consolidado como el método estándar de regionalización de los coeficientes nacionales. Con la medida básica del CL se sabe si el empleo o la producción de un sector en una región está o no más o menos concentrado respecto al promedio nacional. La idea es utilizar estos coeficientes como determinantes del comercio regional. El uso de CL requiere de un formidable arreglo de supuestos.

- 1) Patrones idénticos de consumo regional y nacional.
- 2) Mezcla idéntica de producto nacional y regional.
- 3) Prácticas de producción idénticas.
- 4) Productividades (para los CL de empleo) idénticas de la industria nacional y regional.

Coefficientes de localización simple

El coeficiente de localización simple (CLS) provee estimaciones de flujos y coeficientes de comercio regional para comparar la participación porcentual de una industria en una región respecto a la de la misma industria en escala nacional.

La ecuación para estimar el coeficiente de localización simple para la industria *i* en la región *r* generalmente se define como:

$$CLS_i^r = \frac{\left(\frac{X_i^r}{X^r}\right)}{\left(\frac{X_i^n}{X^n}\right)} \quad [3]$$

donde:

X_i^r = producción regional en la industria *i*,

X^r = producción total en la región,

X_i^n = producción nacional en la industria *i*,

X^n = producción total nacional.

Si el valor del coeficiente para una industria es:

$CLS_i^r > 1$, la participación porcentual de la industria en la región es mayor que la del país en su conjunto;

$CLS_i^r < 1$, la participación porcentual de la industria en la región es menor que en el país;

$CLS_i^r = 1$, la participación porcentual de la industria en la región es similar a la de la misma industria en el país.

Cuando el CLS es mayor que la unidad (por ejemplo, la industria *i* tiene más relevancia en el orden regional) puede presumirse que la industria *i* presenta mayores posibilidades de exportación y que puede ser capaz de satisfacer los requerimientos de la región, por lo que el producto *i* no sería importado. Por el contrario, cuando el CLS es menor que la unidad, la industria *i* no es sobresaliente en la región y por tanto no presenta posibilidades para la exportación, lo que implica importar de otras áreas o regiones para complementar la demanda regional de bienes que la industria regional no produce en las cantidades requeridas.

Cuando el CLS para la industria *i* es mayor o igual que la unidad, el supuesto es que los requerimientos del bien *i* se satisfacen localmente. Se dice entonces que el coeficiente regional es igual al coeficiente técnico nacional que será usado en la fila *i* de la matriz de coeficientes de comercio regional:

$$r_{ij} = a_{ij} \quad \text{si } CLS_i^r \geq 1 \quad (i, j = 1, \dots, n) \quad [4]$$

En cambio, si el CLS para la industria *i* es menor que uno, significa que la producción de la industria *i* no satisface los requerimientos de la región. En este caso la matriz de coeficientes regionales se calcula multiplicando los coeficientes técnicos nacionales por el coeficiente de localización para cada industria *i*:

$$r_{ij} = a_{ij} CLS_i^r \quad \text{si } CLS_i^r < 1 \quad (i, j = 1, \dots, n) \quad [5]$$

Los coeficientes de localización simples son muy fáciles de calcular, aunque pueden presentar problemas. Uno de los más frecuentes es que los resultados obtenidos con este método “sobrestiman” la producción total regional de algunas industrias, por lo que se ha considerado prudente “equilibrar” estos coeficientes, es decir, reducirlos de manera uniforme cuando sea necesario.

Se han propuesto muchas modificaciones al CLS, como incluir únicamente coeficientes de localización sólo de compradores (CLC) y una subfamilia de coeficientes de localización interindustrial (CLI, CLI ajustado, CLI logarítmico) que consideran la importancia relativa de ambos sectores —compradores del sector *i* y vendedores del sector *j*— en una región o en el país.

