

# EL CONTENIDO FACTORIAL DEL COMERCIO DE ESPAÑA: ANÁLISIS DESDE EL ÁMBITO REGIONAL \*

ANDRÉS ARTAL

*Universidad Politécnica de Cartagena*

JUANA CASTILLO Y FRANCISCO REQUENA

*Universidad de Valencia*

Este trabajo analiza el funcionamiento del modelo Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV) aplicando la metodología de Leamer (1980) en un contexto regional. Para ello se desarrolla el contraste completo para el comercio total, interregional e internacional, de las regiones españolas en 1995. La evidencia empírica muestra que dicha propuesta metodológica funciona mejor que la de Bowen *et al.* (1987) al contrastar la ecuación de Vanek para una partición del vector de comercio total. La relajación del supuesto de identidad tecnológica mundial no mejora los resultados para el comercio interregional ni tampoco con los países de la OCDE, si bien existe una mejora en los resultados cuando dicho supuesto se relaja para el comercio internacional y en especial con el grupo de países no-OCDE. Estos resultados son consistentes con el cumplimiento de los supuestos básicos del modelo HOV y explican los resultados contradictorios (existencia o no de “paradoja de Leontief”) presentes en la literatura empírica del modelo de proporciones factoriales para España.

*Palabras clave:* Teorema Heckscher-Ohlin-Vanek, contraste de Leamer, comercio interregional e internacional, conos productivos, paradoja de Leontief, comunidades autónomas españolas.

*Clasificación JEL:* F11, F14, R12.

---

(\*) Este trabajo se ha beneficiado de los comentarios de dos evaluadores anónimos, de los editores de la revista, de los participantes en el VII ETSG Conference (Dublin, 2005), VIII Encuentro de Economía Aplicada (Murcia, 2005), IX Jornadas de Economía Internacional (La Laguna, 2005) y XXX Simposio de Análisis Económico (Murcia, 2005). Francisco Requena y Juana Castillo son miembros de INTECO (GRUPOS03/151). Juana Castillo agradece la ayuda financiera recibida del MICINN (Ministerio Ciencia e Innovación) ECO 2008-05908-C02-02. Francisco Requena y Andrés Artal agradecen la financiación del proyecto MICINN-ECO 2008-04059.

La teoría de la ventaja comparativa basada en la abundancia factorial relativa tiene como punto de referencia el modelo simplificado de Heckscher-Ohlin<sup>1</sup> (H-O) que indica que una región tenderá a exportar aquel bien que utilice intensivamente el factor relativamente más abundante. Vanek (1968) generalizó el modelo a  $n$  dimensiones formalizando el teorema Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV), que traslada el objeto de análisis desde el comercio de bienes hacia el comercio de los servicios factoriales incorporados en tales bienes.

El trabajo de Leontief (1954) fue la primera contrastación empírica del modelo H-O. Se valoró el contenido factorial de capital físico respecto al trabajo (K/L) de un millón de dólares de exportaciones USA, frente al contenido factorial K/L de un millón de dólares de producción nacional sustitutiva de importaciones USA. El resultado, con un valor inferior a uno y conocido como la paradoja de Leontief, supuso concluir que USA se revelaba, mediante el análisis del contenido factorial de su comercio, como un país escaso en K respecto a L frente al resto del mundo. Las explicaciones argumentadas para conciliar la teoría con los resultados obtenidos fueron varias, entre ellas destaca el posible sesgo que introducía el medir el factor trabajo en términos de unidades físicas y no en unidades de eficiencia<sup>2</sup>.

Leamer (1980) mejoró la metodología aplicada por Leontief al considerar que el contenido factorial de importaciones (sustitutivas) sólo es directamente comparable con las exportaciones en el caso de que el país sea un exportador neto de un determinado factor (K) y un importador neto del otro factor que se incluye en la comparación (L). En ese caso particular, el país se revelaría directamente abundante en el factor que exportara en términos netos, y escaso frente a los socios comerciales en aquel factor que importara. Leamer completó el análisis al comparar, para cada par de factores el contenido factorial de las exportaciones netas con el contenido factorial incluido en el vector de la producción destinada a su demanda interna<sup>3</sup>. A su vez, la propuesta de Leamer (1980) constituye la primera aproximación para contrastar de modo completo la ecuación de Vanek a través de la definición de abundancia.

La metodología aplicada por la literatura española para contrastar la teoría Heckscher-Ohlin ha sido, en sus primeras aportaciones, la de Leontief y con posterioridad, la de Leamer. Las hipótesis contrastadas reiteradamente son: a) si España, en términos netos es un país importador de capital físico y capital humano, y un exportador de trabajo, con respecto a los países desarrollados; b) si España, en términos netos es un país importador de trabajo y exportador de capital físico y humano, con respecto a los países en vías de desarrollo. Los resultados obtenidos se pueden agrupar del siguiente modo: por una parte Donges (1973, 1976), Vera y Gamir (1973), Bajo y Torres (1989), Bajo (1990), Artal (1999) y López (2001b)

---

(1) Modelo Heckscher-Ohlin simplificado ( $2 \times 2 \times 2$ ) con 2 países, 2 bienes, 2 factores.

(2) El trabajo de Trefler (1993) demostró posteriormente la veracidad de dicha suposición.

(3) Utilizando los datos de Leontief y aplicando su propuesta metodológica, Leamer (1980) demostró que USA se revelaba en 1947 como abundante en K *versus* L, resolviendo de esta manera la llamada "paradoja de Leontief".

encuentran resultados del tipo “paradoja de Leontief” y por otra, Viñuela (1979), Jiménez-Ridruejo y Martín-Palmero (1980), Fariñas y Martín (1990), Rodríguez (1992), Martín (1995), Turrión (2000) y López (2001a) observan que el patrón del comercio factorial de España se comporta en todo momento de acuerdo con las hipótesis del modelo.

No obstante, todas estas aportaciones nunca han desarrollado el contraste completo propuesto por Leamer. Han comparado el contenido factorial de exportaciones netas con la demanda interna, pero nunca han demostrado la validez del supuesto de “abundancia factorial relativa” sobre el que se apoya el contraste de Leamer (1980). Este hecho ha impedido conocer si los resultados poseían o no un carácter inequívoco, es decir, si las paradojas encontradas derivaban de un mal funcionamiento empírico del modelo, o más bien de una incorrecta especificación de abundancia factorial en España.

Con la aportación de Bowen *et al.* (1987), la literatura desarrolló otra vía alternativa de contrastación de la ecuación de Vanek. Los resultados obtenidos apuntan a un débil comportamiento del modelo HOV en su versión más estricta cuando se emplean datos de países [véase, p. ej., Bowen *et al.* (1987); Trefler (1993, 1995); Hakura (2001); Bernstein y Weinstein (2002); Davis y Weinstein (2003)]. La explicación de la escasa capacidad predictiva del modelo HOV parece derivar de que los trabajos empíricos con datos de países no soportan los supuestos básicos del modelo, en concreto, aquellos que hacen referencia al uso de tecnologías idénticas a escala internacional o a la existencia de igualación del precio de los factores entre países (IPF) y a la presencia de preferencias idénticas y homotéticas de los consumidores en los mercados mundiales (PIH). Por ello, y buscando garantizar que los supuestos subyacentes al modelo son susceptibles de cumplirse, la literatura recomienda trabajar con datos de países similares o “conos productivos” (por ejemplo, los países de la OCDE), o bien con datos de regiones de un mismo país. Así, Davis *et al.* (1997), en su aplicación del modelo HOV para las regiones (prefecturas) japonesas, encuentran que las predicciones del modelo se ajustan casi perfectamente a los datos, después de relajar el supuesto de igualación del precio de los factores a nivel mundial.

La metodología de Bowen *et al.* (1987) ha sido aplicada en el trabajo de Artal *et al.* (2006) en línea con la aportación de Davis *et al.* (1997) y desarrolla un contraste completo de carácter regional del modelo HOV para los intercambios comerciales interregionales de las regiones españolas. Los resultados señalan que el modelo estricto captura bien la dirección del comercio de las regiones, si bien no soluciona satisfactoriamente el problema del comercio desaparecido<sup>4</sup>. En Artal *et al.* (2006), al contrario de lo que sucede en Davis *et al.* (1997), la relajación del supuesto de igualación del precio de los factores (IPF) no resuelve el problema, mientras que la relajación del supuesto de preferencias idénticas y homotéticas (PIH) sí lo reduce sensiblemente e indica que la relajación es relevante para el co-

---

(4) El término comercio desaparecido refleja una situación en la que el modelo predice un volumen de comercio superior al observado en la realidad, dada la abundancia factorial relativa que caracteriza a cada región [Trefler (1995)].

mercio interregional de España. Aunque el vector de comercio interregional incluye la parte más relevante del comercio total de las regiones españolas, deja fuera a los flujos internacionales, único objeto hasta la fecha de los contrastes existentes para la economía española. Este trabajo incluye el análisis de ambos tipos de flujos comerciales.

Descrito nuestro marco de análisis, pasamos seguidamente a enumerar las ventajas de aplicar el contraste completo del teorema HOV para el comercio a través de la metodología propuesta por Leamer: (1) Permite contrastar la capacidad predictiva del modelo y comparar los resultados con los obtenidos aplicando la metodología de Bowen *et al.* (1987)<sup>5</sup>. (2) Al utilizar un enfoque de intensidades relativas por pares de factores, posibilita particiones del vector de comercio total del área analizada. Así podemos analizar separadamente los intercambios comerciales interregionales e internacionales de las regiones españolas<sup>6</sup>. (3) Con Leamer la abundancia factorial relativa de un país se aproxima con las intensidades relativas por pares de factores. Con ello se evita trabajar con datos que tradicionalmente han explicado el mal funcionamiento del modelo de dotaciones factoriales, tales como el peso relativo del PIB de las regiones respecto al PIB mundial y los vectores de dotaciones factoriales nacionales y mundiales, que forman parte de la definición de “abundancia factorial relativa” en la ecuación de Vanek<sup>7</sup>. (4) El enfoque *à la Leamer* permite relajar el supuesto de identidad tecnológica dentro de un país (para el comercio interregional) y en relación a otros países (para el comercio internacional), un aspecto crucial a la hora de evaluar la capacidad predictiva de los modelos basados en la ventaja comparativa.

De modo adicional se debe destacar que: a) en este trabajo la unidad de análisis no es España en su conjunto sino las regiones españolas; así podemos estudiar el contenido factorial del comercio interregional e internacional de un modo independiente e identificar en qué regiones el modelo HOV funciona mejor, b) el contenido factorial del comercio calculado incorpora, tanto el comercio total de bienes como el de servicios, en contraste con la mayoría de trabajos anteriores para España que sólo analizaban el comercio internacional de manufacturas<sup>8</sup>. La inclusión del comercio de servicios nos parece importante, tanto por el peso del sector del turismo en la balanza por cuenta corriente española, como por la creciente importancia que tienen los servicios en el comercio interregional de España y en general del mundo<sup>9</sup>, c) como factores productivos se incluye junto al capital

---

(5) A nivel internacional tan sólo existe la aportación de Maskus (1985) con la metodología completa de Leamer (1980).

(6) Este ejercicio no es adecuado en la propuesta de Bowen *et al.* (1987), la cual se utiliza para analizar el funcionamiento de la ecuación de Vanek factor a factor para el *conjunto* del vector de comercio [Gabaix (1997); Davis *et al.* (2001)].

(7) Este aspecto ha sido objeto de críticas y posteriores mejoras por parte de autores como Trefler (1995) o Davis *et al.* (1997, 2001, 2003).

(8) Además se incluyen los productos agrícolas, extractivos y energéticos.

