



I Jornadas de Análisis Input-Output. Oviedo, 22 y 23 de Septiembre de 2005

**DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES IMPORTANTES POR
NIVELES TECNOLÓGICOS: UNA APROXIMACIÓN DESDE EL
MODELO DE MIYAZAWA.**

García Muñiz, Ana Salomé

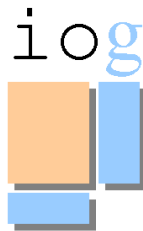
Universidad de Oviedo.

Aroche Reyes, Fidel

Universidad Nacional Autónoma de México.

Ramos Carvajal, Carmen

Universidad de Oviedo.



www.iogroup.org



I Jornadas de Análisis Input-Output. Oviedo, 22 y 23 de Septiembre de 2005

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES IMPORTANTES POR NIVELES TECNOLÓGICOS: UNA APROXIMACIÓN DESDE EL MODELO DE MIYAZAWA.

García Muñiz, Ana Salomé

Universidad de Oviedo.

Aroche Reyes, Fidel

Universidad Nacional Autónoma de México.

Ramos Carvajal, Carmen

Universidad de Oviedo.

El estudio sistemático del modo en que se organizan y disponen los intercambios en la estructura productiva, permite obtener una información enriquecedora, si se relaciona con la capacidad innovadora de las distintas ramas de la producción.

El método propuesto por Miyazawa (1966,1971) aplicado a la descomposición de las interrelaciones sectoriales por niveles tecnológicos, puede ser especialmente adecuado para este propósito.

A partir de esta metodología, el presente trabajo, profundiza en el conocimiento de la articulación productiva, determinando aquellos coeficientes importantes (Aroche Reyes, 1996; Aroche Reyes, 2002) en la difusión de la influencia económica en y/o entre perfiles tecnológicos. Su análisis permitirá perfilar el papel desempeñado por los diferentes sectores de la economía europea en la transmisión tecnológica.

Determinación de coeficientes importantes por niveles tecnológicos: Una aproximación desde el modelo de Miyazawa

Ana Salomé García Muñiz asgarcia@uniovi.es

Fidel Aroche Reyes aroche@servidor.unam.mx

Carmen Ramos Carvajal cramos@uniovi.es

1. Introducción

El entramado productivo constituye uno de los factores determinantes en la capacidad de innovación de un territorio. A su vez, la innovación tecnológica resulta crucial en cualquier proceso de desarrollo económico (Schumpeter, 1912, 1927, 1942); se trata de un factor determinante del nivel de competitividad de una nación o región. Asimismo, se puede afirmar, además, que dicha capacidad de innovación y, muy especialmente su difusión, dependen, en buena medida, de la estructura de las relaciones intersectoriales existente en una economía.

El análisis de las transacciones interindustriales hace posible una aproximación al estudio de la innovación y de su difusión, como ya se puso de manifiesto en los albores del análisis input-output (Leontief, 1928). En este sentido, la producción y los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante son un mecanismo de difusión tecnológica esencial en una economía (Fanjul et al., 1975; Andersen, 1996). Su análisis, a través de los coeficientes técnicos y del valor añadido, suministra la información básica sobre los determinantes del cambio tecnológico (Vaccara 1970, Fontela y Pulido 1991). Los trabajos de Pasinetti (1981), Carter (1990) y DeBresson (1994, 1996), sobre la integración vertical de los sectores, sobre los beneficios de la innovación y sobre su creación y difusión, han impulsado esta línea de investigación a lo largo de los últimos años.

Los estudios sobre tecnología e innovación mediante matrices de intercambios (input-output) han sido muy numerosos¹. Estos trabajos, generalmente, abundan en la idea de cuantificar el conocimiento incorporado, introduciendo ciertos indicadores, a modo de coeficientes, en el modelo. Pero ninguno toma en cuenta la importancia, que para la difusión pueden tener las características propias de la estructura que soporta los intercambios entre las diferentes industrias.

¹ Véanse los trabajos pioneros de Terleckyj (1974) y Scherer (1982). Desarrollos más recientes son los llevados a cabo por Los (1997), Sakurai et. al. (1997), Wolff (1997) y Mohnen (1999).

En este sentido, el estudio sistemático del modo en que se organizan y disponen los intercambios en la estructura productiva, permite obtener una información enriquecedora, si se relaciona con la capacidad innovadora de las distintas ramas de la producción.

El método propuesto por Miyazawa (1966,1971) aplicado a la descomposición de las interrelaciones sectoriales por niveles tecnológicos, puede ser especialmente adecuado para este propósito.

A partir de esta metodología, el presente trabajo, profundiza en el conocimiento de la articulación productiva, determinando aquellos coeficientes importantes (Aroche Reyes, 1996; Aroche Reyes, 2002) en la difusión de la influencia económica en y/o entre perfiles tecnológicos. Su análisis permitirá perfilar el papel desempeñado por los diferentes sectores de la economía europea. El trabajo incluye el análisis de la estructura económica, innovación y su difusión en la economía europea en 1995 como ejemplo. Este ejercicio empírico ha permitido alcanzar algunas conclusiones acerca de este fenómeno en Europa y su relación con la forma que ha adoptado esta estructura económica.

2. Información estadística

La información de partida es la recogida en la tabla input-output de la Unión Europea de 1995 (TIOEU-95), por ser esta la última publicada hasta el momento a nivel europeo. Dicha tabla se encuentra desagregada a 25 sectores.