Coefficientes de localización sólo de compradores

Este método fue sugerido por Tiebout (1967), quien recomendó que la suma de la producción total —o del empleo— usada en el cálculo del coeficiente de localización debería limitarse a las industrias que hacen compras de la industria *i* en la región y en el país, respectivamente. La formalización es la siguiente:

$$CLC_i^r = \frac{\left(\frac{X_i^r}{X^{*r}}\right)}{\left(\frac{X_i^n}{X^{*n}}\right)} \quad [6]$$

X_i^r y X_i^n = producción regional y nacional de un bien *i*.

X^{*r} y X^{*n} = producción total regional y nacional sólo de los sectores que utilizan *i* como un insumo.

El coeficiente de localización sólo de compradores (CLC) tiene una aplicación similar en el momento de regionalizar la matriz; además, sus limitaciones se mantienen iguales a las del coeficiente descrito.

Coefficiente de localización interindustrial

El CLI considera la importancia relativa de la industria vendedora *i* en la región, así como la industria compradora *j*. El coeficiente compara la proporción de la producción nacional de la industria vendedora *i* en la región con la respectiva de la industria compradora *j*, es decir:

$$CLI_{ij}^r = \frac{\left(\frac{X_i^r}{X_i^n}\right)}{\left(\frac{X_j^r}{X_j^n}\right)} \quad [7]$$

La idea es que si la producción de la industria regional *i* y de la industria nacional *i* —el primer componente de la expresión—

es mayor que la correspondiente a la producción de la industria regional j y la industria nacional j —el segundo componente— (esto es, $CLF_{ij}^r > 1$), entonces los requerimientos de insumos i por parte de la industria j pueden ser proveídos dentro de la región. Por otro lado, si la industria i regional es más pequeña que la industria j en el mismo ámbito, entonces algunos de los requerimientos de insumo i por la industria j tendrán que ser importados ($CLF_{ij}^r < 1$).

Coefficiente de localización semilogarítmico

Recientemente se han propuesto nuevas técnicas indirectas dentro de esta subfamilia. Los coeficientes de localización semilogarítmicos (CLS) proporcionan ajustes en los coeficientes regionales en tres sentidos: a) por el tamaño relativo del sector vendedor i ; b) por el tamaño relativo del sector comprador, y c) por el tamaño relativo de la región. Ésta constituye una de las propuestas más recientes para estimar la economía regional, cuando la idea subyacente es encontrar un coeficiente q_{ij} óptimo.

$$RLQ_j = \frac{SLQ_i}{\log_2(1 + SLQ_j)} \quad FLQ_{ij} = CILQ_{ij} + \lambda^\beta$$

$$ELQ_{ij} = \frac{\log_2(1 + SLQ_i)}{SLQ_i} \quad \lambda = \frac{E_i^r / E_i^n}{\log_2(1 + E_i^r / E_i^n)}$$

La idea subyacente es que el factor λ^β se incrementa monótonicamente cuando el tamaño de la región actúa de manera creciente. El exponente β es un factor de flexibilidad cuyo aumento implica un mayor ajuste de las importaciones regionales. De tal forma que para regiones grandes se esperaría aplicar un coeficiente β pequeño, contrariamente al caso de regiones pequeñas.

El coeficiente β es una función del porcentaje E_i^r/E_i^n y es un asunto empírico si aquél se considera grande o pequeño. Un $\beta = 5$ sería adecuado, conforme a los resultados de dos estudios empíricos para las regiones del Reino Unido, Avon y Escocia, donde en la primera, dadas sus dimensiones económicas, el coeficiente es pequeño; lo contrario sucede en las otras regiones.

En resumen, los coeficientes de localización utilizados como estimadores de los coeficientes regionales comparten el mismo principio; en términos generales, la magnitud y la dirección del comercio interregional pueden medirse por el grado de especialización regional. Cuando esto se combina con el supuesto de idénticos patrones de consumo (intermedios y finales) es posible determinar los coeficientes de comercio regional mediante el análisis de la estructura industrial.

Balanzas comerciales

La familia de las técnicas que se mencionan en seguida se basan en la construcción de balanzas comerciales para cada una

de las industrias, con base en diversos aspectos. Se han realizado varias modificaciones a la técnica de balanzas comerciales que incluyen ajustes de oferta-demanda y una familia ajuste de oferta-demanda modificada.