(9) De acuerdo con los datos proporcionados por las Tablas Input-Output regionales y la Tabla Input-Output de España, en el año 1995 el comercio de servicios representó el 11 por ciento del total del comercio de España y más del 30 por ciento para la Comunidad de Madrid.

físico y al trabajo (para distintos niveles educativos), el stock disponible de tierra. En los trabajos de Fariñas y Martín (1990) y Rodríguez (1992) se argumentaba que los bienes intensivos en recursos naturales no eran muy susceptibles de ser analizados en el marco HOV; sin embargo, aportaciones más recientes indican que los recursos naturales son quizás el factor productivo para el que mejor funciona el modelo HOV con datos de países [Wood (1994); Gabaix (1997); Esteve-deordal y Taylor (2001)].

Los resultados obtenidos indican que el modelo HOV estricto funciona mejor para explicar el comercio interregional de factores que el comercio internacional, mientras la relajación del supuesto de identidad tecnológica mejora la capacidad predictiva del modelo para el caso internacional. Antes de relajar el supuesto de identidad tecnológica, el porcentaje de aciertos entre lo observado y lo predicho por el modelo para el caso del comercio interregional es de un 77 por ciento y en el caso concreto del comercio factorial de las CC.AA. de Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, Madrid y el País Vasco el modelo posee una capacidad de predicción perfecta, con un porcentaje de aciertos del 100 por cien. Para el comercio internacional el modelo predice un 58 por ciento de los casos, un resultado claramente insatisfactorio a la luz de los resultados presentes en la literatura internacional.

Cuando se relaja el supuesto de identidad tecnológica dentro de España, la capacidad predictiva del modelo para el caso interregional no mejora sino que se reduce a un 69 por ciento de aciertos, lo que corrobora los resultados de Artal *et al.* (2006) y reafirma la imposibilidad de rechazar el supuesto de IPF para la economía española en su conjunto. Para el caso del comercio internacional los resultados mejoran ligeramente (hasta un 70 por ciento de aciertos), por lo que el incumplimiento de este supuesto parece más probable en el ámbito internacional. Al descomponer el vector de comercio internacional en dos grupos (países OCDE y no-OCDE), el modelo HOV estricto alcanza un porcentaje de aciertos del 70 por ciento con los países de la OCDE, mientras que se mantiene en un 58 por ciento con países no-OCDE. La relajación del supuesto tecnológico empeora también el resultado para el comercio con los países OCDE, mientras mejora sustancialmente el resultado relativo a los no-OCDE. Esto indica que no parecen existir diferencias tecnológicas significativas entre la economía española y los países OCDE, su “cono productivo”, coincidiendo con lo obtenido en la literatura internacional.

Los resultados obtenidos permiten encontrar respuesta al debate todavía abierto acerca de si los resultados “paradójicos” son o no una característica del funcionamiento del modelo HOV para España. Dado que la relajación del supuesto tecnológico mejora el funcionamiento del modelo HOV con países que están fuera de nuestro cono productivo, debemos de interpretar con cautela los resultados derivados de un contraste parcial *à la Leamer* con países o grupos de países donde las diferencias de tecnología son importantes.

Tras esta introducción, el resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. El primer apartado desarrolla el marco teórico en el que se inscribe la investigación. El segundo apartado engloba el detalle de los datos utilizados y los resultados obtenidos. Un tercer apartado incluye los principales resultados. Y por último el apartado cuarto concluye.

1. UN CONTRASTE EMPÍRICO DEL MODELO HECKSCHER-OHLIN-VANEK EN EL ÁMBITO REGIONAL POR LA VÍA DE LEAMER (1980)

El modelo de Heckscher-Ohlin (H-O), en su versión con dos países, dos factores de producción y dos bienes, predice que una área geográfica tenderá a exportar aquel bien cuya producción utiliza intensamente el factor relativamente abundante en dicha área. Vanek (1968) con los supuestos de: rendimientos constantes, mercados de bienes y factores en competencia perfecta, igualdad del precio de los factores (IPF) que permite que las regiones compartan las mismas técnicas de producción, movilidad de bienes e inmovilidad de factores, ausencia de costes de transporte o barreras al comercio e incluyendo por el lado de la demanda preferencias idénticas y homotéticas (PIH), generaliza el modelo H-O para el caso multidimensional ( $n$  países,  $f$  factores y  $m$  mercancías), trasladando el objeto de análisis desde el comercio de mercancías hacia el comercio de los servicios factoriales incorporados en las mismas. El Teorema Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV) demuestra que, manteniendo los supuestos de pleno empleo de los factores, IPF y PIH, siempre existe un conjunto de escalares positivos ( $\alpha^i$ ), dados unos vectores de exportaciones netas de una región (o país) “ $i$ ” [ $T^i$ ], de dotaciones factoriales regionales (o nacionales) [ $V^i$ ], de dotaciones factoriales mundiales [ $V^w$ ] y una matriz de requerimientos totales de factores productivos por unidad de producción [ $B$ ] (que asume que las regiones utilizan la misma tecnología [ $B^i$ ]= $[B]$ ), que permite obtener la siguiente relación:

$$BT^i = V^i - \alpha^i V^w \quad [1]$$

La así llamada “ecuación de Vanek” establece una relación contrastable entre el “comercio observado” de factores productivos (contenido factorial de comercio medido o lado izquierdo de la igualdad) y el “comercio predicho” de dichos factores (derivado del exceso de dotación factorial regional o lado derecho de la igualdad). Asimismo, dicha relación deberá cumplirse para cada factor productivo analizado, por lo que dados dos factores productivos,  $K$  y  $L$ , la ecuación de Vanek para cada uno de ellos se enuncia como sigue:

$$K^T = K^i - \alpha^i K^w \quad [2]$$

$$L^T = L^i - \alpha^i L^w \quad [3]$$

siendo  $K^T$  ( $L^T$ ) el capital físico (trabajo) incorporado en el vector de comercio neto del área geográfica cuyos intercambios exteriores se analizan,  $K^i$  ( $L^i$ ) la dotación de capital físico (trabajo) propia de dicha área geográfica y  $K^w$  ( $L^w$ ) la dotación de capital físico (trabajo) mundial (o bien del grupo de países de referencia en el análisis de los intercambios comerciales). A continuación se presenta el contraste propuesto por Leamer (1980)<sup>10</sup> de cara a la observación del funcionamiento empírico de la ecuación de Vanek.

(10) Es el contraste diseñado por Leamer (1980) para obtener evidencia empírica del funcionamiento del modelo HOV, el cual hasta la fecha ha sido aplicado por la literatura española (de modo parcial). Esta propuesta no es coincidente, aunque complementa la de Bowen *et al.* (1987).

En primer lugar, Leamer parte de establecer una definición de dotación factorial relativa para el área geográfica (país o región) cuyo comercio se está analizando:

Definición: Una región “i” es abundante en términos de capital físico (K) frente al trabajo (L), siempre que su participación en el stock de capital mundial exceda su participación en el stock de trabajo mundial:

$$\frac{K^i}{K^w} > \frac{L^i}{L^w} \text{ o bien } \frac{K^i/K^w}{L^i/L^w} > 1 \quad [4]$$

Seguidamente, y siempre que se cumpla la condición expresada, Leamer deriva de la ecuación de Vanek una condición necesaria y suficiente para identificar la posición de abundancia factorial “revelada” que caracteriza al área geográfica cuyo comercio se está analizando.

Teorema: Una región “i” es abundante en K frente a L, si y sólo si:

$$\frac{K^i}{K^i - K^T} > \frac{L^i}{L^i - L^T} \quad [5]$$

La demostración es inmediata, dado que  $K^w = (K^i - K^T)/\alpha^i$  y  $L^w = (L^i - L^T)/\alpha^i$ , de acuerdo con [2] y [3]. Sustituyendo estos valores en [4] obtenemos directamente la expresión [5]. Si definimos  $K^i - K^T = K^C$  como el capital destinado al consumo interno del área que estamos analizando, es decir, el capital incorporado en la producción de aquellos bienes que se destinan a la demanda interior, obtenemos la expresión siguiente:

$$\frac{K^i}{L^i} > \frac{K^C}{L^C} \quad [6]$$

En este sentido, una región “i” se revelará abundante en K frente a L siempre que su producción total, sujeta al pleno empleo de los factores productivos, contenga una mayor proporción de capital (frente al trabajo) que su producción destinada a la demanda interior. La intuición detrás de este resultado es que si una región es abundante en K, sus exportaciones estarán compuestas mayoritariamente por productos que utilicen intensivamente dicho K, dado que la región tendrá ventaja comparativa en dichos productos. En este sentido, la producción total será obviamente más intensiva en K que la destinada al mercado interior, dado que la producción total incluye además las mercancías destinadas al mercado exterior, que como ya hemos dicho poseen una proporción superior de K con respecto a L. Leamer (1980) demuestra asimismo que la comparación entre los ratios de contenidos factoriales de la producción total y de la demanda interior (ecuación [6]), es equivalente a la comparación entre los ratios de contenidos factoriales del comercio neto y de la demanda interior, ya que el contenido factorial de un vector de producción total tan sólo difiere del contenido factorial de un vector de demanda interior en la aportación del contenido factorial destinado a la demanda exterior.

En nuestra aplicación empírica del teorema de Leamer se consideran tres posibles escenarios:

- a) En el caso en que se observe la existencia de exportaciones netas positivas para un factor productivo determinado, por ejemplo  $K^T > 0$ , y negativas para otro  $L^T < 0$ , el área geográfica analizada se “revela” directamente como abundante en el factor con flujos netos positivos frente al exterior. En esta situación no existe necesidad de comparar ratios factoriales de comercio y demanda interior, dado que la propia especificación de la expresión [5] garantiza este resultado.
- b) Siempre que  $K^T > 0$  y  $L^T > 0$ , es decir, una región “i” sea exportadora neta de ambos servicios factoriales (K y L) a través del comercio, se debe cumplir que:

$$\frac{K^T}{L^T} > \frac{K^C}{L^C} \quad [7]$$

Así, una región se revela abundante en K frente a L, siempre que su comercio neto contenga una mayor proporción de capital (frente al trabajo) que la producción destinada a la demanda interior.

- c) Cuando el área geográfica analizada sea importadora neta de ambos factores productivos,  $K^T < 0$  y  $L^T < 0$ , la región “i” se revelará como abundante en K frente a L siempre que se cumpla que:

$$\frac{K^T}{L^T} < \frac{K^C}{L^C} \quad [8]$$

En este caso, una región importadora neta de ambos servicios factoriales se revela abundante en K frente a L siempre que la proporción de capital (frente al trabajo) incorporada en su vector de comercio neto sea inferior a la incorporada en su vector de producción destinada al consumo interior. En este escenario dicha área estaría importando bienes y servicios con una mayor proporción del factor productivo complementario (L en nuestro caso particular), de acuerdo a la ventaja comparativa característica de sus socios comerciales.

A partir de esta metodología definida por Leamer, el presente trabajo se propone realizar un test completo de la ecuación de Vanek para el comercio factorial total de las regiones de España. En este contraste se utiliza por primera vez la definición de abundancia factorial relativa recogida en la ecuación [4] frente a la fijación de una mera hipótesis general de partida, como se ha venido haciendo en la literatura española, así como se calcula la predicción de abundancia o escasez revelada a través del cómputo del contenido factorial del comercio total (ecuaciones [7] y [8]). Seguidamente, se observa el grado de adecuación o ajuste existente entre ambas medidas para el comercio factorial de las regiones españolas mediante la aplicación de un contraste estándar en este tipo de literatura, los tests no-paramétricos de signo [Bowen *et al.* (1987)]. El test de signo se basa en la comparación de los signos asociados a ambos lados de la ecuación de Vanek (abundancia



y contenido factorial), bien por factores para el conjunto de regiones o bien para cada región para el conjunto de pares factoriales. Si una región “es” abundante en un determinado par de factores productivos frente al resto del mundo, el valor de la ecuación [4] para dicho par de factores será mayor que uno (panel B de los cuadros 1, 2, 4 y 5). Igualmente, la aplicación de las ecuaciones [7] y [8] nos permitirá observar si a través del análisis del contenido factorial de su comercio, dicha región se “revela” como abundante o escasa en un determinado factor productivo (signos en el panel C de dichos cuadros). En suma, el test de signo nos va a indicar si la dirección del comercio factorial analizado es acorde con la posición relativa de abundancia factorial que caracteriza a cada región española<sup>11</sup>.