La identificación de los diferentes perfiles tecnológicos de las ramas productivas analizadas precisa de una tipificación de las actividades económicas según su grado de intensidad tecnológica. La elaboración de una clasificación de las industrias supone numerosas dificultades, que han sido y están siendo abordadas por organismos como la OCDE, EUROSTAT y más recientemente institutos de estadísticas nacionales.

En el presente trabajo hemos catalogado las ramas de la tabla input-output de Europa de acuerdo a la clasificación proporcionada por EUROSTAT de los sectores según su intensidad tecnológica, la cual aparece recogida en el cuadro nº1. En la primera columna se muestra los sectores incluidos en la TIOEU-95 y, en la segunda, la clasificación proporcionada por EUROSTAT.

Cuadro n°1. Clasificación sectorial según intensidad tecnológica²

Ramas productivas	Nivel tecnológico
Agricultura, silvicultura, pesca	Bajo*
Productos energéticos	Medio
Minerales y metales féreos y no féreos	Medio
Productos minerales no metálicos	Medio
Química	Alto
Productos metálicos excepto maquinaria	Bajo
Maquinaria industrial y agrícola	Alto
Máquinas de oficina, material inform.	Alto
Material y accesorios eléctricos	Alto
Otro material de transporte	Alto
Alimentación, bebida y tabaco	Medio
Textil, vestido, cuero y calzado	Bajo
Papel y edición	Bajo
Caucho y plástico	Medio
Otras manufacturas	Bajo
Construcción	Bajo*
Reciclaje, servicios reparación, comercio	Bajo
Hostelería	Bajo*
Servicios de transporte terrestre	Alto
Servicios de transporte marítimo y aéreo	Alto
Servicios auxiliares de transporte	Alto
Comunicaciones	Alto
Servicios de cdto e instituciones de seguro	Alto
Otros servicios de mercado	Bajo*
Servicios de no mercado	Bajo*

3. Metodología

La difusión tecnológica constituye un proceso complejo determinante en el crecimiento y desarrollo económico, cuya intensidad depende en gran medida de la capacidad de absorción y adaptación de la unidades empresariales (Rosenberg, 1976). En su transmisión desempeñan un papel fundamental tanto las redes de información como la articulación de los sistemas productivos analizados. Ambos factores se revelan como esenciales en escenarios en los que predominan empresas de dimensión pequeña y mediana como es el caso de muchas de las regiones de la Unión Europea.

Las relaciones recogidas en la red económica definida, determinan la posible ventaja competitiva de sus unidades y su capacidad de aprovechamiento de las discontinuidades tecnológicas que puedan presentarse (Utterback, 1994, Foster, 1986).

² Los sectores tecnológicos señalados con un asterisco, corresponden a aquellos que no aparecen directamente en las clasificaciones disponibles. Se les ha asignado un perfil de baja tecnología dadas sus características.

Un análisis detallado de las conexiones productivas exige un estudio exhaustivo de los impactos tanto en la estructura productiva global, como en sectores del mismo y/o diferente perfil tecnológico. En este sentido, es necesario un desglose de la estructura económica por bloques tecnológicos, que permita diferenciar los efectos generados entre y dentro de los mismos.

El método desarrollado por Miyazawa (1966, 1971) para el análisis de sistemas económicos multi-regionales, y aplicado por Sonis y Hewings (1993) a un ámbito regional unidimensional, resulta una técnica adecuada para la observación de las relaciones existentes entre niveles tecnológicos. Su aplicación permite perfilar una síntesis de las interacciones establecidas tanto entre como dentro de los bloques tecnológicos predeterminados. A partir de este enfoque, proponemos determinar cuáles de estas relaciones y sectores son importantes a través de un análisis de sensibilidad (Aroche Reyes, 1996 y 2002).

Considérese, en este sentido, una tabla input-output con una desagregación sectorial de n ramas productivas, de las cuales p sectores representan actividades de alto y medio nivel tecnológico, mientras que el resto de ellas ($q = n - p$) presentan un bajo nivel tecnológico³.

El modelo clásico de demanda de Leontief (1928) se puede expresar como:

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{Y} \Rightarrow \mathbf{X} = \mathbf{B}\mathbf{Y} \quad (1)$$

donde \mathbf{A} es la matriz de coeficientes técnicos, \mathbf{B} la matriz inversa de Leontief y, \mathbf{X} e \mathbf{Y} representan, correspondientemente, los vectores de producción y demanda final.

Dicho modelo puede ser desglosado en una estructura bipartita donde los sectores se clasifiquen y agrupen de acuerdo a su nivel de tecnología.

Identificados los sectores de alta-media (1) y baja tecnología (2), la matriz de coeficientes técnicos (\mathbf{A}) se puede expresar como:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{12} \\ \mathbf{A}_{21} & \mathbf{A}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_{21} & \mathbf{0} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{A}_{12} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A}_{22} \end{pmatrix} = \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 \quad (2)$$

donde \mathbf{A}_{11} y \mathbf{A}_{22} son matrices cuadradas⁴ constituidas por ramas de alta-media y baja tecnología, respectivamente, y \mathbf{A}_{21} y \mathbf{A}_{12} representan matrices rectangulares⁵ de intercambios entre niveles tecnológicos.