Ajustes de oferta-demanda

El ajuste de oferta y demanda (EOD) consiste en estimar balanzas comerciales regionales (B_i^r) entre la producción regional de un bien i (O_i^r)² y los requerimientos regionales del bien i (D_i^r).³ Con esta información se calculan los coeficientes regionales. La formulación del modelo es como sigue:

$$O_i^r = X_i^r \quad (i = 1, \dots, n) \quad [8]$$

donde,

O_i^r = oferta regional;

X_i^r = producción bruta regional, y

$$D_{ij}^r = \sum_j a_{ij}^n X_j^r + \sum_f c_{ij}^n Y_f \quad (i, j = 1, \dots, n) \quad [9]$$

donde,

D_i^r = requerimientos regionales totales del bien i ;

a_{ij}^n = coeficiente técnico nacional;

X_j^r = estimación del producto regional para la industria j ;

c_{ij}^n = las proporciones de insumo de demanda final nacional;

Y_f = demanda final estimada de la demanda final para la industria i .

Así, la balanza de comercio regional de la industria i (B_i^r) es:

$$B_i^r = O_i^r - D_i^r = X_i^r - \left(\sum_j a_{ij}^n X_j^r + \sum_f c_{ij}^n Y_f \right) \quad [10]$$

Si B_i^r es positivo se tiene un superávit para la industria i , por lo que se dice que la oferta regional es suficiente para cubrir la demanda regional, las importaciones son iguales a cero y las exportaciones iguales al superávit; en este caso, los coeficientes técnicos nacionales pueden usarse en la fila i de la matriz de coeficientes de comercio regional. Si B_i^r es negativo se presenta un déficit para la industria i . Esto implica que la demanda regional es más grande que la nacional, por lo que se requiere importar bienes y servicios de otras regiones; las exportaciones son iguales a cero y las importaciones serán iguales al déficit. Los coeficientes regionales se estimarán de la forma siguiente:

$$r_{ij} = a_{ij}^n \left(\frac{X_i^r}{D_i^r} \right) \quad [11]$$

2. Se refiere a la oferta regional de la industria en cuestión.

3. Se refiere a la demanda total regional de cada industria dividida en insumos y demanda final.

donde

- r_{ij} = coeficiente técnico regional;
- a_{ij}^n = coeficiente técnico nacional;
- X_i^r = producción bruta regional de la industria i ;
- D_i^r = total de requerimientos regionales del bien i .

Ajuste de oferta-demanda modificado

Esta técnica (AODM) considera que la demanda final se encuentra predeterminada, de forma que si la oferta local no satisface los requerimientos de la demanda regional, las importaciones sólo entrarán para satisfacer las necesidades de las industrias locales, pero no la demanda final. Los flujos regionales se calculan de la siguiente forma:

$$X_{ij}^r = X_j^r a_{ij}^n \frac{(D_j^r - X_j^r)}{(D_j^r - Y_j^r)} \quad [12]$$

- a_{ij}^n = coeficiente técnico nacional;
- X_i^r = producción bruta regional de la industria i ;
- D_i^r = total de requerimientos regionales del bien i ;

En resumen, el ajuste de oferta-demanda se basa en la estimación de los flujos de comercio interregional a partir de comparar la producción local de cada bien con los requerimientos respectivos, sin incorporar explícitamente una medida de especialización regional.

Ajuste biproportional

El método RAS, utilizado para la actualización y regionalización de matrices de insumo-producto, consiste en un procedimiento iterativo de multiplicaciones de las filas y columnas de la matriz base a fin de lograr la consistencia con los totales referentes al año de actualización (o la región específica), los cuales previamente se obtuvieron de las cuentas nacionales. Los dos principales atributos del RAS descansan en la simplicidad relativa de su aplicación y en el hecho de que se preservan los signos.

