

**LA TEORÍA DE REDES SOCIALES COMO HERRAMIENTA DE
ANÁLISIS ECONÓMICO ESTRUCTURAL**

Ana Salomé García Muñiz

Manuel Hernández Muñiz

Carmen Ramos Carvajal

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Oviedo

LA TEORÍA DE REDES SOCIALES COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS ECONÓMICO ESTRUCTURAL

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Análisis estructural a partir de una red social.....	4
2.1. La noción de red social.....	5
2.2. El concepto de equivalencia estructural.....	6
3. Determinación de bloques.....	7
4. Caracterización de los bloques: Medidas de centralidad.....	11
4.1. Efectos totales.....	12
4.2. Efectos inmediatos.....	14
4.3. Efectos mediativos.....	15
4.4. Análisis empírico de la centralidad.....	16
5. Conclusiones.....	17
6. Bibliografía.....	18

LA TEORÍA DE REDES SOCIALES COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS ECONÓMICO ESTRUCTURAL

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, un uso clásico del análisis input-output ha sido establecer qué ramas productivas tienen unos efectos más destacados en el seno del sistema económico regional, cuantificando la intensidad y la relevancia de las ligazones intersectoriales. Las propuestas canónicas establecidas por Hirschman, a finales de los años cincuenta, siguen vigentes y puede decirse que han recibido un fuerte impulso gracias a la nueva literatura sobre geografía económica, que ha asentado los fundamentos teóricos de la existencia de importantes externalidades en el espacio.

Este trabajo desplaza momentáneamente el foco de atención desde las ramas clave hacia una nueva visión donde se consideren las relaciones de semejanza. Nos proponemos examinar la estructura productiva de una región a través de la noción de *equivalencia estructural*, empleada habitualmente en el análisis de redes sociales. El objetivo es realizar una clasificación o taxonomía de los sectores productivos de acuerdo con la semejanza de sus interrelaciones sectoriales. Esta forma de agrupar o clasificar la información permite la comparación de un sector con el resto, en términos de la equivalencia de sus intercambios con el conjunto de la economía, lo que arroja como resultado bloques de actividad que reúnen ramas con relaciones equivalentes.

La determinación de *la posición de centralidad* de estos bloques en el entramado económico, establecerá la influencia de los mismos en la configuración de las transacciones regionales bajo un enfoque alternativo al

tradicional (coeficientes de Chenery-Watanabe y Rasmussen) basado en los conceptos de eslabonamientos hacia atrás y hacia delante.

Este documento se estructura de la siguiente forma. En primer término y, desde el marco de las redes sociales, se define la noción de equivalencia estructural y se describe el algoritmo que da lugar a una clasificación de las ramas en bloques equivalentes. Este análisis se complementa con un estudio de las propiedades derivadas del concepto de centralidad, cuya aplicación a los bloques obtenidos permitirá caracterizar su posición dentro de la red de relaciones constituida. Este trabajo concluye con una breve síntesis de los resultados obtenidos.

2. EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL A PARTIR DE UNA RED SOCIAL

Los sectores productivos o ramas de actividad son el resultado de una agregación conforme a sistemas de clasificación estadísticos generalmente aceptados, que permiten un tratamiento determinado de la información. Sin embargo, los datos económicos contenidos en las tablas describen y miden, de forma cuantitativa, el conjunto de interdependencias económicas y sociales latentes en un determinado territorio.

Desde un punto de vista conceptual, la actividad económica -del planeta, de un país, de una región o de una ciudad- tiene lugar a través de un invisible proceso de división social del trabajo¹. Los altos niveles de bienestar logrados por algunos países en la época actual son el resultado de una aguda especialización productiva y de un intenso proceso de cooperación entre numerosos agentes, que da lugar a una multitud de intercambios y de *metaintercambios* (Mundell, 1968). Algunos de esos flujos, de muy diversa naturaleza, pueden ser calificados como económicos y son observables empíricamente. Otros, simplemente, no son observables o existe una gran

¹ Scott (1998), págs. 385-386.

dificultad para ponerles un valor, a pesar de lo cual somos concientes de su importancia para el desarrollo económico².

La posición que ocupa cada sector productivo dentro del sistema de relaciones estructurales hace posible la generación de sinergias dentro del conjunto empresarial³, lo cual constituye una tímida manifestación empírica de esos metaintercambios latentes en el sistema económico. Son estos actores económicos artífices del futuro de una región los que van a ser objeto de clasificación mediante el concepto de red y de equivalencia estructural.