³ El modelo puede extenderse al caso de tres o más grupos de ramas.

⁴ El orden de \mathbf{A}_{11} es $(p \times p)$, y el de \mathbf{A}_{22} es $(q \times q)$.

Análogamente, la matriz inversa de Leontief (\mathbf{B}) se descompone en:

$$\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \begin{pmatrix} \hat{\mathbf{a}}_{11} & \hat{\mathbf{a}}_{12} \\ \hat{\mathbf{a}}_{21} & \hat{\mathbf{a}}_{22} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Y el output total y la demanda final como:

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} \mathbf{X}_1 \\ \mathbf{X}_2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{Y} = \begin{pmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

De forma que, el modelo de demanda de Leontief reformulado en términos de niveles tecnológicos, puede expresarse como:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{X}_1 \\ \mathbf{X}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\mathbf{a}}_{11} & \hat{\mathbf{a}}_{12} \\ \hat{\mathbf{a}}_{21} & \hat{\mathbf{a}}_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\mathbf{a}}_{11} \mathbf{Y}_1 + \hat{\mathbf{a}}_{12} \mathbf{Y}_2 \\ \hat{\mathbf{a}}_{21} \mathbf{Y}_1 + \hat{\mathbf{a}}_{22} \mathbf{Y}_2 \end{pmatrix} \quad (5)$$

La producción de cada uno de los bloques tecnológicos se descompone en dos términos:

$$\begin{aligned} \mathbf{X}_1 &= \hat{\mathbf{a}}_{11} \mathbf{Y}_1 + \hat{\mathbf{a}}_{12} \mathbf{Y}_2 = \mathbf{X}_1^1 + \mathbf{X}_1^2 \\ \mathbf{X}_2 &= \hat{\mathbf{a}}_{22} \mathbf{Y}_2 + \hat{\mathbf{a}}_{21} \mathbf{Y}_1 = \mathbf{X}_2^2 + \mathbf{X}_2^1 \end{aligned} \quad (6)$$

Por un lado, el output total de los sectores de alta tecnología consta de la producción auto-generada por dicho bloque (\mathbf{X}_1^1) como respuesta a los impactos generados en su estructura interindustrial (\mathbf{B}_{11}) ante cambios en la demanda de dichos sectores (\mathbf{Y}_1). Y por otro, de la producción no auto-generada (\mathbf{X}_1^2) a través del multiplicador interblocos (\mathbf{B}_{12}) ante modificaciones de la demanda de las ramas de baja tecnología (\mathbf{Y}_2). Análogamente, la producción de los sectores de baja tecnología se constituye en torno a una parte auto-generada y otra no auto-generada por el propio nivel tecnológico.

Una descomposición que, siguiendo a Miyazawa (1966,1971), permite detallar los impactos tanto directos como indirectos, generados en la estructura económica a tres niveles: efectos internos generados dentro de cada bloque tecnológico, efectos externos propagados por dichos niveles tecnológicos y efectos de retroalimentación producidos intergrupos.

⁵ El orden de \mathbf{A}_{21} es (qxp), y el de \mathbf{A}_{12} es (pxq).

Estos diferentes impactos pueden ser calculados a partir de la matriz inversa de Leontief (\mathbf{B}), cuya expresión dada la fórmula de Schur (Schur, 1917; Miyazawa, 1962; Sonis y Hewings, 1993) se puede plantear como:

$$\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \begin{pmatrix} \mathbf{B}_{11} & \mathbf{B}_{11}\mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_2 \\ \mathbf{B}_{22}\mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_1 & \mathbf{B}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{B}_{11} & \mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_{22} \\ \mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_{11} & \mathbf{B}_{22} \end{pmatrix} \quad (7)$$

donde $\mathbf{B}_1 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{11})^{-1}$ y $\mathbf{B}_2 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{22})^{-1}$ representan los denominados multiplicadores internos de Miyazawa (1966, 1971), indicadores de la propagación de los efectos interindustriales dentro de cada nivel tecnológico y las matrices $\mathbf{P}_1 = \mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_1$, $\mathbf{T}_1 = \mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_2$, $\mathbf{P}_2 = \mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12}$, $\mathbf{T}_2 = \mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21}$ muestran los efectos inducidos sobre los outputs o inputs entre niveles tecnológicos⁶.

La inclusión tanto de los inputs directos que circulan dentro de cada bloque tecnológico ($\mathbf{A}_{11}, \mathbf{A}_{22}$) como de los inputs indirectos ($\mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21}, \mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12}$) generados por la auto-influencia propagada a través de la otra agrupación tecnológica, define los denominados complementos de Schur $\mathbf{S}_1 = \{s_{ij}^1\}$ y $\mathbf{S}_2 = \{s_{ij}^2\}$:

$$\begin{aligned} \mathbf{S}_1 &= \mathbf{A}_{11} + \mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21} \\ \mathbf{S}_2 &= \mathbf{A}_{22} + \mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12} \end{aligned} \quad (8)$$

los cuales constituyen impactos de retroalimentación (Miller y Blair, 1985), es decir, una conjunción de sinergias y efectos externos entre niveles.