## 2. DATOS

Nuestra base de datos incluye las 14 Comunidades Autónomas (CC.AA.) españolas que contaban con Tabla Input-Output regional (TIO-R) disponible en torno al año 1995<sup>12</sup>. Las tres CC.AA. sin TIO-R son Cantabria, Murcia y La Rioja. Estas tres regiones representaban menos del 5% del PIB español en 1995. Por lo tanto, la muestra de regiones incluye la práctica totalidad del comercio de las regiones españolas. El contenido factorial de comercio se ha calculado para cuatro factores productivos: capital físico (K), trabajo no cualificado (L), trabajo cualificado (H) y recurso natural tierra (T).

En la construcción de la base de datos se han utilizado diversas fuentes estadísticas. El cálculo del contenido factorial del comercio y de la abundancia factorial de las CC.AA. españolas requiere de la siguiente información:

1. Un vector de exportaciones netas (exportaciones menos importaciones) de cada región [T<sup>i</sup>] desagregado sectorialmente (22 ramas productivas) y por área de destino (interregional e internacional (OCDE y no-OCDE)). Dicho vector se ha obtenido directamente de las Tablas Input-Output Regionales (TIO-R). Todas las TIO-R desagregan el vector de comercio en dos partes: comercio con el resto de España (comercio interregional) y comercio con el resto del Mundo (comercio internacional). Para la construcción del vector de exportaciones netas regionales con los países de la OCDE y no-OCDE se ha utilizado la base de datos de aduanas<sup>13</sup>.
2. Un vector de producción destinada al consumo o demanda interior de cada región, el cual se construye como la suma del consumo interior (privado y público) y la formación bruta de capital (FBCF y variación de existencias).

---

(11) El test de signo consiste en contar el número de veces que coinciden que (1) la región “es” abundante (escasa) en un factor (en el panel B, valor superior a 1 (inferior a 1)) y (2) que esa región se “revela” como abundante (escasa) en dicho factor (en el panel C signo positivo (negativo)).

(12) En el momento de realizar la investigación, las Tablas Input-Output del año 1995 eran las últimas disponibles a escala regional.

(13) <http://www.aeat.es/aeat/aeat.jsp?pg=aduanas>.

3. Una matriz de requerimientos factoriales totales  $[B]$  –directos más indirectos– por unidad de producción. La matriz de requerimientos factoriales directos por unidad producida  $[D]$  se construye dividiendo los stocks factoriales sectorializados por la producción de cada sector productivo, bajo el supuesto de pleno empleo de los factores productivos. Cada elemento de la matriz se conoce como “requerimiento directo del factor  $f$  necesario para producir una unidad de output”. El producto de la matriz  $[D]$  por la inversa de Leontief permite obtener la matriz de requerimientos factoriales totales  $[B = D (I-A)^{-1}]$ . En la construcción de la matriz de requerimientos factoriales directos  $[D]$ , la información sobre los stocks factoriales sectorializados se ha obtenido de las siguientes fuentes: el stock de capital físico (K) medido en miles de euros de 1995 procede directamente de la base de datos del IVIE-BBVA; el factor trabajo se obtiene de la Contabilidad Nacional de España (INE) y la composición del trabajo por nivel educativo (alto y bajo) procede de la Encuesta de Población Activa (EPA). Se define trabajo de alta educación (H) como aquellos trabajadores con un nivel de estudios acabados de educación secundaria o superior y trabajo de baja educación (L) como aquellos trabajadores con un nivel de estudios de educación secundaria no acabada o inferior. El stock de tierra (T) se recoge del Anuario Estadístico 1996 (INE) y consiste en la suma del total de las hectáreas de tierra con usos productivos (secano, regadío, tierra no labrada y pastizales) para cada CC.AA. española. La dotación del recurso natural tierra regionalizada por sectores de actividad no está disponible en la actualidad, por lo que se ha recurrido a estimarla sobre la base del uso total (directo e indirecto) que los diferentes sectores de actividad (22 ramas productivas) realizan de los inputs propios del sector agrícola exclusivamente, obteniéndose a partir de dicha estructura una medida en hectáreas de cada stock regional sectorializado. La estructura de usos del factor tierra para cada sector de actividad se toma, dado el supuesto de igualdad tecnológica nacional, de la propia TIO-95 de España. El supuesto de igualdad tecnológica entre las regiones españolas asociado al marco HOV implica utilizar en el cálculo del contenido factorial del comercio de cada región la matriz tecnológica de España ( $B^i = B^E$ ), mientras que su relajación supone utilizar en el cálculo del contenido factorial del comercio las Tablas Input-Output de cada región ( $B^i = B^R$ ), de la OCDE ( $B^i = B^{OCDE}$ ) y de los países no-OCDE ( $B^i = B^{no-OCDE}$ )<sup>14</sup>.

---

(14) Para el comercio internacional, de la OCDE y no-OCDE, se computa el contenido factorial de las exportaciones mediante la matriz tecnológica regional de cada región y las importaciones mediante la matriz tecnológica correspondiente a EE.UU. (para los países de la OCDE) y de Brasil (para los países de la no-OCDE), obtenidas de la OECD Input-Output Database (2006 Edition). La elección de EE.UU. es por convención (la mayoría de la literatura empírica utiliza este país como referencia), mientras que la elección de Brasil viene explicada por la calidad de la Tabla Input-Output de este país comparado con otros países no miembros de la OCDE (véase Yamano y Ahmad (2006), pág. 10).

El producto del vector  $[T^i]$  por la matriz  $[B^i]$  correspondiente, permite obtener el contenido factorial del comercio de las regiones españolas, bien en su vertiente interregional o internacional. A partir de aquí, y de acuerdo a la metodología desarrollada anteriormente, se debe comparar por pares de factores el contenido factorial de comercio y el de la producción destinada a la demanda interior, a través de las ecuaciones [6], [7] y [8], al objeto de obtener una medida de la dirección del comercio factorial observado que caracteriza a los intercambios de las regiones españolas con cada área geográfica analizada.

4. Por último, en el cálculo de la abundancia factorial relativa de las regiones españolas es preciso contar con el vector de dotaciones factoriales de cada región  $[V^i]$ , de España  $[V^E]$  y del mundo  $[V^w]$ , ya que la expresión

[4] se convierte en  $\frac{K^i/K^E}{L^i/L^E} > 1$  para el análisis de los intercambios

interregionales y en  $\frac{K^i/K^w}{L^i/L^w} > 1$  para el análisis de los intercambios in-

ternacionales. Así, el vector de dotaciones factoriales de cada región española  $[V^i]$  y de España  $[V^E]$ , se obtiene a partir de la información proporcionada por las bases de datos ya citadas en la construcción de la matriz  $[B]$  para los cuatro factores productivos utilizados en el análisis (K, L, H y T). Por su parte, la información utilizada en la construcción del vector de dotación factorial mundial, de los países OCDE y de los países no-OCDE, se ha elaborado a partir de información proporcionada por las *Penn World Tables* (Mark 5.6 y Mark 6.1) (stock de capital y número de trabajadores), *World Development Indicators* (stock de tierra) y Barro-Lee database (porcentaje de trabajadores mayores de 16 años con diferente nivel educativo) para el año 1995<sup>15</sup>. Los valores internacionales de cada factor productivo han sido escalados para hacer el análisis consistente con los valores regionales [Bowen *et al.* (1987); Treffer (1995)].

### 3. RESULTADOS

El análisis del funcionamiento del modelo HOV se realiza separadamente para los flujos de comercio interregional y de comercio internacional. Los resultados aparecen en los cuadros 1 y 2, tanto para el modelo estricto (paneles superiores con tecnología española), como para su cómputo una vez relajado el supuesto de igualdad tecnológica internacional (IPF) (paneles inferiores con tecnología

(15) Hemos utilizado el último dato de stock de capital disponible en Penn World Tables 5.6 y lo hemos actualizado hasta 1995 aplicando la metodología de "double declining balance" propuesta por Leamer (1984) a partir de datos de inversión productiva obtenida de las Penn World Tables 6.1.

propia de cada socio comercial y de la propia región analizada). No obstante, por la variada información que tales cuadros contienen, antes de pasar a comentar los resultados que allí figuran procedemos a realizar un breve detalle de su contenido.

El panel A que figura en los cuadros expresa el contenido factorial de comercio para cada factor productivo y para cada región de España (exportaciones netas de servicios factoriales), señalando igualmente si dicha región es exportadora o importadora neta de cada factor analizado (K, L, H y T). A modo de ejemplo, los datos referidos al comercio interregional de Andalucía (cuadro 1) estarían indicando que dicha región importa (exportaciones netas con signo negativo) del resto de las regiones españolas, en 1995, capital físico K (en torno a 25.000 millones de euros), trabajadores no cualificados L (154.000 personas/año) y trabajadores cualificados H (156.000 personas/año), mientras que exporta tierra T (unos 3,5 millones de hectáreas), hacia el resto de las regiones de España. Por otro lado, cuando se analiza el comercio internacional, (cuadro 2), Andalucía resulta ser una región importadora neta de capital físico K (en 2.900 millones de euros) y trabajadores de educación alta H (1.600 personas/año), siendo exportadora neta de trabajadores con baja educación L (33.700 personas/año) y tierra T (3,4 millones de hectáreas) al resto del mundo.

El panel B contiene la abundancia factorial relativa “observada” de cada región para cada par de factores. Por ejemplo, en el cuadro 1, Andalucía “es” escasa en K frente a L, escasa en H frente a K y L, y abundante en tierra respecto a L, K y H, medida que se obtiene de la comparación entre el stock regional y el stock nacional para cada par de factores, de acuerdo a la citada ecuación [4]. Sin embargo, comparando el stock regional con la dotación factorial mundial<sup>16</sup> (cuadro 2), Andalucía es abundante en K frente a L, H y T y abundante en T frente a L y H.

Por último, la información del panel C indica la posición de abundancia factorial relativa “revelada” (*à la Leamer*, en esta investigación) por los flujos de comercio regional, computados a partir de la comparación de las ratios de contenido factorial del comercio y demanda interior, lo que muestra la abundancia (signo positivo) o escasez (signo negativo) que “revela” cada región para cada par de factores frente a sus socios comerciales. Por ejemplo, en el comercio interregional (cuadro 1), Andalucía se “revela” abundante en K comparado con L, escasa en H comparado con K y L, y abundante en T comparado con K, L y H, mientras que en el comercio internacional (cuadro 2) Andalucía se revela escasa en K respecto a L y H frente a L, siendo abundante en T frente a L, K y H y en H frente a K.