En términos sintéticos, este proceso multiplica una matriz diagonal denominada R que recoge el efecto sustitución por la matriz de coeficientes técnicos del año base A(t). El resultado se posmultiplica después por una matriz S, que recoge el efecto fabricación. Técnicamente, esto se escribe como:

$$A^r = RA^n S \quad [13]$$

Con este método se obtiene una matriz estimada A^r a partir de la matriz nacional A^n , sujeto a que las sumas de filas y columnas sean iguales a los totales conocidos en la región: la demanda intermedia en el caso de la suma de las filas y el consumo intermedio en el de las columnas para cada sector. Si el método RAS simple se combina con conocimientos específicos de cada sector, éste permite contar con coeficientes que pueden ser más exactos.

Por último, a pesar de los supuestos y requisitos de información que cada una de las técnicas anteriores requieren, todas comparten dos características: se basan en el concepto de participación de mercado en la oferta de un bien específico, y ninguna de las técnicas distingue entre importaciones competitivas y no competitivas. Mientras que en los modelos de insumo-producto multirregionales esta distinción no se utiliza, es usual en los modelos de una región, pues permite robustecer la estabilidad de los parámetros.

PRUEBAS DE PRECISIÓN DE LAS ESTIMACIONES REGIONALES

Otro problema de carácter práctico en la estimación de los modelos regionales es cómo evaluar la precisión de las matrices de insumo-producto regionales realizadas por métodos sintéticos. Ésta es una cuestión crítica porque la selección de la técnica del menú de opciones depende del intercambio entre precisión y costo. Desafortunadamente hay cuatro obstáculos para evaluar con solidez las técnicas indirectas. Primero, los valores actuales contra los que se contrastan los valores estimados normalmente se derivan de un modelo de insumo-producto generado con cuestionarios directos. Esta comparación supone que los valores de este modelo son los verdaderos, supuesto ciertamente equivocado, dado que hay una combinación de errores de la muestra y arbitrariedad de la agregación de la información cuando se construye la matriz de insumo-producto. Segundo, hay una amplia variedad de medidas de error, como el índice de información de Theil, la prueba chi-cuadrada, el error medio absoluto, el índice de cambio relativo, el índice de similitud, el error porcentual total, la diferencia de medias relativas, la diferencia media euclidiana, el error cuadrado medio, la prueba no paramétrica Wilcoxon, el coeficiente de correlación y el análisis de regresión. Algunas de estas medidas son más apropiadas que otras. Las utilizadas con frecuencia se presentan en el cuadro 1.

C U A D R O 1

ALGUNAS MEDIDAS DE ERROR



Medidas	Formulación matemática
Desviación media absoluta	$MAD = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \hat{a}_{ij} - a_{ij} $
Desviación media relativa	$MAPE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left \frac{\hat{a}_{ij} - a_{ij}}{a_{ij}} \right \times 100$
Índice de similaridad de Isard-Romanov	$SIM = 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left \frac{\hat{a}_{ij} - a_{ij}}{\hat{a}_{ij} + a_{ij}} \right $

Donde m es el número de pares de celdas diferentes de cero.



Tercero, hay dos nociones alternativas de precisión, la partitiva (por ejemplo, la precisión de coeficiente estimado a determinado nivel de significancia) y la holística (por ejemplo, la consistencia de la matriz en general, con errores individuales permitidos si éstos tienden a cancelarse entre sí). Por último, la determinación del límite entre lo aceptable y lo inaceptable en los niveles de error es subjetiva. Una evaluación "satisfactoria" deberá combinar cada uno de estos elementos.

Evaluación empírica de las técnicas indirectas de regionalización

En los cuatro estudios empíricos más importantes realizados en Estados Unidos para evaluar las técnicas indirectas las estimaciones producidas con la información indirecta se comparan con las obtenidas con información directa para la misma región. Czamanski y Malizia emplearon la matriz de insumo-producto construida en 1967 para el estado de Washington para evaluar la técnica RAS y Schaffer y Chu los CLS y el CLC. Utilizando como referencia la tabla de insumo-producto de Peterborough, Smith y Morrison evaluaron la técnica RAS, la de CLS y la de EOD. Recientemente Harrigan, McGilvary y McNicoll hicieron lo propio con las principales variaciones de la técnica de coeficientes de localización; para medir la estimación de los flujos de comercio interregional utilizaron cinco criterios estadísticos y para conocer la precisión de cada técnica emplearon la matriz de importaciones de Escocia provenientes del resto del Reino Unido.