A partir de los mismos, se determinan los multiplicadores de Leontief extendidos $\mathbf{D}_1 = \{d_{ij}^1\}$ y $\mathbf{D}_2 = \{d_{ij}^2\}$:

$$\begin{aligned} \mathbf{D}_1 &= (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{11} - \mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21})^{-1} \\ \mathbf{D}_2 &= (\mathbf{I} - \mathbf{A}_{22} - \mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12})^{-1} \end{aligned} \quad (9)$$

La consideración únicamente de los efectos debidos a las transacciones productivas entre estados tecnológicos ($\mathbf{P}_2, \mathbf{T}_2$), se recogen en los multiplicadores externos de Miyazawa (1966, 1971):

$$\begin{aligned} \mathbf{\ddot{A}}_1 &= (\mathbf{I} - \mathbf{P}_2\mathbf{T}_2) = (\mathbf{I} - \mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12}\mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21})^{-1} = (\mathbf{I} - \mathbf{Z}_1)^{-1} \\ \mathbf{\ddot{A}}_2 &= (\mathbf{I} - \mathbf{S}_2\mathbf{T}_2)^{-1} = (\mathbf{I} - \mathbf{B}_2\mathbf{A}_{21}\mathbf{B}_1\mathbf{A}_{12})^{-1} = (\mathbf{I} - \mathbf{Z}_2)^{-1} \end{aligned} \quad (10)$$

⁶ Una interpretación detallada de estos elementos puede ser consultada en Hewings et. al. (1999).

donde las matrices $\mathbf{Z}_1 = \{z_{ij}^1\}$ y $\mathbf{Z}_2 = \{z_{ij}^2\}$ recogen los términos $\mathbf{Z}_1 = \mathbf{B}_1 \mathbf{A}_{12} \mathbf{B}_2 \mathbf{A}_{21}$ y $\mathbf{Z}_2 = \mathbf{B}_2 \mathbf{A}_{21} \mathbf{B}_1 \mathbf{A}_{12}$, respectivamente.

De esta forma, las diferentes matrices de coeficientes técnicos y sus inversas contienen información relevante sobre la importancia de los diferentes sectores a nivel interno, externo o interbloques tecnológicos. En qué medida estos elementos o coeficientes son importantes, es una pregunta cuya respuesta puede ser analizada bajo la óptica del análisis de sensibilidad estructural. Una técnica que identifica los coeficientes más importantes como aquellos que ante mínimas variaciones de su valor lleven asociados mayores cambios en la producción sectorial.

Una de las expresiones que permite determinar la sensibilidad de los coeficientes es la siguiente (Schintke y Stänglin, 1988; Holub y Schnabl, 1994):

$$r_{ij} = \frac{1}{a_{ij} \left(b_{ji} + b_{ii} \frac{x_i}{x_j} \right)} \quad (11)$$

donde r_{ij} muestra el porcentaje máximo de variación del coeficiente a_{ij} asociado a cambios en la producción inferiores al 1%, a_{ij} recoge el coeficiente técnico entre los sectores *i-ésimo* y *j-ésimo*, b_{ij} indica el elemento correspondiente de la matriz inversa de Leontief y x_i representa la producción del sector *i-ésimo*. Esto es, cambios en el coeficiente técnico a_{ij} mayores que r_{ij} provocarán oscilaciones en la producción sectorial de más del 1%. Bajo esta óptica, un coeficiente será más importante cuanto menor sea el porcentaje de variación máxima asumible⁷.

Un análisis aplicado a la estructura global de la economía, que resulta interesante desglosar atendiendo a los diferentes impactos generados por niveles tecnológicos.

El método de Miyazawa aplicado a la descomposición de las interrelaciones sectoriales por grados de intensidad tecnológica, ofrece el sustento teórico para la determinación de los coeficientes importantes dentro, entre e inter bloques tecnológicos. De acuerdo a la expresión de cálculo de los índices de sensibilidad, el cuadro nº2 recoge el cálculo de estos coeficientes importantes en las relaciones internas dentro de cada

⁷ Se considera un coeficiente importante cuando su porcentaje máximo de variación es del 20% (Aroche-Reyes, 1996).

bloque tecnológico, en las transacciones externas a cada conglomerado y, finalmente, en las sinergias generadas entre ambos.

Cuadro n°2. Coeficientes importantes por niveles tecnológicos⁸

	Alta-Media tecnología	Baja tecnología
Internos	$r_{ij}^{int(1)} = \frac{1}{a_{ij}^{11} \left(b_{ji}^1 + b_{ii}^1 \frac{x_i^1}{x_j^1} \right)}$	$r_{ij}^{int(2)} = \frac{1}{a_{ij}^{22} \left(b_{ji}^2 + b_{ii}^2 \frac{x_i^2}{x_j^2} \right)}$
Externos	$r_{ij}^{ext(1)} = \frac{1}{z_{ij}^1 \left(\Delta_{ji}^1 + \Delta_{ii}^1 \frac{x_i^1}{x_j^1} \right)}$	$r_{ij}^{ext(2)} = \frac{1}{z_{ij}^2 \left(\Delta_{ji}^2 + \Delta_{ii}^2 \frac{x_i^2}{x_j^2} \right)}$
De retroalimentación	$r_{ij}^{inter(1)} = \frac{1}{s_{ij}^1 \left(d_{ji}^1 + d_{ii}^1 \frac{x_i^1}{x_j^1} \right)}$	$r_{ij}^{inter(2)} = \frac{1}{s_{ij}^2 \left(d_{ji}^2 + d_{ii}^2 \frac{x_i^2}{x_j^2} \right)}$

Fuente: Elaboración propia.