Los cuadros 3 y 6 presentan el número (y la proporción) de aciertos o ajustes correctos observados, entre la abundancia factorial observada (panel B) y la revelada por el contenido factorial del comercio (panel C). Dichos resultados incluyen el análisis para el comercio interregional, internacional agregado y con los países

---

(16) Recuérdese que para calcular la abundancia factorial relativa observada de cada región para cada par de factores en el caso del comercio interregional debemos comparar su dotación factorial con la de España, mientras en el caso del comercio internacional debemos compararla con la dotación mundial (o bien de la OCDE y la no-OCDE, respectivamente), de ahí que las posiciones computadas para cada región varíen según lo haga la composición de sus socios comerciales.

de la OCDE y la no-OCDE. El cálculo del número de aciertos, como medida de la bondad del ajuste del modelo HOV, se ha realizado para cada región y para cada par de factores definido. Si el número de emparejamientos o aciertos es alto en el test de signo (más del 50 por ciento de aciertos), el modelo predice bien la dirección del comercio factorial neto. Por el contrario, si el número de aciertos es igual o inferior al 50 por ciento, podemos concluir que el modelo carece de capacidad predictiva. Esta medida de la capacidad predictiva del modelo HOV supone hoy un contraste estándar en este tipo de literatura [Bowen *et al.* (1987)].

Para ilustrar el funcionamiento de este contraste de signo y retomando los resultados del cuadro 1, si estudiamos el comercio interregional de Asturias se observa que esta región es abundante en K/L en el entorno español (valor de 1,1 en

el panel B, es decir, observamos que  $\frac{K^i / K^E}{L^i / L^E} > 1$ ), coincidiendo dicha posición

de abundancia observada con la posición exportadora neta del factor K e importadora neta de L que se revela en el análisis del contenido factorial de su comercio interregional (panel A) y expresada por el signo (+) del panel C. Por lo tanto, la existencia de un acierto o correspondencia entre la posición de abundancia factorial “observada” de Asturias (lado derecho de la ecuación de Vanek- panel B) y la posición de abundancia factorial “revelada” por su comercio interregional neto (lado izquierdo de la ecuación de Vanek- panel C) muestra que el modelo HOV es un buen “predicador” de la dirección del comercio factorial interregional para el caso de Asturias y para el par K/L.

#### a) Resultados para el comercio interregional

Los resultados para el comercio interregional de las regiones españolas figuran en el cuadro 1. Del cálculo del contenido factorial de comercio (panel A), se observa que Cataluña es la única región española exportadora neta de todos los servicios factoriales, mientras el resto de regiones son importadoras netas de los servicios de al menos un factor productivo. Además de Cataluña, como ejemplo de regiones exportadoras netas de capital físico (K) cabe citar a Asturias y Madrid. Las dos Castillas y Madrid exportan trabajo no cualificado (L), y tan sólo adicionalmente Madrid exporta trabajo cualificado (H) al resto del país. Por último, las regiones que exportan factor tierra (T) al mercado nacional son claramente Andalucía, las dos Castillas y Navarra.

Respecto a la posición de abundancia factorial relativa observada de cada región española en el entorno nacional (panel B), las regiones abundantes en T son Andalucía, Aragón, las dos Castillas y Extremadura, las abundantes en H son claramente Cataluña y Madrid, en ambas ratio H/L y H/K y Navarra y País Vasco para H/L, mientras las regiones abundantes en K son Aragón, Asturias, Baleares, la Comunidad Valenciana, Madrid, Navarra y el País Vasco. Igualmente, como abundantes en L destacan Andalucía, Canarias, Castilla-La Mancha, Extremadura y Galicia.

Si se analiza la posición de abundancia factorial revelada (panel C), las regiones claramente abundantes en T frente al resto de los factores son Andalucía,

Aragón, las dos Castillas y Extremadura, cumpliéndose el teorema HOV para estas regiones (ajuste correcto entre abundancia observada y revelada), si bien en lo relativo al factor T aparecen dos resultados paradójicos, Galicia y en parte (respecto al factor capital) Navarra. En términos de H, las regiones que se revelan abundantes en el contexto nacional son otra vez claramente Cataluña y Madrid, mientras en términos de K son Andalucía, Asturias, la Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, Madrid y el País Vasco. Por su parte, las regiones abundantes en L son Aragón, Baleares, Canarias, las dos Castillas y Navarra.

La capacidad predictiva del Teorema HOV en su versión estricta (cumplimiento de la IPF y PIH) se analiza en el cuadro 3, cuyas dos primeras columnas incluyen los resultados del test de signo para el comercio interregional, en número de aciertos y en porcentaje sobre el total de casos posibles, tanto región por región (para los cuatro factores productivos), como por pares de factores (para las 14 regiones). En general, para el test de signo, la bondad del ajuste es buena (65 aciertos de un total de 84 observaciones, es decir, un 77 por ciento de aciertos). Además, si se analiza su funcionamiento “región por región”, en cinco regiones (Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, Madrid y el País Vasco) el teorema funciona perfectamente (100 por cien de aciertos) y en otras cinco (Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias y Castilla y León) predice muy bien (83 por ciento de aciertos, es decir, cinco emparejamientos correctos sobre seis posibles). El teorema HOV presenta mal comportamiento en sólo cuatro regiones de las catorce analizadas (Aragón y Extremadura con un 50 por ciento de aciertos; Galicia y Navarra con un 33 por ciento de aciertos).

En términos de “pares de factores productivos”, la bondad del ajuste es muy buena en lo que respecta al factor tierra y al factor trabajo de alta educación. El peor resultado para el modelo estricto aparece en el par de factores capital físico-trabajo de baja educación (ratio K/L), que acumula el menor número de aciertos. Este resultado sobre K/L se repite también para el comercio internacional, siendo una constante de los contrastes parciales más recientes del modelo HOV para España [Bajo y Torres (1989), (1991); Artal (1999); López (2001b)]. Detrás de este resultado paradójico está la dificultad de medición del stock de capital físico territorializado, pese a los esfuerzos actuales de algunas instituciones públicas (Ministerio de Economía) y privadas (BBVA, IVIE), y la adecuación del supuesto de igualdad tecnológica, como más adelante se comprueba.

En términos sintéticos se puede decir que los factores que mejor funcionan en un marco HOV estricto son el factor tierra (T), por ser el que mejor se adecua al cumplimiento del supuesto de inmovilidad internacional, seguido del factor trabajo cualificado (H), en parte motivado por la mejora experimentada en su medición como resultado del interés que tiene este factor sobre el crecimiento económico de los países. Por regiones sobresalen Cataluña y Madrid como exportadoras netas de servicios de trabajo cualificado al resto de España, así como de trabajo no cualificado por la elevada atracción que han ejercido sobre emigrantes de regiones menos desarrolladas. Como exportadoras de servicios del factor tierra destacan Andalucía, las dos Castillas y Navarra; y respecto al capital físico Asturias, Cataluña y Madrid.

Los resultados de la relajación del supuesto de igualdad tecnológica nacional para las regiones españolas figuran en los paneles inferiores del cuadro 1 y en el cuadro 3 (columnas 3 y 4). Indican que el comercio interregional no mejora su funcionamiento. Centrándonos en el cuadro 3 por CC.AA., empeoran Aragón, Baleares, Canarias, Cataluña y Extremadura y por pares factoriales, empeoran de forma generalizada. Estos resultados, calculados mediante la metodología de Leamer (1980), permiten concluir que para la economía española, el cumplimiento de la IPF no se puede rechazar, no existiendo diferencias tecnológicas significativas entre las regiones españolas, resultado coincidente con el obtenido en Artal *et al.* (2006) que aplica una metodología distinta. También se observa que para analizar la capacidad predictiva del modelo HOV con particiones del comercio total de una región (país), tanto para las CC.AA. como para los factores productivos, la metodología de Leamer (1980) es algo más eficiente que la de Bowen *et al.* (1987).

### *b) Resultados para el comercio internacional*

#### b1) Comercio internacional agregado o total

El cuadro 2 recoge el comercio de servicios factoriales de las regiones españolas con el resto del mundo y supone algo menos del 30 por ciento del comercio total (interregional e internacional). Las diferencias en los volúmenes comercializados son más llamativas para los factores H y L y menos significativas para determinadas regiones en los factores T y K. En el análisis de las exportaciones netas en términos absolutos que figura en el panel A del cuadro 2, casi todas las regiones españolas mantienen una posición importadora, siendo tan sólo exportadoras netas del conjunto de los factores analizados la Comunidad Valenciana y Navarra. En términos de factores productivos individuales se puede decir que, además de estas dos CC.AA. citadas, Baleares y el País Vasco exportan el factor K, Andalucía y el País Vasco exportan L, de nuevo el País Vasco exporta H significativamente y finalmente Andalucía, las dos Castillas, Extremadura y Galicia exportan T.

En lo que respecta a la abundancia factorial relativa observada (panel B), todas las regiones son abundantes en K frente al resto del mundo, las regiones que eran abundantes en T respecto a España repiten también aquí dicho resultado y los factores H y L tienen un patrón mixto, siendo algunas regiones abundantes y otras escasas respecto al resto del mundo.

Si comparamos la abundancia factorial observada del panel B con la abundancia revelada del panel C para las regiones españolas queda claro, a través de los resultados derivados del test de signo para el caso internacional (quinta y sexta columna del cuadro 3), que el teorema HOV en su definición estricta predice peor la dirección de los flujos factoriales de comercio en un entorno internacional (58 por ciento de aciertos) que en el interregional (77 por ciento de aciertos). En concreto, “región por región” el modelo tan sólo mantiene un funcionamiento similar al observado en el comercio interregional para cuatro regiones de las catorce analizadas (Aragón, Baleares, Canarias y Madrid), mejorando en el caso de Extremadura y empeorando en el resto de regiones. En términos de “pares de factores”, se observa que el teorema HOV no es capaz de predecir de nuevo correctamente en

el caso de K/L (50 por ciento de aciertos), carece de capacidad predictiva en el caso de H/K (21 por ciento de aciertos) y empeora tal capacidad en los pares H/L, T/L, T/K y T/H, observándose importantes paradojas en los casos de un buen número de regiones españolas, tales como Andalucía, Aragón, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia y Navarra, en línea con lo que venía siendo habitual en la literatura para el comercio internacional de España en agregado [Bajo y Torres (1989), (1991); Artal (1999); López (2001b)].

Ante tal profusión de resultados paradójicos en comparación con el caso interregional cabe pensar, tal y como apunta la literatura internacional, que podríamos estar ante una violación de alguno de los supuestos del modelo HOV, por lo que hemos incluido en los paneles inferiores del cuadro 2, así como en las dos últimas columnas del cuadro 3, los resultados cuando se relaja el supuesto de IPF. El modelo mejora ligeramente su funcionamiento, con un valor total del test de signo que pasa del 0,58 al 0,65. Los emparejamientos en las CC.AA. de Aragón, Asturias y especialmente Cataluña y Comunidad Valenciana obtienen un ajuste casi perfecto del modelo, si bien empeoran para Canarias y Madrid. En términos de pares factoriales, mejora para los pares K/L, T/L, T/K y T/H, y empeora en H/L. Todo ello indica que se debe ser cauto al evaluar los resultados obtenidos para España en el análisis de su comercio internacional, tanto aquí como en aportaciones anteriores, al ser bastante plausible la violación de determinados supuestos, en particular la IPF y la igualdad tecnológica mundiales [Trefler (1995); Davis *et al.* (1997)].

Para profundizar sobre esta cuestión, seguidamente desagregamos el vector de comercio internacional en intercambios con la OCDE y no-OCDE, al considerar que el caso internacional agregado lleva aparejados importantes problemas de funcionamiento, observándose mejores resultados para el caso del comercio interregional. La explicación es que la ecuación de Vanek funciona mejor donde los supuestos del modelo HOV se cumplen de forma más rigurosa.

## b2) Comercio internacional desagregado: OCDE y no-OCDE

Bajo el supuesto de heterogeneidad en el vector de comercio internacional, éste se desagrega en dos subvectores: uno para los intercambios comerciales de las regiones españolas con los países de la OCDE y otro con el resto del mundo, es decir, con los países de la no-OCDE, con ello se espera que 1) el modelo estricto, sin relajar la IPF, mejore su funcionamiento en el caso de los países OCDE con respecto al internacional agregado y 2) el funcionamiento del modelo, relajando la IPF e igualdad tecnológica, mejore para los países no-OCDE.