Czamanski y Malizia emplearon la matriz de insumo-producto nacional de Estados Unidos de 1958, las estimaciones de la producción regional bruta y los vectores de insumos y de producción intermedia. A estas variables le aplicaron la técnica RAS para estimar una matriz regional para el estado de Washington en 1963. Hicieron algunos ajustes por cambios en los precios relativos de 1958 a 1963 y emplearon pruebas estadísticas basadas en el error absoluto porcentual promedio (MAPE) y en la información contenida; también experimentaron con las dificultades de agregación e intentaron evaluar los efectos de los ajustes realizados por diferenciales de precios y por importaciones.

Los autores examinaron con detalle la calidad de los resultados obtenidos respecto a los sectores individuales y encontraron que los mayores errores se manifestaron en los sectores primarios y también en aquellos en que había una especialización regional. Czamanski y Malizia señalaron que sería importante excluir a los sectores de servicios de la agregación y utilizar información de campo para obtener coeficientes de insumo-producto para la industria primaria y las industrias en que se especializa la región. Sin embargo, los ajustes de precios relativos y por importaciones tienen poco efecto en la calidad de los resultados.

Shaffer y Chu estimaron la matriz de insumo-producto del estado de Washington y realizaron pruebas chi-cuadrada para cada columna de la matriz. Encontraron que los mejores resultados en términos de simulación de coeficientes se obtuvieron del CLS, seguidos (muy de cerca) por los CLI y el modelo de simulación RIOT (Regional Input-Output Tables). Los autores no

hicieron ningún intento por evaluar globalmente la matriz de insumo-producto, aunque compararon los multiplicadores del ingreso. En cada caso los multiplicadores basados en métodos indirectos sobreestimaron los provenientes de información directa. Aquí, de nuevo, las mejores estimaciones se obtuvieron con la técnica de coeficientes de localización simples (CLS).

Schaffer y Chu ampliaron la muestra de las regiones incluidas —Washington, Utah y Nuevo Mexico— y la prueba chi-cuadrada se complementó con el análisis de regresión. Los resultados que se presentan en este artículo confirman que los mejores estimadores se derivan, primero, de la técnica de coeficientes de localización simples y luego de los ajustes de oferta-demanda, seguidos por el modelo de EOD y de simulación RIOT. Finalmente resultaron los CLI. Hewings aplicó variaciones de la técnica de coeficientes de localización y ajustes de oferta y demanda a la matriz de insumo-producto nacional de Inglaterra para derivar los coeficientes regionales para West Midlands y South-East Kent. Sin embargo, como no hay matrices de insumo-producto elaboradas con información directa para estas áreas, no surgió ninguna evaluación objetiva del análisis de las técnicas empleadas provenientes del trabajo de este autor.

Smith y Morrison sometieron a prueba los principales métodos indirectos para estimar matrices de insumo-producto: CLS, CLC, CLI, EOD y RAS. El análisis se enfocó en dos aspectos principales. Primero, la comparación de las matrices. Para ello se aplicaron pruebas estadísticas a cada matriz estimada de manera indirecta y la técnica empleada de acuerdo con su "ajuste relativo" se ordenó con la estimada con información directa. La técnica RAS generó los mejores resultados. Con las restantes técnicas la variación en los resultados fue menor; las matrices de insumo-producto estimadas mostraron ser muy parecidas. En particular, el orden fue EOD y de entre los coeficientes de localización el primero fue el CLS, seguido del CLC y el CLI. Se calcularon los multiplicadores del ingreso tipos I y III y se compararon con los multiplicadores estimados con información directa. El orden del ajuste o el margen del error medio logrado con cada una de las técnicas fue primero EOD y segundo los coeficientes de localización: CLS, CLC y CLI. De éstos, CLS fue la mejor técnica sintética según los análisis cuantitativos de Smith y Morrison y Schaffer y Chu.