Unos coeficientes importantes cuyo análisis (Aroche-Reyes, 1996) permite mostrar la estructura económica fundamental. La identificación de los coeficientes importantes con un valor unitario, y los no importantes con una cifra nula, define una matriz booleana denominada matriz adyacencia (**W**):

$$w_{ij} \begin{cases} 1 & \text{si } r_{ij} \in IC \\ 0 & \text{si } r_{ij} \notin IC \end{cases} \quad (12)$$

A partir de la cual, se pueden estudiar y representar gráficamente las conexiones existentes entre los sectores relevantes bajo la teoría de grafos (Harary, 1965). El análisis de los caminos⁹ intersectoriales articulados y su distancia o longitud, constituye un aspecto básico. Obsérvese, en este sentido, la relación entre la ecuación de sensibilidad y la longitud de los caminos existentes. Tal y como señala Aroche-Reyes (2002) “a medida que la economía se vuelve más compleja el número de entradas nulas en la matriz de coeficientes técnicos disminuye, y por tanto, el número de coeficientes

⁸ El superíndice 1 y 2 hacen referencia, respectivamente, a sectores de alta-media y baja tecnología.

⁹ Para un grafo de orden n (número de vértices del grafo), todo camino elemental es de longitud menor o igual a n-1, de ahí que la matriz conocida como cierre transitivo, proporcione todos los caminos cuya longitud es menor o igual a n-1, esto es, a partir de las potencias de la matriz de adyacencia **W**:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{W})^{-1} = \mathbf{W}^0 + \mathbf{W}^1 + \dots + \mathbf{W}^{(n-1)}$$

La suma booleana de estas matrices proporciona la matriz de caminos o accesibilidad, una matriz de ceros y unos, tal que, si un elemento toma el valor unitario supone la existencia de un camino-directo o indirecto- entre los sectores i y j.

importantes (IC) aumenta.” Esto es debido al incremento de las relaciones indirectas y, al consiguiente mayor número de sectores involucrados en el desarrollo de las conexiones empresariales. Los coeficientes importantes se establecerán entonces en torno a sectores cuya vinculación directa se ve reforzada a través de caminos cuya larga longitud implica a numerosos sectores.

La aplicación de la teoría de grafos al estudio de los coeficientes importantes, permitirá mostrar los patrones relacionales ocultos y sintetizar las características estructurales relevantes en la difusión tecnológica.

4. Un análisis de la economía europea

El estudio sistemático, a través de los coeficientes importantes, del modo en que se organizan y disponen los intercambios en la estructura productiva permite perfilar el papel desempeñado por los diferentes sectores de la economía europea en la difusión de la influencia económica entre perfiles tecnológicos.

A partir de esta metodología, el cuadro nº 3 muestra la distribución de los límites tolerables para las transacciones intersectoriales realizadas por los sectores de alta-media tecnología y baja tecnología considerando un triple enfoque en función de los efectos producidos dentro y entre bloque tecnológicos, complementados con la retroalimentación que se genera entre los mismos.

Aquellos coeficientes con un límite tolerable inferior al 20% -calificados como importantes- se centran en las relaciones establecidas dentro e inter conglomerados tecnológicos. En este sentido, los mayores impactos en la economía europea se difunden a través de ramas pertenecientes a una misma intensidad tecnológica y a través de efectos de retroalimentación a los cuales están sometidas dichas ramas.

En contraposición, la capacidad de variación e influencia que ocasiona un nivel tecnológico sobre otro es mucho más reducida, tanto que el porcentaje de coeficientes importantes en las relaciones con el otro bloque tecnológico -0,44% y 2%- es mínimo.

Cuadro nº 3. Distribución de los límites tolerables en la determinación de coeficientes importantes¹⁰

Rango	INTERNOS		EXTERNOS		RETROALIMENTACIÓN	
	Alta-Media Tecnología	Baja Tecnología	Alta-Media Tecnología	Baja Tecnología	Alta-Media Tecnología	Baja Tecnología
0 ≤ R < 5	11 (4,89)	12 (12)	0 (0)	0 (0)	10 (4,44)	7 (7)
5 ≤ R < 10	9 (4,00)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	8 (3,56)	6(6)
10 ≤ R < 20	17 (7,56)	3 (3)	1 (0,44)	2 (2)	16 (7,11)	7 (7)
20 ≤ R < 50	33 (14,67)	0 (0)	6 (2,67)	8 (8)	43 (19,11)	25 (25)
50 ≤ R < 100	38 (16,89)	0 (0)	11 (4,89)	11 (11)	54 (24,00)	24(24)
R ≥ 100	117 (52)	82 (82)	207 (92)	79 (79)	94 (41,78)	31 (31)

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOEU-95.

Atendiendo a un comportamiento más desglosado de estos estratos, las ramas de alta y media tecnología muestran un mayor porcentaje de coeficientes importantes en las relaciones establecidas dentro de su propio grupo (16,45%). Mientras que los sectores de baja tecnología son capaces de provocar una mayor variación en las relaciones de retroalimentación que propagan a través de la estructura económica (20%). Esto delimita un comportamiento diferenciador entre intensidades tecnológicas y sus posibles repercusiones en la red económica europea. La determinación de los sectores con un fuerte impacto en la estructura económica requiere de la identificación de aquellos con un mayor número de coeficientes importantes. El análisis sectorial pormenorizado de estos coeficientes es recogido en los cuadros nº 4 y nº 5.