Los cuadros 4 y 5 analizan el contenido factorial de comercio internacional y las abundancias factoriales observadas y reveladas de cada región española considerando tales grupos de países (OCDE y no-OCDE), bien para el modelo estricto (paneles superiores) o para el modelo relajado (paneles inferiores). La bondad de ajuste del modelo HOV estricto y relajado medido a través del número (y porcentaje) de aciertos del test de signo se presenta en el cuadro 6.

Los resultados del comercio internacional con los países de la OCDE para el modelo estricto indican que la capacidad de predicción del teorema HOV vuelve a mejorar con respecto al caso internacional total, el valor del test de signo pasa de



un valor de 0,58 (cuadro 3) a uno de 0,70 (cuadro 6). En general los resultados mejoran para todas las CC.AA. españolas y en términos de pares factoriales también, en especial en los pares H/K.

En el caso de los países no-OCDE el modelo HOV en su versión estricta (columna 3 y 4 del cuadro 6) funciona, tal y como ya se esperaba, tan mal como el conjunto del internacional agregado. Algunas CC.AA. y factores mejoran sus resultados y otras los empeoran, lo cual no permite identificar un patrón claro.

Como conclusión subrayar que la reducción de la heterogeneidad en el vector de comercio internacional conlleva un mejor funcionamiento del factor K/L ante un mejor comportamiento de los supuestos del modelo [Debaere y Demiroglu (2003)], lo que añade un interés adicional al trabajo, dado que dicho par factorial es el que tradicionalmente ha venido ofreciendo los peores resultados [Bajo y Torres (1989, 1991); Artal (1999); López (2001b)].

El funcionamiento del modelo estricto mejora para el caso de la OCDE (cono productivo similar), aunque no alcanza un resultado similar al caso interregional, lo que implica que existen otros supuestos problemáticos detrás, como, por ejemplo, la existencia de Preferencias Idénticas y Homotéticas (PIH). La metodología de Leamer no permite realizar ajustes del modelo de este tipo, dada la definición de abundancia factorial relativa por pares de factores empleada en este ejercicio [Bowen *et al.* (1987)]. Los resultados, no obstante, suponen una contribución adicional a la aplicación de la metodología de Bowen *et al.* (1987) y plantean el hecho de que la relajación del supuesto de PIH sigue siendo fundamental para obtener una mejora del modelo incluso en el caso interregional<sup>17</sup>.

El cuadro 6 incluye los resultados obtenidos para los países de la OCDE relajando la IPF y la igualdad tecnológica. Tal como se esperaba muestran un empeoramiento, no pudiéndose rechazar la existencia de un único cono productivo para dichos países; además, como ocurría en el caso interregional, el test de signo muestra también un empeoramiento de la capacidad predictiva del modelo (de 10 puntos porcentuales). La relajación del supuesto de la IPF permite sin embargo un mejor comportamiento del modelo HOV en la predicción del comercio con los países no-OCDE, con una mejora desde el 58 al 69 por ciento. Este resultado refleja de nuevo la relevancia del cumplimiento estricto de los supuestos del modelo a la hora de evaluar su funcionamiento.

Como conclusión general, subrayar la cautela que se debe tener al aplicar e interpretar los resultados de un test parcial de Leamer. Puede así sorprender el buen funcionamiento del modelo en contrastes parciales realizados para los intercambios internacionales de España con los países no-OCDE [Fariñas y Martín (1990); Rodríguez (1992)], y a priori, parecer más plausibles los resultados paradójicos encontrados en este contexto por otros autores en sus contrastes para países en desarrollo [Bajo y Torres (1989); Artal (1999); López (2001b)].

---

(17) Resultado contrastado en Artal *et al.* (2006).

#### 4. CONCLUSIONES

La literatura sobre el funcionamiento del modelo Heckscher-Ohlin-Vanek aplica mayoritariamente la metodología desarrollada por Bowen *et al.* (1987), con posteriores aportaciones de autores tales como Trefler (1993, 1995) y Davis *et al.* (2001, 2003). Dado que la contrastación del modelo en su versión estricta no parece funcionar bien, para mejorar su capacidad predictiva se han propuesto versiones que relajan determinados supuestos [Hakura (2001); Debaere y Demiroglu (2003)], o bien utilizan el enfoque regional [Davis *et al.* (1997); Artal *et al.* (2006)].

Existe no obstante otra posibilidad, aunque más limitada en su capacidad de análisis, que apenas ha sido explorada hasta el momento, la definida por Leamer (1980). Esta propuesta metodológica ha sido utilizada por la literatura española en todos sus contrastes hasta la fecha, aunque de un modo parcial, pues no se ha cojeado la abundancia factorial relativa que caracteriza a España frente al resto del mundo. Los resultados obtenidos hasta la fecha son contradictorios, con trabajos que obtienen paradojas y otros donde el modelo presenta una correcta capacidad predictiva de los flujos netos de servicios factoriales de España.

En este contexto, el presente trabajo persigue un doble objetivo. En primer lugar presentar nueva evidencia sobre el funcionamiento del Teorema Heckscher-Ohlin-Vanek *à la Leamer* desde una perspectiva regional<sup>18</sup>, complementando el trabajo de Artal *et al.* (2006) que aplica la metodología de Bowen *et al.* (1987) para el comercio interregional de España. Como aportación adicional, el actual trabajo analiza la validez del modelo de dotaciones factoriales tanto para el comercio interregional como para el internacional.

En segundo lugar, con el propósito de identificar cuestiones relativas al generalizado mal funcionamiento del modelo HOV para la economía española, se aplica un test completo de la propuesta original de Leamer. La relajación del supuesto de identidad tecnológica entre las regiones de España y frente al resto del mundo (OCDE y no-OCDE) nos permite identificar alguna de las posibles causas del mal funcionamiento del modelo *à la Leamer* para España, así como aportar nueva evidencia que complementa resultados anteriores. En este sentido, se ha podido observar que el modelo estricto predice significativamente bien en el caso interregional para el que no se puede rechazar el cumplimiento del supuesto de igualación del precio de los factores, en línea con el resultado encontrado en Artal *et al.* (2006). Sin embargo, dicho modelo estricto funciona peor en el caso internacional agregado y especialmente con los países no-OCDE, que requieren su relajación para obtener un funcionamiento aceptable del modelo.

Los resultados obtenidos indican un ajuste perfecto para cinco CC.AA. españolas y del 83 por ciento en otras cinco en el caso del comercio interregional bajo el supuesto de identidad tecnológica, un ajuste del 83 por ciento o superior para

---

(18) A nivel regional hasta la fecha, mencionar dos aportaciones de este tipo [Davis *et al.* (1997); Artal *et al.* (2006)] y ninguna de ellas ha empleado la metodología de Leamer (1980).

ocho CC.AA. en el caso OCDE bajo este mismo supuesto y de seis CC.AA. en el de la no-OCDE después de relajar dicho supuesto de identidad tecnológica. En cuanto a los factores productivos, los resultados muestran al factor K como el más sensible en cuanto a la necesidad del cumplimiento de las hipótesis del modelo, aspecto que ayuda a entender buena parte de las paradojas existentes para dicho factor en la literatura española anterior. Por su parte, el factor T presenta un comportamiento más idóneo, ante la mayor plausibilidad de que se cumpla la inmovilidad completa del mismo en el ámbito nacional e internacional.

Por último, el análisis del contenido factorial de comercio de un país con otros países, en nuestro caso con países OCDE y no-OCDE, mejora notablemente cuando se utilizan datos regionales, ya que a nivel regional pueden existir diferencias importantes en las dotaciones factoriales.

**Cuadro 1: CONTENIDO FACTORIAL DE COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON EL RESTO DE ESPAÑA (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO)**

	Comercio interregional (Tecnología española)																
	Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)							Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)		
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	
Andalucía	-24.995.101	-154.800	-156.158	3.530.601	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,4	+	-	-	+	+	+	
Aragón	-3.799.326	-4.758	-13.725	-599.583	1,7	0,6	1,0	3,1	1,8	2,9	-	-	-	+	+	+	
Asturias	683.051	-16.468	-6.205	-964.134	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	+	-	+	-	-	-	
Baleares	-11.253.204	-89.739	-49.337	-6.049.213	1,2	0,6	0,8	0,4	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	
Canarias	-4.222.736	-31.933	-26.794	-801.336	0,7	1,3	0,8	0,2	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	
Castilla y León	-1.634.268	18.488	-15.229	4.514.904	1,0	0,9	0,9	3,0	3,0	3,3	-	-	-	+	+	+	
Castilla-La Mancha	-5.204.620	55.055	-25.102	3.597.174	0,6	1,1	0,7	3,5	5,7	5,3	-	-	-	+	+	+	
Cataluña	9.993.855	90.726	78.820	2.915.071	0,7	1,6	1,1	0,3	0,4	0,3	-	+	+	-	-	-	
Com. Valenciana	-12.261.553	-73.635	-64.630	-7.047.436	1,1	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	+	-	-	-	-	-	
Extremadura	-699.692	-10.191	-13.053	-520.861	0,4	1,2	0,6	3,4	7,7	6,2	+	-	-	+	+	+	
Galicia	-16.832.239	-104.753	-96.716	-2.394.108	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,8	+	-	-	+	+	+	
Madrid	29.864.143	103.828	210.781	-7.976.962	1,5	1,1	1,7	0,1	0,1	0,1	+	+	+	-	-	-	
Navarra	-4.129.298	-19.098	-18.061	691.680	1,9	0,7	1,3	1,5	0,8	1,1	-	+	-	+	+	+	
País Vasco	-1.850.205	-34.564	-14.071	-3.823.909	1,9	0,9	1,7	0,2	0,1	0,1	+	-	-	+	-	-	

**Cuadro 1: CONTENIDO FACTORIAL DE COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON EL RESTO DE ESPAÑA (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO) (continuación)**

	Comercio interregional (Tecnología regional)																
	Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)							Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)		
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	
Andalucía	-24.902.241	-165.794	-141.122	3.496.490	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,4	+	-	-	+	+	+	
Aragón	-3.394.123	-4.249	-12.529	-539.473	1,7	0,6	1,0	3,1	1,8	2,9	-	+	-	-	-	-	
Asturias	723.251	-23.417	-7.251	-1.172.846	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	+	-	+	-	-	-	
Baleares	-5.070.381	-30.097	-15.811	-2.230.994	1,2	0,6	0,8	0,4	0,3	0,5	+	+	+	-	-	-	
Canarias	-4.261.322	-38.628	-31.853	-910.215	0,7	1,3	0,8	0,2	0,3	0,2	+	-	-	-	-	-	
Castilla y León	-1.776.485	19.545	-15.282	4.737.161	1,0	0,9	0,9	3,0	3,0	3,3	-	-	-	+	+	+	
Castilla-La Mancha	-6.926.744	69.917	-23.862	4.258.396	0,6	1,1	0,7	3,5	5,7	5,3	-	+	-	+	+	+	
Cataluña	14.177.713	109.714	112.478	3.940.161	0,7	1,6	1,1	0,3	0,4	0,3	-	+	+	+	+	+	
Com. Valenciana	-13.614.466	-83.796	-61.880	-7.530.824	1,1	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	+	-	-	-	-	-	
Extremadura	-920.997	-15.122	-15.892	-697.540	0,4	1,2	0,6	3,4	7,7	6,2	+	-	-	-	-	-	
Galicia	-13.606.373	-147.082	-85.046	-2.467.348	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,8	+	-	-	-	-	-	
Madrid	25.315.897	86.656	244.373	-7.555.992	1,5	1,1	1,7	0,1	0,1	0,1	+	+	+	-	-	-	
Navarra	-2.934.082	-10.095	-14.645	472.655	1,9	0,7	1,3	1,5	0,8	1,1	-	+	-	+	+	+	
País Vasco	-1.553.710	-23.580	-14.727	-3.274.079	1,9	0,9	1,7	0,2	0,1	0,1	+	-	-	-	-	-	