2.1. La noción de red social

La idea básica de una red social es simple: se trata de un conjunto de actores entre los que se establecen una serie de vínculos. Pueden estar constituidas por un número más o menos amplio de actores y una o más clases de relaciones entre pares de elementos. En palabras de R. Hanneman⁴: “[...] para entender acertadamente una red social es necesario realizar una descripción completa y rigurosa de la estructura de sus relaciones como punto de partida para el análisis”. En el análisis de una red se considera la estructura de las relaciones en las que cada actor se encuentra involucrado, es más, estos actores se describen a través de sus conexiones, las cuales se muestran tan relevantes como ellos mismos⁵.

El estudio de una red social se efectúa fundamentalmente a partir de dos grandes grupos de técnicas estrechamente relacionadas: la teoría de grafos y

² Son activos de naturaleza sociopolítica producidos por los individuos en sociedad y que constituyen una condición para el funcionamiento de la misma (Vanoli, 1983, pág. 114). Recientemente la literatura que examina los problemas del capital social ha llamado la atención sobre estos activos para explicar las diferencias observadas en el crecimiento de las regiones y países.

³ Relaciones que, como sabemos, en una tabla han sido rotas al utilizar un enfoque técnico económico que separa las empresas en unidades de producción homogéneas.

⁴ Esta cita ha sido obtenida de la versión electrónica de Hanneman (2000), pag. 3, *Introduction to Social Network Methods*, <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/networks/nettext.pdf>.

⁵ Ya en los estudios iniciales de carácter sociológico de Alex Bavelas (1948, 1950), se sostiene que la configuración de la red determina el tipo de organización del grupo e influye en el comportamiento de sus integrantes. Directamente vinculada, la sociometría (Moreno, 1954) aporta el estudio sistemático del modo en que se organizan y disponen estas relaciones.

la teoría de matrices. Ambas permiten representar y describir una red de una manera sistemática y, por lo tanto, posibilitarán una más sencilla aproximación al estudio de las mismas, así como clarificar determinados comportamientos o actitudes.

Una tabla input-output (TIO) es una matriz en la que se recogen los flujos entre diferentes sectores de una economía, es decir, las compras y ventas entre las distintas ramas. A partir de los valores que aparecen en la tabla podemos conocer las similitudes y diferencias existentes entre los sectores. Es interesante determinar no sólo la importancia que tiene cada sector en la economía de una región, sino también cómo se relacionan las diferentes ramas productivas a través de los flujos de comercio.

El enfoque de este trabajo consiste en tratar las relaciones existentes entre los sectores de una economía, bajo la óptica de las redes sociales. Con tal fin consideramos a las ramas productivas como actores y las relaciones entre ellas estarán representadas por los flujos de mercancías económicas de bienes y servicios. Esta aproximación nos parece muy enriquecedora, ya que permite asimilar conceptos para el análisis económico, tales como la noción de “equivalencia estructural” entre sectores, a partir del cual se podrán constituir bloques de ramas con características equivalentes.

2.2. El concepto de equivalencia estructural

El análisis de la estructura productiva proporciona información muy relevante sobre el ámbito espacial de estudio. Tradicionalmente, se han venido aplicando los coeficientes de Rasmussen y Chenery y Watanabe, los cuales a partir de conceptos tales como eslabonamientos hacia detrás o hacia delante, permiten agrupar los sectores en cuatro bloques con características comunes, a saber, sectores clave, sectores con arrastre hacia delante, sectores con arrastre hacia atrás y sectores independientes.

Consideramos que la adopción del enfoque de la teoría de las redes sociales permite efectuar un estudio más profundo y menos rígido de la

estructura productiva. Posibilita la construcción de bloques o conjuntos de ramas que son equivalentes estructuralmente y que, además, pueden ser caracterizados a partir del concepto de centralidad, cuantificado a partir de tres rasgos complementarios como son los efectos totales de un bloque sobre el conjunto de la economía, la rapidez con que un bloque se relaciona con los demás y la importancia de estos conglomerados como elementos transmisores dentro de la red.

Así pues, ramas con similares relaciones son estructuralmente equivalentes cuando ocupan la misma posición en la red⁶. Dicho con otras palabras, aquellos sectores productivos que presentan idénticas conexiones tanto en compras como en ventas con el resto de ramas de la red, se les califica como estructuralmente equivalentes.

Es difícil en la práctica localizar sectores que cumplan exactamente esta característica. Por lo tanto, se requiere, más bien, identificar y localizar conjuntos de ramas productivas que sean “aproximadamente” equivalentes desde un punto de vista estructural de acuerdo con alguna medida de similitud.