Harrigan, McGilvary y McNicoll evaluaron las principales variaciones de las técnicas de coeficientes de localización y ajustes de oferta y demanda para estimar de manera indirecta los flujos de comercio intrarregional. Para evaluar el ajuste entre la matriz de flujos comerciales intrarregional real y la estimada se utilizaron las pruebas del error medio absoluto (EAM), la diferencia métrica euclidiana (NORM), el error medio relativo (MDR), la prueba chi-cuadrada, el índice de información (II), el índice de similitud (SI) y el coeficiente de correlación (R). La información utilizada para estimar los flujos comerciales intrarregionales fue la matriz de importaciones de Escocia provenientes del resto del Reino Unido. La estimación de los flujos de importación obtenida muestra que las dos técnicas los subestiman, lo que indica que el principio de maximización del comercio local sobre el cual operan estas técnicas es una simplificación exagerada de la forma en la cual se da el comercio intrarregional.

RESULTADOS EMPÍRICOS

Cada una de las técnicas sintéticas descritas se aplicó a la base de datos de la matriz de insumo-producto de Chihuahua para estimar los coeficientes técnicos regionales. Las pruebas incluyen la comparación de los coeficientes individuales. Más específicamente, los resultados de estas simulaciones se compararon con los valores de la matriz base derivada, como la matriz promedio resultante de las transformaciones de cada una de las técnicas. Debido a que no hay un criterio único para comparar los resultados de las dos matrices (la estimada y la base) se realizaron varias pruebas. Los resultados se presentan en el cuadro 3.

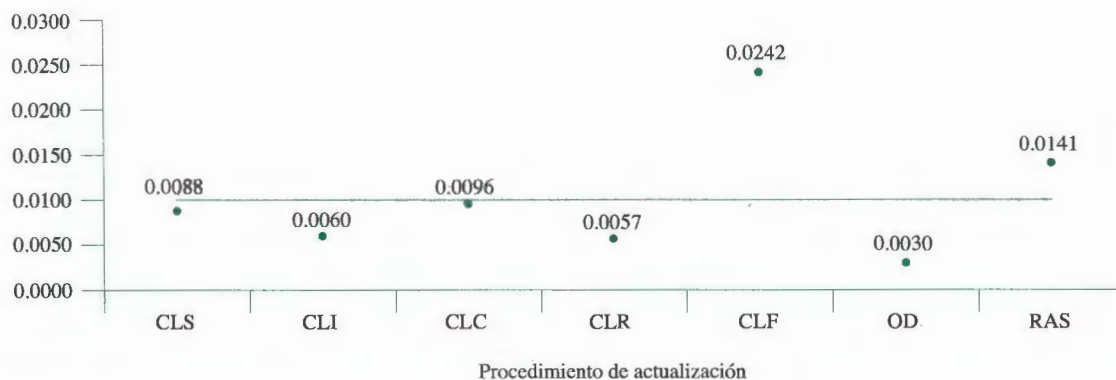
Aquí se mencionan brevemente algunas características de las pruebas utilizadas: primero, todas ellas, excepto el índice de similitud (SIM), cuando se aproximan a cero indican la “bondad del ajuste”. Para el SIM ésta se muestra por su proximidad a uno.