Nota: K: Capital Físico (miles euros), L: Trabajadores con estudios primarios o inferiores (personas / año); H: trabajadores con estudios secundarios o superiores (personas / año); T: Tierra (hectáreas). En Panel B, los valores de cada celda miden  $\frac{V^i / W^E}{V_2^i / W_2^E}$  donde  $i$  es la región, E es "España",  $V_1$  y  $V_2$  son las dotaciones de los factores, siendo 1, 2 = K, L, H, T respectivamente. Si  $\frac{V^i / W^E}{V_2^i / W_2^E} > 1$ , entonces la región  $i$  es relativamente abundante en el factor 1. En Panel C, el signo (+) indica que la región  $i$  se revela abundante en el factor del numerador respecto al del denominador aplicando la metodología descrita en el texto principal [ver ecuaciones 7 y 8].  
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 2: CONTENIDO FACTORIAL DE COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS  
CON EL RESTO DEL MUNDO (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO)**

Comercio internacional (Tecnología española-Idéntica tecnología mundial)																
Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)				Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)					
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H
Andalucía	-2.967.305	33.787	-1.649	3.419.999	3,2	0,3	1,0	1,2	0,4	1,2	-	+	-	+	+	+
Aragón	-161.824	-1.632	580	-13.261	5,6	0,2	1,2	3,2	0,6	2,7	+	+	+	+	+	-
Asturias	-1.242.441	-6.197	-4.261	-299.428	3,6	0,3	1,1	0,8	0,2	0,7	-	+	+	-	-	-
Baleares	218.289	-198	37	-247.775	4,1	0,2	0,9	0,4	0,1	0,5	+	-	+	-	-	-
Canarias	-4.304.922	-32.871	-22.803	-2.177.870	2,3	0,4	1,0	0,2	0,1	0,2	+	+	+	-	-	-
Castilla y León	-880.050	-3.252	-2.745	70.030	3,4	0,3	1,1	3,2	0,9	3,0	-	+	+	+	+	+
Castilla-La Mancha	-1.347.876	-858	-4.796	259.980	2,1	0,4	0,8	3,7	1,8	4,8	-	+	-	+	+	+
Cataluña	-9.826.761	-65.146	-47.128	-1.844.718	2,4	0,5	1,3	0,3	0,1	0,2	+	+	+	+	+	+
Com. Valenciana	2.286.627	60.177	15.229	924.142	3,6	0,2	0,9	0,4	0,1	0,4	-	+	-	-	+	+
Extremadura	-75.297	124	-477	149.131	1,5	0,4	0,6	3,6	2,4	5,6	-	-	-	+	+	+
Galicia	-2.862.233	-17.346	-8.800	76.123	2,9	0,2	0,7	0,5	0,2	0,8	+	+	+	+	+	+
Madrid	-21.679.582	-207.332	-155.213	-6.909.577	5,0	0,4	1,9	0,1	0,0	0,1	+	+	+	-	-	-
Navarra	3.212.607	24.169	20.150	455.764	6,3	0,2	1,5	1,5	0,2	1,0	-	+	-	-	-	-
País Vasco	2.032.104	5.449	16.301	-1.603.563	6,6	0,3	1,9	0,2	0,0	0,1	+	+	+	-	-	-

Cuadro 2: CONTENIDO FACTORIAL DE COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON EL RESTO DEL MUNDO (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO) (continuación)

Comercio internacional (Tecnología propia-países del mundo y regiones españolas)																
Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)				Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)					
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H
Andalucía	-2.956.281	36.186	-1.490	3.386.956	3,2	0,3	1,0	1,2	0,4	1,2	-	+	-	+	+	+
Aragón	-1.44.565	-1.458	530	-11.932	5,6	0,2	1,2	3,2	0,6	2,7	+	+	+	+	-	-
Asturias	-1.315.563	-8.813	-4.980	-364.247	3,6	0,3	1,1	0,8	0,2	0,7	+	+	+	-	-	-
Baleares	98.355	-66	12	-91.381	4,1	0,2	0,9	0,4	0,1	0,5	+	-	+	-	-	-
Canarias	-4.344.259	-39.763	-27.108	-2.473.780	2,3	0,4	1,0	0,2	0,1	0,2	+	+	+	-	-	-
Castilla y León	-956.634	-3.438	-2.754	73.478	3,4	0,3	1,1	3,2	0,9	3,0	-	+	+	+	+	+
Castilla-La Mancha	-1.793.866	-1.089	-4.559	307.769	2,1	0,4	0,8	3,7	1,8	4,8	-	+	-	+	+	+
Cataluña	-13.940.666	-78.780	-67.253	-2.493.417	2,4	0,5	1,3	0,3	0,1	0,2	+	+	+	-	-	-
Com. Valenciana	2.538.928	68.481	14.581	987.530	3,6	0,2	0,9	0,4	0,1	0,4	+	-	+	-	-	-
Extremadura	-99.113	184	-581	199.717	1,5	0,4	0,6	3,6	2,4	5,6	-	-	-	+	+	+
Galicia	-2.313.691	-24.355	-7.739	78.452	2,9	0,2	0,7	0,5	0,2	0,8	+	+	+	+	+	+
Madrid	-18.377.827	-173.041	-179.949	-6.544.937	5,0	0,4	1,9	0,1	0,0	0,1	+	+	+	-	-	-
Navarra	2.282.725	12.776	16.339	311.443	6,3	0,2	1,5	1,5	0,2	1,0	-	+	-	+	+	+
País Vasco	1.706.460	3.718	17.062	-1.372.990	6,6	0,3	1,9	0,2	0,0	0,1	+	+	+	-	-	-

Nota: K: Capital Físico (miles euros), L: Trabajadores con estudios primarios o inferiores (personas / año); H: trabajadores con estudios secundarios o superiores (personas / año); T: Tierra (hectáreas). En Panel B, los valores de cada celda miden  $\frac{V_i^i / V_i^w}{V_2^i / V_2^w}$  donde  $i$  es la región,  $w$  es “el resto del mundo”,

$V_1$  y  $V_2$  son las dotaciones de los factores, siendo  $1, 2 = K, L, H, T$  respectivamente. Si  $\frac{V_i^i / V_i^w}{V_2^i / V_2^w} > 1$ , entonces la región  $i$  es relativamente abundante en el factor 1. En Panel C, el signo (+) indica que la región  $i$  se revela abundante en el factor del numerador respecto al del denominador aplicando la metodología descrita en el texto principal [véanse ecuaciones 7 y 8].  
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3: CAPACIDAD DE PREDICCIÓN DEL MODELO HOV: INTERREGIONAL E INTERNACIONAL.  
TEST DE SIGNO (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO)

Por regiones	Comercio interregional			Comercio internacional		
	Tecnología nacional ( $B=B^E$ )	Tecnología regional ( $B=B^R$ )	Tecnología propia ( $B=B^{INT}$ )	Tecnología nacional ( $B=B^E$ )	Tecnología regional ( $B=B^R$ )	Tecnología propia ( $B=B^{INT}$ )
	Número de aciertos	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Porcentaje de aciertos
Andalucía	5	0,83	5	0,83	2	0,33
Aragón	3	0,50	0	0,00	3	0,67
Asturias	5	0,83	5	0,83	4	0,83
Baleares	5	0,83	4	0,67	5	0,83
Canarias	5	0,83	4	0,67	5	0,67
Castilla y León	5	0,83	5	0,83	3	0,50
Castilla-La Mancha	6	1,00	6	1,00	4	0,67
Cataluña	6	1,00	3	0,50	2	0,33
Com. Valenciana	6	1,00	6	1,00	2	0,33
Extremadura	3	0,50	1	0,17	5	0,83
Galicia	2	0,33	5	0,83	1	0,17
Madrid	6	1,00	6	1,00	6	0,83
Navarra	2	0,33	2	0,33	1	0,17
País Vasco	6	1,00	6	1,00	5	0,83



**Cuadro 3: CAPACIDAD DE PREDICCIÓN DEL MODELO HOV: INTERREGIONAL E INTERNACIONAL.  
TEST DE SIGNO (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO) (continuación)**

Por pares de factores	Comercio interregional			Comercio internacional		
	Tecnología nacional ( $B=B^E$ )	Tecnología regional ( $B=B^R$ )	Tecnología propia ( $B=B^{INT}$ )	Tecnología nacional ( $B=B^E$ )	Tecnología regional ( $B=B^R$ )	Tecnología propia ( $B=B^{INT}$ )
	Número de aciertos	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Porcentaje de aciertos
K/L	7	0,50	7	0,50	7	0,64
H/K	10	0,71	9	0,64	3	0,21
H/L	11	0,79	10	0,71	10	0,64
T/L	13	0,93	11	0,79	12	0,93
T/K	11	0,79	10	0,71	8	0,71
T/H	13	0,93	11	0,79	9	0,79
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>0,77</b>	<b>58</b>	<b>0,69</b>	<b>49</b>	<b>0,65</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información contenida en los paneles B y C de los cuadros 1 y 2.

**Cuadro 4: CONTENIDO FACTORIAL DEL COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON LOS PAÍSES DE LA OCDE (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO)**

Comercio internacional con los países de la OCDE (Tecnología española-Idéntica tecnología mundial)																
Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)				Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)					
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H
Andalucía	3.061.605	45.033	8.977	2.990.702	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3	0,6	-	-	-	+	+	+
Aragón	366.655	2.207	2.919	-63.133	1,0	0,3	0,3	0,4	0,4	1,4	-	+	+	-	-	-
Asturias	-542.028	-2.704	-1.797	-216.151	0,7	0,4	0,3	0,1	0,2	0,4	-	-	+	-	-	-
Baleares	245.577	-387	-66	-214.477	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	+	-	-	-	-	-
Canarias	-2.442.778	-18.776	-14.037	-1.316.558	0,4	0,6	0,3	0,0	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
Castilla y León	-1.561.888	-7.111	-8.169	-123.501	0,6	0,5	0,3	0,4	0,7	1,5	-	-	-	+	+	+
Castilla-La Mancha	-1.480.264	-7.170	-6.732	71.431	0,4	0,5	0,2	0,5	1,3	2,5	-	-	-	+	+	+
Cataluña	-6.094.701	-39.223	-35.141	-1.034.261	0,4	0,8	0,3	0,0	0,1	0,1	+	-	-	-	-	-
Com. Valenciana	2.296.524	56.565	9.394	1.329.376	0,7	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	+	+
Extremadura	-99.507	-41	-603	104.177	0,3	0,6	0,2	0,5	1,8	2,9	-	-	-	+	+	+
Galicia	-1.906.884	-9.874	-6.990	596.335	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
Madrid	-23.644.181	-162.378	-151.862	-3.974.688	0,9	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	+	-	-	-	-	-
Navarra	3.158.624	22.526	18.861	375.872	1,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,5	-	+	-	-	-	-
País Vasco	3.917.007	8.493	16.236	-1.219.941	1,2	0,4	0,5	0,0	0,0	0,1	+	-	-	-	-	-

**Cuadro 4: CONTENIDO FACTORIAL DEL COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON LOS PAÍSES DE LA OCDE (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO) (continuación)**