En este trabajo se plantea la construcción de bloques constituidos por sectores que presentan semejanzas estructurales⁷. Su correspondiente identificación se realizará a partir de la aplicación de un método de cluster jerárquico.

⁶ White, Boorman y Breiger (1976).

⁷ El concepto de similitud puede ser entendido bajo una triple perspectiva: equivalencia estructural, equivalencia automórfica y equivalencia regular. Estas dos últimas son definiciones más ambiguas del término en cuestión.

Dos sectores son equivalentes automórficamente si existe un re-etiquetado posible sin que cambie ninguna de las propiedades del grafo, es decir, se mantengan las distancias en el grafo. Por otro lado, dos ramas son equivalentes regularmente si tienen el mismo perfil de relaciones con miembros de otros conjuntos que también son equivalentes regularmente.

3. DETERMINACIÓN DE BLOQUES

Un procedimiento ampliamente utilizado en la literatura de redes sociales es el denominado CONCOR⁸ (CONvergence of iterated CORrelations). Es un algoritmo cluster que se aplica sobre la matriz de coeficientes de correlación lineal, de tal forma que la matriz obtenida tras una convergencia iterativa queda dividida en dos bloques⁹. Sucesivas aplicaciones de dicho método sobre los grupos precedentes permiten subdividirlos progresivamente.

La utilización de este método nos ha parecido adecuada, a pesar de que somos conscientes de sus limitaciones¹⁰, dado no sólo los buenos resultados que proporciona, sino también “la lógica del proceso” empleada: dado que se pretende crear bloques de sectores que presentan idénticas relaciones se utiliza como instrumento de medida el coeficiente de correlación.

En este trabajo hemos utilizado la TIO de Asturias referida a 1995, por ser esta la última publicada en la actualidad. Aparece agrupada en 60, 31, 16 y 4 sectores. Hemos decidido trabajar con una agrupación a 31 ramas, por considerarlo un número suficientemente elevado como para permitir la creación de un conjunto amplio de bloques, y además consideramos que la pérdida de información inherente a la agrupación es superada por la ganancia de operatividad¹¹.

El resultado de aplicar la metodología de redes sociales a esta tabla input-output asturiana de 1995¹² agregada a 31 sectores, aparece en el cuadro Nº 1. Dicho cuadro condensa en 11 bloques, denotados cada uno de ellos por una letra, las ramas de actividad que presentan similares interrelaciones.

⁸ Breiger, Boorman y Arabie (1975).

⁹ La matriz de correlación final, obtenida tras sucesivas iteraciones, estará formada por +1 y -1, representativos de los actores que pertenecen a uno u otro de los dos grupos.

¹⁰ Ver sobre este punto el trabajo de Hanneman

¹¹ Ver García, Muñiz y Ramos (2002).

¹² Hemos considerado los coeficientes técnicos totales, ya que así se tienen en cuenta tanto las relaciones interiores como los flujos de importación.

Para efectuar la determinación de los bloques se ha empleado el software especializado en redes sociales UCINET IV (Borgatti, Everett y Freeman,1996)¹³.

Cuadro N° 1. Bloques equivalentes estructuralmente

BLOQUES	SECTORES
Bloque A	Agricultura, ganadería y silvicultura (1) Industria del papel, edición y artes gráficas (9) Alimentación, bebidas y tabaco (5) Industria de la madera y del corcho (8)
Bloque B	Hostelería (22)
Bloque C	Pesca (2) Transporte y comunicaciones (23)
Bloque D	Intermediación financiera (24) Alquileres; servicios empresariales (25)
Bloque E	Industria textil y de la confección (6) Industria del cuero y del calzado (7)
Bloque F	Actividades sociales y servicios personales (29) Administración pública (26) Educación (27) Sanidad y servicios sociales (28) Comercio y reparación (21)
Bloque G	Organismos extraterritoriales (31) Hogares que emplean personal doméstico (30)
Bloque H	Energía eléctrica, gas y agua (19) Extracción de productos energéticos (3) Coquerías y refino de petróleo (10) Extracción de otros minerales (4) Industria química (11)
Bloque I	Industrias manufactureras diversas (18) Industria del caucho y materias plásticas (12) Otros productos minerales no metálicos (13)
Bloque J	Fabricación de material de transporte (17) Maquinaria y equipo mecánico (15) Metalurgia y productos metálicos (14) Material eléctrico, electrónico y óptico (16)
Bloque K	Construcción (20)

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOA-95 (entre paréntesis aparece el código de la clasificación A-31 de la tabla input-output utilizada).