Dentro de los sectores de alta y media tecnología – recogidos en el cuadro nº 4- minerales y metales férreos y no férreos (3), química (5), maquinaria industrial y agrícola (7), material y accesorios eléctricos (9), otro material de transporte (10) y alimentación, bebida y tabaco (11) constituye ramas con un poder de influencia destacado dentro de las mismas y con unas sinergias elevadas. Se muestra así el sector industrial como fundamental en la economía europea, con una potencialidad de creación de valor añadido muy superior a la de otros sectores. De hecho, la alimentación, bebida y tabaco o química suponen uno de los principales sectores, entre otros posibles, de valor añadido para una economía. Además, existe una fuerte concentración en Europa en el área de los transformados metálicos –siderurgia, acero, construcción naval, máquina y herramienta- que justifica el papel trascendental para la actividad económica de estas ramas.

¹⁰ Las cifras entre paréntesis representa el porcentaje sobre el total.

**Cuadro n°4. Coeficientes importantes por columnas.
Sector de alta- media tecnología**

Sectores	INTERNOS	EXTERNOS	RETROALIMENTACIÓN
2. Productos energéticos	1	0	1
3. Minerales, metal férreos, no fér.	4	0	3
4. Pdtos minerales no metálicos	1	0	1
5. Química	4	0	3
7. Maquinaria industrial y agrícola	4	0	3
8. Maquinas oficina, material infor.	1	0	1
9. Material y accesorios eléctricos	4	0	3
10. Otro material de transporte	5	0	4
11. Alimentación, bebida y tabaco	4	1	5
14. Caucho y plástico	2	0	2
19. Serv. transp. terrestre	1	0	2
20. Serv. transp. marítimo y aéreo	2	0	2
21. Serv. aux. de transporte	1	0	1
22. Comunicaciones	1	0	1
23. Serv. cdto e inst. de seguro	2	0	2

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOEU-95.

Las oportunidades del mercado de productos tecnológicos más avanzados no son las únicas. Los sectores de baja tecnología, recogidos en el cuadro n° 5, suponen también una parte esencial en el desarrollo económico.

**Cuadro n°5. Coeficientes importantes por columnas.
Sector de baja tecnología**

Sectores	INTERNOS	EXTERNOS	RETROALIMENTACIÓN
1. Agricultura, silvicultura, pesca	10	1	1
6. Pdtos metálicos exc. Maquinaria	1	0	1
12. Textil, vestido, cuero, calzado	1	0	1
13. Papel y edición	1	0	1
15. Otras manufacturas	1	0	1
16. Construcción	1	0	4
17. Reciclaje, reparación, comercio	1	0	3
18. Hostelería	0	1	1
24. Otros serv. de mercado	1	0	3
25. Serv. de no mercado	1	0	4

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOEU-95.

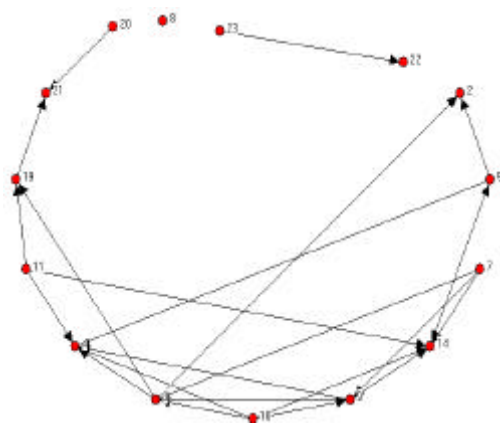
En este sentido, la agricultura, silvicultura, pesca (1), con 10 coeficientes importantes, constituye el propulsor clave en el progreso económico de las propias ramas de intensidad tecnológica baja. La inclusión de efectos de retroalimentación amplía el espectro de ramas clave incluyendo la construcción (16), reciclaje, reparación y comercio (17), otros servicios de mercado (24) y servicios de no mercado (25). Las dos primeras representan actividades a las cuales se hace referencia habitualmente como dinamizadoras de una economía. Las dos últimas implican una parte básica en cualquier

sociedad post-industrial, el sector servicios, cuyo importancia actual en los países europeos contribuye decisivamente a la riqueza y al empleo generado (EUROSTAT, 1999).

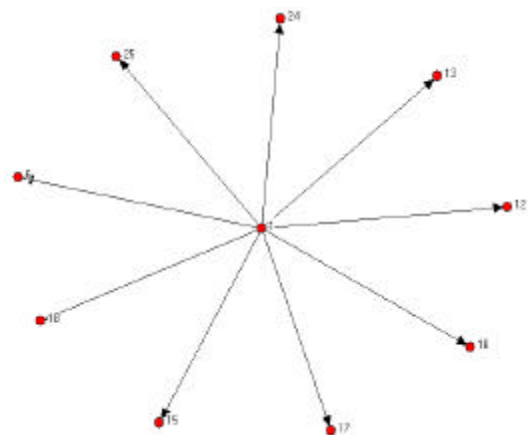
La representación gráfica de estas redes que se generan entre sectores de un cierto nivel tecnológico, permite observar cómo estos sectores clave se relacionan con las otras ramas productivas. Con esta finalidad, hemos elaborado las figuras nº 1 y nº 2 , en las cuales se muestran los grafos asociados a las matrices booleanas definidas a partir de los coeficientes importantes dentro de cada bloque tecnológico y las relaciones de retroalimentación generadas¹¹.