Comercio internacional con los países de la OCDE (Tecnología propia-Países OCDE y Regiones españolas)															
Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)					Abundancia factorial relativa observada (Panel B)					Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)					
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/K	T/H
Andalucía	3.50.231	48.231	8.112	2.961.807	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3	0,6	-	-	-	+	+
Aragón	327.550	1.971	2.665	-56.804	1,0	0,3	0,3	0,4	0,4	1,4	-	+	+	-	-
Asturias	-573.929	-3.846	-2.100	-262.943	0,7	0,4	0,3	0,1	0,2	0,4	-	+	+	-	-
Baleares	110.650	-130	-21	-79.101	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	+	-	+	-	-
Canarias	-2.465.099	-22.713	-16.688	-1.495.441	0,4	0,6	0,3	0,0	0,1	0,1	+	-	+	-	-
Castilla y León	-1.697.807	-7.517	-8.198	-129.580	0,6	0,5	0,3	0,4	0,7	1,5	-	-	-	-	-
Castilla-La Mancha	-1.970.059	-9.105	-6.400	84.562	0,4	0,5	0,2	0,5	1,3	2,5	-	+	+	+	+
Cataluña	-8.646.205	-47.432	-50.147	-1.397.961	0,4	0,8	0,3	0,0	0,1	0,1	+	-	-	-	-
Com. Valenciana	2.549.917	64.370	8.995	1.420.559	0,7	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	-	-	-	+	+
Extremadura	-130.980	-61	-734	139.514	0,3	0,6	0,2	0,5	1,8	2,9	-	-	-	+	+
Galicia	-1.541.433	-13.864	-6.147	614.578	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,4	-	+	+	+	+
Madrid	-20.043.222	-135.523	-176.064	-3.764.932	0,9	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	+	-	-	-	-
Navarra	2.244.368	11.907	15.294	256.850	1,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,5	-	+	+	+	+
País Vasco	3.289.308	5.794	16.994	-1.044.529	1,2	0,4	0,5	0,0	0,0	0,1	+	-	+	-	-

Nota: K: Capital Físico (miles euros), L: Trabajadores con estudios primarios o inferiores (personas / año); H: trabajadores con estudios secundarios o superiores (personas / año); T: Tierra (hectáreas). En Panel B, los valores de cada celda miden  $\frac{V_i^i / V_1^{OCDE}}{V_2^i / V_2^{OCDE}}$  donde  $i$  es la región, OCDE es "países de la OCDE";  $V_1$  y  $V_2$  son las dotaciones de los factores, siendo 1, 2 = K, L, H, T respectivamente. Si  $\frac{V_i^i / V_1^{OCDE}}{V_2^i / V_2^{OCDE}} > 1$ , entonces la región  $i$  es relativamente abundante en el factor 1. En Panel C, el signo (+) indica que la región  $i$  se revela abundante en el factor del numerador respecto al del denominador aplicando la metodología descrita en el texto principal [véanse ecuaciones 7 y 8].

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 5: CONTENIDO FACTORIAL DEL COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON LOS PAÍSES NO-OCDE (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO)**

Comercio internacional con los países no miembros de la OCDE (Tecnología española-Idéntica tecnología mundial)																
Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)				Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)					
	K	L	H	T	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H
Andalucía	-6.028.911	-11.246	-10.625	429.297	6,5	0,2	1,4	4,3	0,7	3,0	-	+	-	+	+	+
Aragón	-194.888	-1.603	-268	106.622	11,5	0,2	1,8	11,5	1,0	6,5	+	+	+	-	+	+
Asturias	-700.413	-3.493	-2.464	-83.277	7,4	0,2	1,6	2,8	0,4	1,8	-	+	+	+	-	+
Baleares	-27.287	189	102	-33.299	8,3	0,2	1,3	1,5	0,2	1,2	-	+	-	-	-	-
Canarias	-1.862.144	-14.095	-8.765	-861.312	4,7	0,3	1,4	0,8	0,2	0,6	-	+	+	-	+	-
Castilla y León	681.838	3.859	5.424	193.531	7,0	0,2	1,6	11,5	1,6	7,3	+	-	+	+	-	+
Castilla-La Mancha	-442.612	-2.104	-1.825	2.901	4,3	0,3	1,1	13,3	3,1	11,9	-	-	+	+	+	+
Cataluña	-3.732.060	-25.923	-11.987	-810.457	5,0	0,4	1,9	1,0	0,2	0,6	+	+	+	-	-	-
Com. Valenciana	-9.897	3.612	5.835	-405.234	7,4	0,2	1,3	1,3	0,2	1,0	-	+	+	-	-	-
Extremadura	24.210	165	126	44.954	3,1	0,3	0,9	12,9	4,2	13,8	-	-	-	+	+	+
Galicia	-955.349	-7.472	-1.810	-520.212	5,9	0,2	1,0	1,9	0,3	1,9	+	+	+	-	-	-
Madrid	1.964.599	-44.954	-3.351	-2.934.889	10,3	1,3	2,8	0,5	0,1	0,2	+	-	+	-	-	-
Navarra	53.982	1.643	1.289	79.892	12,8	0,2	2,3	5,5	0,4	2,4	-	+	-	+	+	+
País Vasco	-1.884.904	-3.044	65	-383.622	13,4	0,2	2,8	0,8	0,1	0,3	-	+	+	-	-	-

**Cuadro 5: CONTENIDO FACTORIAL DEL COMERCIO Y ABUNDANCIA FACTORIAL DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS CON LOS PAÍSES NO-OCDE (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO) (continuación)**

Comercio internacional con los países no miembros de la OCDE (Tecnología propia-países no-OCDE y regiones españolas)														
Exportaciones netas de servicios factoriales (Panel A)							Abundancia factorial relativa observada (Panel B)				Abundancia factorial relativa revelada (à la Leamer) (Panel C)			
	K	L	H	T	H/K	H/L	T/L	T/K	T/H	K/L	H/K	H/L	T/K	T/H
Andalucía	-6.217.942	-12.468	-9.940	440.115	6,5	0,2	1,4	4,3	0,7	3,0	-	+	+	+
Aragón	-180.231	-1.482	-254	99.309	11,5	0,2	1,8	11,5	1,0	6,5	+	+	+	+
Asturias	-767.740	-10.893	-5.549	-104.870	7,4	0,2	1,6	2,8	0,4	1,8	+	-	-	-
Baleares	-12.728	-66	34	-12.713	8,3	0,2	1,3	1,5	0,2	1,2	+	+	-	-
Canarias	-1.945.307	-17.650	-10.787	-1.012.777	4,7	0,3	1,4	0,8	0,2	0,6	+	+	-	-
Castilla y León	767.262	4.223	5.635	210.206	7,0	0,2	1,6	11,5	1,6	7,3	+	+	+	+
Castilla-La Mancha	-609.800	-2.766	-1.796	3.555	4,3	0,3	1,1	13,3	3,1	11,9	-	+	+	+
Cataluña	-5.480.825	-30.679	-17.708	-1.134.016	5,0	0,4	1,9	1,0	0,2	0,6	+	+	+	-
Com. Valenciana	-1.300	7.829	5.783	-448.271	7,4	0,2	1,3	1,3	0,2	1,0	-	+	-	+
Extremadura	32.989	254	159	62.322	3,1	0,3	0,9	12,9	4,2	13,8	-	-	+	+
Galicia	-799.442	-10.861	-1.648	-554.998	5,9	0,2	1,0	1,9	0,3	1,9	+	+	-	+
Madrid	1.724.017	-38.839	-4.022	-2.877.861	10,3	1,3	2,8	0,5	0,1	0,2	+	-	-	-
Navarra	39.707	899	1.082	56.515	12,8	0,2	2,3	5,5	0,4	2,4	-	-	+	+
País Vasco	-1.638.565	-2.150	70	-340.023	13,4	0,2	2,8	0,8	0,1	0,3	-	+	-	-

Nota: K: Capital Físico (miles euros), L: Trabajadores con estudios primarios o inferiores (personas / año); H: trabajadores con estudios secundarios o superiores (personas / año); T: Tierra (hectáreas). En Panel B, los valores de cada celda miden  $\frac{V_i^i / N^{100-OCDE}}{V_j^j / N^{100-OCDE}}$  donde  $i$  es la región, no-OCDE es "países no miembros de la OCDE",  $V_1$  y  $V_2$  son las dotaciones de los factores, siendo  $1, 2 = K, L, H, T$  respectivamente. Si  $\frac{V_1^i / N^{100-OCDE}}{V_2^j / N^{100-OCDE}} > 1$ , entonces la región  $i$  es relativamente abundante en el factor 1. En Panel C, el signo (+) indica que la región  $i$  se revela abundante en el factor del numerador respecto al del denominador aplicando la metodología descrita en el texto principal [véanse ecuaciones 7 y 8].

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6: CAPACIDAD DE PREDICCIÓN DEL MODELO HOV: OCDE Y NO-OCDE. TEST DE SIGNO (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO)**

Por regiones	Comercio con OCDE				Comercio con no-OCDE				
	Tecnología nacional (B=B <sup>E</sup> )	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Tecnología propia (B=B <sup>OCDE</sup> )	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Tecnología nacional (B=B <sup>E</sup> )	Porcentaje de aciertos	Tecnología propia (B=B <sup>no-OCDE</sup> )
Andalucía	3	0,50	3	0,50	2	0,33	2	0,33	2
Aragón	2	0,33	2	0,33	4	0,67	5	0,83	5
Asturias	5	0,83	4	0,67	4	0,67	4	0,67	4
Baleares	5	0,83	4	0,67	1	0,17	3	0,50	3
Canarias	6	1,00	4	0,67	3	0,50	5	0,83	5
Castilla y León	4	0,67	4	0,67	5	0,83	5	0,83	5
Castilla-La Mancha	5	0,83	4	0,67	5	0,83	4	0,67	4
Cataluña	5	0,83	5	0,83	4	0,67	5	0,83	5
Com. Valenciana	4	0,67	3	0,50	2	0,33	3	0,50	3
Extremadura	5	0,83	5	0,83	5	0,83	5	0,83	5
Galicia	1	0,17	1	0,17	3	0,50	4	0,67	4
Madrid	5	0,83	5	0,83	5	0,83	5	0,83	5
Navarra	4	0,67	1	0,17	2	0,33	4	0,67	4
País Vasco	5	0,83	5	0,83	4	0,67	4	0,67	4

**Cuadro 6: CAPACIDAD DE PREDICCIÓN DEL MODELO HOV: OCDE Y NO-OCDE. TEST DE SIGNO (MODELO ESTRICTO Y RELAJADO) (continuación)**

Por pares de factores	Comercio con OCDE				Comercio con no-OCDE			
	Tecnología nacional (B=B <sup>E</sup> )	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Tecnología propia (B=B <sup>OCDE</sup> )	Porcentaje de aciertos	Número de aciertos	Tecnología nacional (B=B <sup>E</sup> )	Porcentaje de aciertos
K/L	9	0,64	8	0,57	5	0,36	8	0,57
H/K	11	0,79	8	0,57	3	0,21	3	0,21
H/L	10	0,71	8	0,57	12	0,86	12	0,86
T/L	9	0,64	8	0,57	9	0,64	10	0,71
T/K	10	0,71	10	0,71	10	0,71	13	0,93
T/H	10	0,71	8	0,57	11	0,79	12	0,86
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>0,70</b>	<b>50</b>	<b>0,60</b>	<b>49</b>	<b>0,58</b>	<b>58</b>	<b>0,69</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información contenida en los paneles B y C de los cuadros 4 y 5.