Desde esta óptica de las relaciones de equivalencia estructural, sectores muy distintos tienen la misma posición en el sistema regional. Por ejemplo, Pesca y Transportes y comunicaciones, aparecen reunidos en el mismo bloque (C). El bloque A recoge sectores relacionados de una manera directa e

¹³ El programa UCINET se halla disponible en Internet en la dirección siguiente: www.analytictech.com.

indirecta con la agricultura y silvicultura. Los grupos B, D, F y G contienen básicamente actividades del sector servicios. El bloque H agrupa ramas relacionadas con la energía y la extracción de minerales. Los bloques I y J recogen diferentes ramas industriales y por último el K está constituido por el sector de la Construcción.

En los bloques H y J, a la luz de diversos estudios realizados sobre la estructura productiva de la economía asturiana¹⁴, aparece el núcleo de actividades en torno a las cuales se ha configurado la base exportadora de la región asturiana. Además, los bloques A y D, junto con los anteriormente mencionados H y J, se sitúan entre el conjunto de actividades con una capacidad de generación de empleo superior al promedio regional.

La bondad de ajuste de este modelo en bloques puede evaluarse a través del índice de Carrigton-Heil-Berkowitz (CHB), basado en la comparación entre las densidades observadas en los conglomerados y las de un modelo objetivo resultado de aplicar el peor ajuste posible a los datos¹⁵.

Su expresión, en el caso de matrices cuya diagonal principal está definida, es la que sigue:

$$\Delta_{b_2} = \frac{1}{g^2 \alpha} \sum_{k=1}^B \sum_{l=1}^B \frac{(O_{kl} - O_{kl}^*)^2}{O_{kl}^* t_{kl}^2}$$

donde g representa el número de sectores de la red, α la densidad de la misma, B el número de bloques definidos, O_{kl} el número de unos en el bloque k,l -ésimo, O_{kl}^* número esperado de unos en el bloque k,l -ésimo tal que, $g_k g_l \alpha \forall i,j$, y por último, t_{kl} se define como:

¹⁴ García, Muñiz y Ramos (2002).

¹⁵ Es una aplicación inversa del criterio denominado α -fit, esto es, si la densidad observada entre los bloques k,l (Δ_{kl}) es menor que el nivel de densidad de la red (α), el bloque k,l se convertirá, en contra de lo habitual; en un oneblock, mostrando la existencia de relaciones entre los mismos.

$$t_{kl} = \begin{cases} 1 & \text{si } \Delta_{kl} < \alpha \\ \frac{1-\alpha}{\alpha} & \text{en otro caso} \end{cases}$$

donde Δ_{kl} es la submatriz de densidad de cada bloque.

Se puede apreciar que este indicador es una medida Chi-cuadrado ponderada. Está acotado entre cero y uno y, a medida que el valor resultante sea menor, más elevada será la bondad del modelo estimado, ya que menos difiere el valor real del esperado.

En nuestro caso, el índice de CHB (Δ_{b_2}) estimado es del 0,449, una cifra relativamente baja que nos permite valorar el ajuste como adecuado¹⁶. Los bloques equivalentes estructuralmente configurados a partir de la aplicación del método CONCOR, se adaptan correctamente a la matriz de datos original.

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS BLOQUES: MEDIDAS DE CENTRALIDAD

A partir de la teoría de redes sociales es posible profundizar en el conocimiento de la estructura productiva regional, determinando aquellos bloques claves mediante la consideración de tres rasgos complementarios: los efectos totales de un bloque sobre el conjunto de la economía, la rapidez con que un bloque se relaciona con los demás y la importancia de estos conglomerados como elementos transmisores dentro de la red. Dichos aspectos se recogen dentro del concepto genérico de centralidad, característica que permite analizar las propiedades estructurales y de localización de la red económica.

En la teoría de redes se considera un bloque como importante, si presenta un mayor número de interrelaciones, bien directas o indirectas del mismo, con el resto de agentes en la red.

¹⁶ Se ha tomado como referencia los resultados obtenidos en una de las obra clásicas de referencia sobre redes sociales, en la cual Wasserman y Faust (1994), pág. 690, consideran un valor del 0,499 en el índice de CHB como representativo de una buena bondad de ajuste.

En este sentido, los bloques que mantienen mayores conexiones gozan de posiciones estructurales más ventajosas en la medida en que presentan un mayor grado relativo de acceso y control sobre los recursos existentes, siendo menos dependientes. En este trabajo, asimilamos esta noción intentando identificar los sectores que funcionan en el sistema económico regional a modo de *encrucijada*, constituyendo elementos conectores cruciales para el funcionamiento e interconexión económica.