Figura nº1. Estructura económica básica interna

Sectores de alta-media tecnología



Sectores de baja tecnología



De acuerdo a la figura nº 1, los sectores de alta y media tecnología muestran una estructura interna con un alto grado de interrelación. Minerales y metales férreos y no férreos (3), caucho y plástico (14) y productos minerales no metálicos (4) constituyen destacados sectores consumidores de inputs¹². En contraposición, el sector máquinas de

¹¹ Dado el mínimo impacto de los efectos externos, el análisis se ha centrado en las relaciones internas y de feedback existentes.

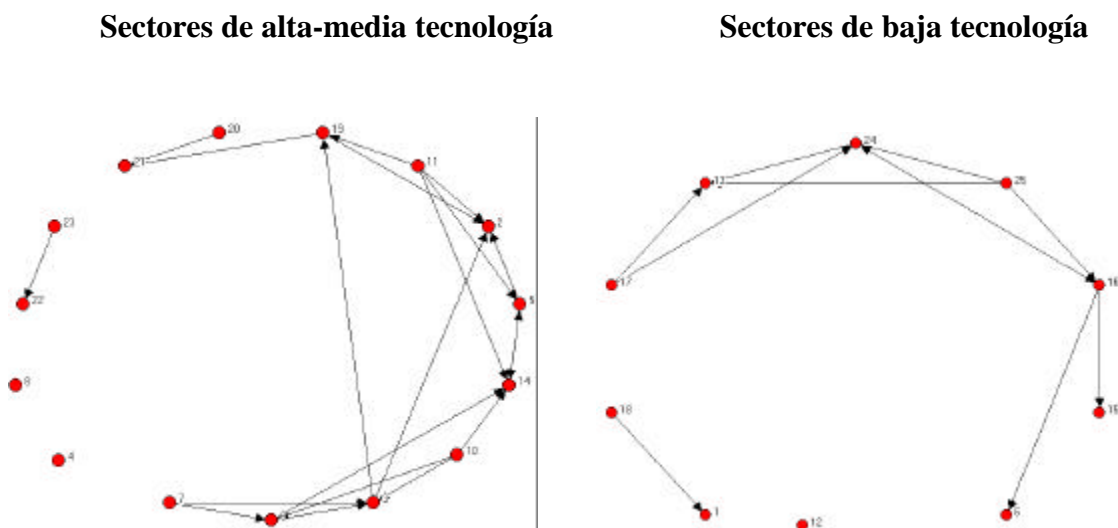
¹² Dado un grafo, la forma más simple e intuitiva de medir la posición de un sector es el empleo de los semigrados, una aproximación a las relaciones directas entre distintas ramas productivas, que bajo relaciones direccionales ofrece un doble punto de vista según se observen las transacciones emitidas o recibidas. (Ver Morillas, 1983).

oficina y material informático (8), comunicaciones (22) y servicios de crédito e instituciones de seguro (23) aparecen desconectados o, apenas relacionados entre ellos.

La figura asociada a la estructura interna de los sectores de baja tecnología es claramente diferente, con un núcleo formado por el sector agrícola y una periferia delimitada en torno al resto de ramas de baja tecnología.

Las relaciones de retroalimentación dentro de cada bloque tecnológico aparecen recogidas en la figura nº 2. Ahora el nivel de cohesión existente en la red económica es relativamente menor dentro de los sectores de alta y media. Sin embargo, los sectores de baja tecnología gozan de una interrelación, bajo efectos de retroalimentación que antes no eran capaces de adquirir por si solos. En este sentido, destaca la posición, por un lado, de caucho y plástico (14) y productos energéticos (2), y por otro, de otros servicios de mercado (24) y construcción (16).

Figura nº 2. Estructura económica básica de retroalimentación



5. Conclusiones

El entramado sectorial constituye uno de los posibles factores determinantes en la capacidad de innovación y desarrollo de un territorio. Un análisis sintético de sus rasgos estructurales es un punto fundamental para la comprensión de su funcionamiento.

En este trabajo, se ha examinado la importancia en la estructura productiva europea de ramas de diferente intensidad tecnológica a través de una nueva óptica

conjunta en la cual se emplea como punto de partida, en la posterior determinación de coeficientes importantes, el método de descomposición de relaciones productivas propuesto por Miyazawa (1966, 1971). Esto permite determinar la estructura económica básica asociada a los posibles efectos generados entre e inter clusters tecnológicos y extraer conclusiones sobre su comportamiento.

En este sentido, se ha observado un papel diferente de los sectores de alta y media tecnología frente a los de menor intensidad tecnológica. Los primeros gozan de estructuras más compactas y cohesivas, bien en sus relaciones internas, bien en aquellas asociadas a las sinergias generadas entre bloques. Constituye quizá un reflejo de los esfuerzos en política tecnológica realizados por la Unión Europea en la última década. En contraposición, los sectores de baja tecnología muestran una estructura interna muy centrada en el sector primario. Sólo la consideración de los efectos de retroalimentación les permite adquirir una posición relevante en el desarrollo económico. Una circunstancia que podría limitar seriamente las posibilidades de desarrollo de estas ramas y sus efectos en la economía.