ANEXO

---

Cuadro A.1: TABLAS INPUT-OUTPUT DISPONIBLES, AÑO DE REFERENCIA  
Y NIVEL DE DESAGREGACIÓN SECTORIAL

---

Andalucía	1995	R89
Aragón	1999	R69
Asturias	1995	R59
Baleares	1995	R51
Canarias	1992	R59
Castilla y León	1995	R56
Castilla-La Mancha	1995	R39
Cataluña	1987	R73
C. Valenciana	1995	R69
Extremadura	1990	R54
Galicia	1998	R63
Madrid	1996	R56
Navarra	1995	R51
País Vasco	1995	R84
España	1995	R71
EE.UU.	1996	R44
Brasil	1995	R44

---

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro A.2: CLASIFICACIÓN SECTORIAL UTILIZADA

Sectores	R22 (BBVA)	TSIO 95 España: R71 (Ramaz homogéneas)	CNAE-93
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1	01+02+03	01+02+05
Productos energéticos y agua	2	04+05+08 a 11+39	10 a 12+23+401a 403+41
Minerales metálicos y siderometalurgia	3	06+29	13+27
Minerales no metálicos y productos minerales no metálicos	4	07+25 a 28	14+261 a 268
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	5	12 a 16	151 a 159+16
Textiles, confección, cuero y calzado	6	17+18+19	17+18+19
Madera, corcho y otras manufacturas	7	20+38	20+36
Papel e impresión	8	21+22	21+22
Productos químicos	9	23	24
Productos de caucho y plástico	10	24	25
Productos metálicos	11	30	28
Maquinaria agrícola e industrial	12	31+33	29 a 31
Máquinas de oficina, óptica y precisión + Material y accesorios eléctricos y electrónicos	13	32+34+35	30+32+33
Material de transporte	14	36+37	34+35
Construcción e ingeniería	15	40	45
Comercio y otros servicios destinados a la venta	16	41 a 43+55 a 58+ 59 a 63+71	50 a 52+71 a 74+80 (p)+ 85(p)+90(p)+92(p)+91 I+SIF
Hostelería y restauración	17	44	55
Servicios de transporte	18	45 a 49	601 a 603+61 a 63
Servicio de correos y comunicaciones	19	50	64
Instituciones de crédito y seguros	20	51 a 53	65 a 67
Alquiler de inmuebles y capital residencial	21	54	70
Servicios no destinados a la venta en el mercado	22	64 a 70	93+75+80(p)+85(p)+90(p)+912+913

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro A.3: DOTACIONES FACTORIALES TOTALES Y CONTENIDO FACTORIAL DE LA PRODUCCIÓN DESTINADA A LA DEMANDA INTERIOR**

Regiones	Dotaciones factoriales totales				Contenido factorial de la producción destinada a la demanda interior			
	K (miles euros)	L (personas/año)	H (personas/año)	T (hectáreas)	K (miles euros)	L (personas/año)	H (personas/año)	T (hectáreas)
Andalucía	123.494.820	1.099.132	853.768	6.267.700	188.590.850	1.135.743	1.066.411	1.560.083
Aragón	45.742.894	231.731	221.121	3.508.700	53.341.591	291.477	270.264	4.108.413
Asturias	24.069.177	188.591	158.409	684.800	34.071.434	195.602	178.645	975.297
Baleares	23.723.999	165.492	113.508	319.300	49.411.767	327.692	238.924	2.051.975
Canarias	23.830.839	296.376	229.120	307.700	46.265.784	299.410	246.113	3.520.243
Castila y Leon	57.670.167	479.406	405.394	7.244.300	77.803.687	474.640	439.467	5.918.737
Castilla-La Mancha	24.900.505	336.455	203.425	5.889.800	47.562.974	281.968	262.887	4.158.121
Cataluña	101.555.251	1.185.247	1.216.453	1.690.400	117.557.858	717.379	614.390	1.350.738
Com. Valenciana	106.391.505	830.760	587.540	1.459.300	128.521.916	754.616	654.004	2.050.882
Extremadura	10.875.522	204.396	103.204	3.478.600	18.248.584	117.464	95.990	2.986.962
Galicia	64.872.370	643.882	356.518	1.626.500	97.140.595	574.932	460.355	2.228.237
Madrid	138.751.842	782.696	1.200.504	547.500	192.467.383	1.083.123	1.010.369	1.280.154
Navarra	21.044.619	95.388	116.912	688.900	21.514.651	120.667	110.547	300.843
País Vasco	68.546.932	296.347	454.953	315.600	83.289.781	441.512	421.642	510.963
España	853.246.523	7.158.000	6.527.000	35.493.200				
Países de la OCDE	24.260.312.108	124.453.218	375.208.042	4.332.929.140				
Países no-OCDE	18.934.179.431	1.099.606.633	592.882.111	1.447.266.010				
Mundo	43.194.491.539	1.224.059.851	968.090.153	5.780.195.150				

Fuente: Elaboración propia a partir de varias fuentes estadísticas (véase el texto).



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artal, A., J. Castillo y F. Requena (2006): “Contrastación empírica del modelo de dotaciones factoriales para el comercio interregional de España”, *Investigaciones Económicas* (II época), vol. XXX, págs. 539-576.
- Artal, A. (1999): “Contenido factorial y comercio España-Mercosur”, *Información Comercial Española. Revista de Economía*, n.º 782 (Noviembre-Diciembre), págs. 35-45.
- Bajo, O. (1990): “Organización industrial, proporciones factoriales y comercio internacional de manufacturas. Evidencia para el caso español”, *Cuadernos Económicos de ICE*, n.º 45, págs. 181-212.
- Bajo, O. y A. Torres (1989): “Contenido factorial y abundancia revelada de factores en el comercio exterior de España, 1975 y 1980”, *Información Comercial Española, Revista de Economía*, n.º 672-673 (Agosto-Septiembre), págs. 9-26.
- Bajo, O. y A. Torres (1991): “Comercio exterior, contenido factorial y paradojas diversas: una nota”, *Investigaciones Económicas* (II época), vol. XV, págs. 215-222.
- Bernstein, J.R. y D.E. Weinstein (2002): “Do Endowments Predict the Location of Production? Evidence from National and International Data”, *Journal of International Economics*, vol. 56, n.º 1, págs. 55-76.
- Bowen H.P., Leamer, E. y L. Sveikauskas (1987): “Multicountry, multifactor tests of the factor abundance theory”, *American Economic Review*, vol. 77, págs. 791-809.
- Davis, D.R., Weinstein, D.E., Bradford, S.C. y K. Shimp (1997): “Using International and Japanese Regional Data to Determine When the Factor Abundance Theory of Trade Works”, *American Economic Review*, vol. 87, 3, págs. 421-446.
- Davis, D.R. y D.E. Weinstein (2001): “An Account of Global Factor Trade”, *American Economic Review*, vol. 91, n.º 5, págs. 1423-1453.
- Davis, D.R. y D.E. Weinstein (2003): “The Factor Content of Trade”, en K. Choi y J. Harrigan (eds.): *Handbook of International Trade*, Cap. 5, Basil Blackwell.
- Debaere, P. y U. Demiroglu (2003): “On the similarity of country endowments and factor price equalization”, *Journal of International Economics*, vol. 59, n.º 1, págs. 101-136.
- Donges, J. (1973): “La configuración de la exportación industrial española”, *Información Comercial Española*, n.º 481-482, págs. 185-208.
- Donges, J. (1976): *La industrialización en España. Políticas, logros y perspectivas*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Estevadeordal, A. y A.M. Taylor (2001): “A century of missing trade?”, Working Paper n.º 8301, NBER.
- Fariñas, J.C. y C. Martín (1990): “Ventaja comparativa y proporción de factores en el comercio español de productos manufacturados”, *Investigaciones Económicas* (II época), vol. XIV, págs. 269-290.
- Gabaix, X. (1997): “The factor content of trade: A rejection of the Heckscher-Ohlin-Vanek-Leontief hipótesis”, mimeo, Harvard University.
- Hakura, D. (2001): “Why does HOV fail? The role of technological differences within the EC”, *Journal of International Economics*, vol. 54, págs. 361-382.
- Jiménez-Ridruejo, Z. y F. Martín (1980): “Una estimación estática de los factores determinantes de la especialización en el comercio exterior español”, *Investigaciones Económicas*, n.º 13, págs. 5-65.
- Leamer, E. (1980): “The Leontief paradox reconsidered”, *Journal of Political Economy*, vol. 88, n.º 3, págs. 495-503.
- Leamer, E. (1984): *Sources of International Comparative Advantage: Theory and Evidence*. Cambridge: MIT Press, MA.

- Leontief, W. (1954): "Domestic production and foreign trade: The American capital position re-examined", *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 97, n.º 2, págs. 332-349.
- López, I. (2001a): "Contenido factorial del comercio entre España y Portugal", *Actas de la 3ª Reunión de Economía Mundial*, Madrid: Mc Graw-Hill.
- López, I. (2001b): "Contenido factorial del comercio exterior español", *Información Comercial Española. Revista de Economía*, n.º 794 (octubre), págs. 91-101.
- Martín, C. (1995): "El impacto comercial de los acuerdos de la UE con los países del Este", *Papeles de Economía Española*, n.º 63, Madrid, FUNCAS, págs. 269-283.
- Maskus, K. (1985): "A test of the Heckscher–Ohlin–Vanek theorem: the Leontief commonplace", *Journal of International Economics*, vol. 19, págs. 201-212.
- Rodríguez, D. (1992): "Contenido factorial del comercio español de manufacturas: nueva evidencia", *Investigaciones Económicas*, (II época), vol. II, págs. 317-326.
- Trefler, D. (1993): "International Factor Price Differences: Leontief was Right!", *Journal of Political Economy*, vol. 101, n.º 6, págs. 961-987.
- Trefler, D. (1995): "The Case of Missing Trade and Other Mysteries", *American Economic Review*, vol. 85, n.º 5, págs. 1029-1046.
- Turrión, J. (2000): "El comercio de España con los países de Europa central y oriental: análisis de su contenido factorial", *Información Comercial Española. Revista de Economía*, n.º 786 (Julio-Agosto), págs. 103-114.
- Vanek, J. (1968): "The factor proportions theory: the n-factor case", *Kyklos*, vol. 21, n.º 4, págs. 749-756.
- Vera, F. y L. Gamir (1973): "El comercio exterior y la intensidad de factores", en L. Gamir (dir.): *El comercio exterior de España (1931-1975)*, Cap. V, Moneda y Crédito, Madrid, págs. 113-139.
- Viñuela, J. (1979): "El comercio exterior de España 1960-1975", en A. Viñas y otros (dirs.): *Política comercial exterior en España (1931-1975)*, Cap. X, Banco Exterior de España, Madrid, págs. 1289-1359.
- Wood, A. (1994): "Give Heckscher and Ohlin a Chance!", *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 130, págs. 20-49.
- Yamano, N. y N. Ahmad (2006): "The OECD Input-Output Database: 2006 Edition", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2006/8, OECD Publishing.

*Fecha de recepción del original: mayo, 2006*

*Versión final: enero, 2008*

ABSTRACT

This paper analyses how the Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV) model performs in a regional framework, applying the methodology of Leamer (1980). We conduct a complete test for the total, interregional and international trade flows of the Spanish regions in 1995. The empirical evidence shows that the methodology of Leamer works better than that of Bowen *et al.* (1987) for a partition of the vector of total trade and explains interregional factor trade flows better than international ones. Relaxing the identical technology assumption does not improve either the results for the interregional trade or trade with the OECD countries, though an improvement exists in the results for the international trade vector and especially for the flows with non-OECD countries. These findings are consistent with the HOV model assumptions and explain the contradictory results about the Leontief Paradox present in the Spanish literature examining the factor content of trade.

*Key words:* Heckscher-Ohlin-Vanek model, Leamer approach, interregional and international trade, production cones, Leontief paradox, Spanish regions.

*JEL classification:* F11, F14, R12.