C U A D R O 2

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE LOS MULTIPLICADORES SIMPLES DEL PRODUCTO

Método de actualización	Medida		Índice de similitud de Isard-Romanov
	Desviación media absoluta	Desviación media relativa	
CLS	0.0725	5.3584	0.9738
CLI	0.0613	4.5606	0.9778
CLC	0.0772	5.6775	0.9725
CLR	0.0610	4.5387	0.9781
CLF	0.1243	9.1939	0.9504
OD	0.0456	3.4618	0.9829
RAS	0.0976	7.4739	0.9618
Promedio	0.0771	5.7521	0.9706

MULTIPLICADORES SIMPLES DEL PRODUCTO. ERROR CUADRÁTICO MEDIO RESPECTO AL PROMEDIO



Segundo, los índices MAD y MAPE se miden como la diferencia absoluta entre los coeficientes simulados y promedio, mientras que c^2 se mide como la diferencia relativa entre los coeficientes simulados y promedio (véase el cuadro 2).

Los datos del cuadro 2 indican que todas las técnicas sintéticas producen resultados similares. Ninguna “ajusta” lo suficiente para brindar confianza. Sin embargo, en términos de la estimación de coeficientes individuales, los métodos EOD y CLS son los que ajustan mejor. La bondad del ajuste del CLS es, sin embargo, aparente, pues produce más ceros que cualquier otro de los miembros de la familia de coeficientes de localización y, como se señaló, la diferencia entre el coeficiente estimado y el actual es cero. De aquí que el CLS se calcule para un menor número de celdas o valores y éste resulte en menores valores de las diferencias medias absolutas. También puede verse en el cuadro 1 que al margen de la prueba utilizada el método EOD es el que da estimaciones superiores, lo cual es consistente con estimaciones empíricas para Estados Unidos y Europa. Los valores de todas las pruebas y métodos se muestran en la gráfica.

En el cuadro 3 se presenta un resumen de la distribución de las diferencias porcentuales absolutas de las sumas por columna ($=S_{i, a_{ij}}$) actual y promedio para cada técnica. Es claro que hay una subestimación importante de los flujos de comercio regional, en particular por los coeficientes de localización, lo cual refleja una sobreestimación de los coeficientes regionales. Todas las técnicas subestiman la gran mayoría de las sumas de los coeficientes por columna y hay poco que decir sobre cuál es la mejor.⁴ De hecho, ninguna de las técnicas simula más que un pequeño número de sumas de columnas con una precisión razonable (de -25 a + 25 por ciento). Respecto a esto, la EOD es superior.

Este último resultado muestra que los métodos de cocientes (CLS, CLC, CLI, etcétera) operan implícitamente sobre el princi-

4. La mejora relativa de la técnica de coeficientes de localización y de ajuste oferta-demanda en esta prueba *vis-á-vis* es porque en muchos casos donde los coeficientes de localización y de ajuste oferta-demanda predicen cero importaciones, las importaciones actuales como una proporción de las compras de la industria en el producto regional bruto es de hecho muy pequeño en términos absolutos.

pio de maximización del comercio local; por ejemplo, si el bien i está disponible en alguna fuente local, se le comprará en ella. Con esto se ignora que todo bien de cualquier industria es la agregación de un gran número de compras de bienes de diferentes regiones. También se ignora la existencia de la relación cliente-oferente, por ejemplo, entre la empresa matriz y una compañía subsidiaria local. El principio de maximización del comercio local es más extremo en los métodos CLS y CLC, los cuales excluyen por completo el comercio intrarregional; por ejemplo, un bien puede importarse o exportarse, pero no ambas cosas. El grado en el cual este supuesto extremo conduce a una subestimación del comercio interregional es evidente en el cuadro 3.

C U A D R O 3

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE INSUMOS REGIONALES

Método de actualización	MAD desviación media absoluta
CLS	0.0403
CLI	0.0485
CLC	0.0416
CLR	0.0426
CLF	0.0862
OD	0.0341
RAS	0.0672
Promedio	0.0515

CONCLUSIONES

La conformación de matrices de insumo-producto regionales puede realizarse con varias metodologías y técnicas. Las pertenecientes al enfoque sintético involucran la modificación de los coeficientes de insumo-producto nacionales con procedimientos mecánico-estadísticos. Por un lado, la literatura teórica identifica varias técnicas cuyas propiedades analíticas se revisaron en los apartados anteriores. Por otro lado, la literatura empírica evalúa la precisión de los planteamientos teóricos de estas técnicas. En el contexto de esta última es posible establecer algunas conclusiones:

1) Ninguna técnica sintética "ajusta" lo suficiente para justificar una plena confianza en su realización. Sin embargo, en términos de la estimación de coeficientes individuales el método EOD es el que ajusta mejor.