6. Bibliografía

- ANDERSEN, E.S. (1996): From Static Structures to Dynamics: Specialisation and Innovative Linkages, en DeBresson, C. (ed.): “Economic Interdependence and Innovative Activity: An Input-Output Analysis”, Cheltenham, Elgar.
- AROCHE-REYES, F. (1996): Important coefficients and structural change: a multi-layer approach, *Economic Systems Research*, 8, pp. 235-246.
- AROCHE-REYES, F. (2002): Structural transformations and important coefficients in the North American Economies, *Economic Systems Research*, 14, 3, pp. 257-273.
- CARTER, A.P. (1990): Upstream and downstream benefits of innovation, *Economic Systems Research*, 2, pp. 241-257.
- DEBRESSON, C. (1996): The Inter-industrial analysis of innovative activities, en: DeBresson, C. (ed.): “Economic Interdependence and Innovative Activity- An Input-Output Analysis”, Cheltenham, Elgar.
- DEBRESSON, C., G. SIRILLI, X. HU, & F.K. LUK (1994), Structure and Location of Innovative Activity in the Italian Economy, 1981-85, *Economic Systems Research*, 6, pp. 135-158.

- EUROSTAT (1999): “Europa en Cifras: Conocer la Unión Europea”, Madrid, Mundi-Prensa.
- FANJUL, O. et. al. (1975): “Cambios en la estructura interindustrial de la economía española 1962-1970: una aproximación”, Madrid, Fundación del Instituto Nacional de Industria.
- FONTELA, E., PULIDO, A. (1991): Input-Output, Technical Change and Long Waves, en Peterson, W. (ed.): “Advances in Input-Output Analysis”, Oxford, Oxford University Press, pp. 137-148.
- FOSTER, R. (1986): “Innovation: the attackers advantage”, Londres, Macmillan.
- HARARY, F., NORMAN, R.Z., CARTWRIGHT, D. (1965): “Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs”, New York, John Wiley and Sons.
- HEWINGS, G.J, SONIS, M., MADDEN, M., KIMURA, Y. (1999): “Understanding and interpreting economic structure”, New York, Springer.
- HOLUB, H.W.; SCHNABL, H. (1994): “Input-Output-Rechnung: Input-Output Analyse”, München, Oldenbourg-Verlag.
- LEONTIEF, W. (1928): The Economy as a Circular Flow, *Structural Change and Economic Dynamics*, 2, pp. 181-212.
- LOS, B. (1997): The empirical performance of a new interindustry technology spillover measurement measure, Mimeo, Maastricht University.
- MIYAZAWA, K. (1966): Internal and external matrix multipliers as a matrix, *Hitotsubashi Journal of Economics*, 8, pp. 39-58.
- MIYAZAWA, K. (1971): An analysis of the interdependence between service and goods-producing sectors, *Hitotsubashi Journal of Economics*, 12, pp. 10-21.
- MOHNEN, P. (1999): International R&D Spillovers and Economic Growth, mimeo, Université du Quebec a Montreal, February.
- MORILLAS R., A. (1983): “La teoría de grafos en el análisis Input-Output. La estructura productiva andaluza”, Málaga, Editorial Universidad de Málaga.
- PASINETTI, L.L. (1993): “Structural Change and Economic Growth- A theoretical essay on the dynamics of the wealth of nations”, Cambridge, Cambridge University Press.

- ROSENBERG, N. (1976): “Perspectives on Technology”, Cambridge, Cambridge University Press.
- SAKURAI, N., PAPACONSTANTINOU, G., IOANNIDIS, E. (1997): Impact of R&D and technology diffusion on productivity growth: empirical evidence for 10 OECD countries, *Economic Systems Research*, 9, 1, pp.81-109.
- SCHERER, F.M. (1982): Interindustry technology flows and productivity growth, *Review of Economics and Statistics*, 64, pp. 627-34.
- SCHINKTE, J., STÄGLIN, R. (1988): Important input coefficients in market transactions’ tables and production flow tables, en M. Ciaschini (ed.): “Input-Output Analysis: Current Developments”, London, Chapman and Hall.
- SCHUMPETER, J. (1912): “The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle” , Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1934.
- SCHUMPETER, J. (1927): The Explanation of the Business Cycle, *Economica*.
- SCHUMPETER, J. (1942): “Capitalism, Socialism and Democracy”, New York, London: Harper & Brothers.
- SCHUR, I. (1917): Uber Potenzreihen, die im Innern des Einheitskreises beschränkt sind, *J. Reine und Angew. Math*, 147, pp. 205-232.
- SONIS, M, HEWINGS, G.J (1993): Hierarchies of Regional Sub-Structures and their Multipliers within Input-Output Systems: Miyazawa Revisited, *Hitotsubashi Journal of Economics*,34, pp. 33-44.
- TERLECKYJ, N. E. (1974): Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: An Exploratory Study, Washington DC: National Planning Association.
- UTTERBACK, J.M. (1994): “Mastering the dynamics of innovation”, Boston, Mass, Harvard Business School Press.
- VACCARA, B.N. (1970): Changes over time in input-output coefficients for the United States, en Carter, A.P y Brody, A. (eds.): “Applications of Input-Output Analysis”, 2, Amsterdam.
- WOLFF, E.N. (1997): Spillovers, Linkages and Technical Change, *Economic Systems Research*, 9, 1, pp. 9-23.