2) Todas las técnicas sintéticas producen una subestimación de los flujos comerciales y por tanto una sobreestimación de los coeficientes regionales. Esto indica que el principio de maximización del comercio local sobre el cual operan estas técnicas es una sobresimplificación de la forma en que se determina el comercio interregional.

3) No obstante los bajos costos en términos de requisitos de información, estos modelos proporcionan resultados pobres y su utilidad para simular los flujos de comercio interregional es limitada.

4) Finalmente, si el objetivo de los modelos de insumo-producto regionales es que sean una herramienta útil para la investigación y la instrumentación de políticas, se debe encarar el hecho de que la precisión de la estimación de los flujos de comercio interregional sólo con técnicas sintéticas es muy pobre. Así, no hay una técnica sintética barata y efectiva. ^e

Bibliografía

- Baca Tupayachi, Epifanio, Ruth García Pacheco, Leonith Hinojosa Valencia, Jesús Guillén Marroquín y Guillermo Mosqueira Lovón, *Análisis de la economía de la región Inca en base a las tablas de insumo-producto*, Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas, Cusco, Perú, 1993.
- Castañón, Alberto, "Instrumentos y derivaciones para el análisis económico de Nuevo León", tesis de maestría en Economía Aplicada, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México, 1998.
- Czarnanski, Stan, "Study of Spatial Organization", en *Spatial Organization of Industries*, vol. 1, núm. 101, Canadá, 1974.
- De la Garza, Mónica (compiladora), *Eslabonamientos productivos en Argentina, Brasil y México* (II Seminario Internacional), Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 1988.
- Domínguez, Lisbeily, "Estrategias de desarrollo económico para el estado de Chihuahua. Aplicaciones de insumo-producto", tesis de maestría en Desarrollo Regional, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México, 1998.
- Espina, Álvaro, *Hacia una estrategia española de competitividad*, Colección Economía Española, vol. 1, Fundación Argentaria, Madrid, 1995.
- Ghosh, A., "Input-Output Analysis with Substantially Independent Groups of Industries", *Econometrica*, vol. 28, núm. 1, 1960.
- Harrison, B., "Industrial Districts: Old Wine in New Bottles?", *Regional Studies*, vol. 26, núm. 5, 1992, pp. 469-483.
- Hewings, Geoffrey J.D., "The Empirical Identification of Key Sector in a Economy: a Regional Perspective", *The Developing Economies*, vol. 20, núm. 2, 1982.
- Isard, Walter, *Métodos de análisis regional*, Ediciones Ariel, Barcelona, 1971.
- ITESM, *Proyecto Chihuahua siglo XXI. Reporte final*, Centro de Estudios Estratégicos, Chihuahua, 1993.
- Krugman, P., *Geography and Trade*, Gaston Eyskens Lecture Series, Leuven University Press, Leuven, 1991.
- Mariña, Abelardo, *Insumo-producto: aplicaciones básicas al análisis económico estructural*, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, 1993.
- Porter, M., "Clusters and the New Economics of Competition", *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre de 1998.
- Porter, M.E., "The Competitive Advantage of Nations", *Harvard Business Review*, vol. 68, núm. 2, 1990, pp. 77-93.
- Rauch, J.E., "Does History Matter Only When it Matters Little? The Case of City-industry Location", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, agosto de 1993, pp. 843-867.
- Scott, A.J., "Industrial Organization and Location: Division of Labor, the Firm and Spatial Process", *Economic Geography*, vol. 62, núm. 3, 1986, pp. 215-231.
- Storper, M., "The Limits to Globalization: Technology Districts and International Trade", *Economic Geography*, vol. 68, núm. 1, 1992, pp. 60-91.