Para detectar aquellos bloques con una posición más relevante dentro de la economía aplicamos, siguiendo a Friedkin (1991), tres medidas¹⁷ de centralidad denominadas como efectos totales, efectos inmediatos y efectos mediativos.

Estos indicadores suponen un reflejo de las relaciones interindustriales bajo un triple enfoque:

- los efectos totales determinan el efecto relativo total de un bloque sobre el resto de bloques de la economía.
- los efectos inmediatos muestran la rapidez con la cual se implementan los efectos totales de estos actores económicos.
- los efectos mediativos recogen, por su parte, la importancia de bloques particulares como instrumentos de transmisión de los efectos totales que producen otros bloques.

Dichos efectos se determinan a partir de una matriz (**W**) donde se recogen las interrelaciones en la estructura de la red analizada, la cual en el ámbito de nuestro estudio, es la traspuesta¹⁸ de la matriz de coeficientes input-output.

A continuación pasamos a referirnos por separado a cada uno de ellos.

¹⁷ Otros conocidos índices de centralidad son la intermediación, la cercanía, lejanía y el índice de poder de Bonacich, entre otros.

¹⁸ Con la finalidad de que mantenga el sentido de las relaciones habitualmente empleado en teoría de grafos.

4.1. Efectos totales

La determinación de los efectos totales intersectoriales de los bloques (\mathbf{V})¹⁹ está básicamente relacionada con el número y longitud de los caminos existentes entre ellos a través de las relaciones productivas especificadas, de tal forma que:

$$\mathbf{V} = (\mathbf{I} - \alpha \mathbf{W})^{-1} (1 - \alpha) = (\mathbf{I} + \alpha \mathbf{W} + \alpha^2 \mathbf{W}^2 + \alpha^3 \mathbf{W}^3 + \dots) (1 - \alpha)$$

$$0 < \alpha < 1$$

donde α es una ponderación de las influencias intersectoriales.

Podemos relacionar esta matriz \mathbf{V} , que permite determinar los efectos totales, con la conocida inversa de Leontief $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ utilizada en el análisis estructural clásico con fines similares. Sin embargo, la información que proporciona \mathbf{V} es más rica, ya que recoge también la fuerza de dichas relaciones a través de las sucesivas interacciones.

En aquellos casos, en que α tiende a la unidad, \mathbf{V} podría converger a la matriz \mathbf{V}_u tal que el efecto total intersectorial de un bloque j sea constante²⁰:

$$\mathbf{V}_u = \begin{bmatrix} c_1 & \dots & c_n \\ \dots & \dots & \dots \\ c_1 & \dots & c_n \end{bmatrix}$$

Si se transforma la matriz \mathbf{W} en una matriz dicotómica de manera que todo elemento no nulo sea especificado como uno, las distancias o caminos

¹⁹ Esta matriz de efectos intersectoriales totales (\mathbf{V}) cumple diversas propiedades entre las cuales podemos señalar que es una matriz estocástica por filas:

$$0 \leq v_{ij} \leq 1$$

$$\sum_{j=1}^n v_{ij} = 1$$

²⁰ Esta circunstancia se produce en aquellos casos en los cuales la matriz considerada es conexa y regular, es decir en términos de grafos o cadenas de Markov, sus elementos se encuentran relacionados bien directa o indirectamente y alguna de las potencias de la matriz presenta únicamente elementos positivos.

entre los elementos considerados quedan claramente configurados. Una celda de la matriz \mathbf{W}^k indica el número de caminos en k pasos existentes entre los bloques productivos considerados.

Estas distancias determinan el posible alcance de las conexiones entre unidades económicas. El aumento del número de pasos a través de los cuales dos bloques se pueden interrelacionar supone una disminución del impacto de sus transacciones, mientras que para igualdad de distancias el efecto ocasionado depende de la intensidad o fuerza de las relaciones existentes (αW_{ij}).

Los *efectos totales* de un bloque j en el resto de la red se recogen en la columna j de la matriz \mathbf{V} , de tal forma que el efecto total de centralidad, TEC, se define como:

$$C_{TEC(j)} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{ij}}{n-1} \quad i \neq j$$

Es decir, se trata del promedio de los elementos de las columnas de la matriz \mathbf{V} , tal que cuanto mayor sea este valor mayor fuerza tendrán en ese bloque los efectos totales respecto al conjunto de la economía.

4.2. Efectos inmediatos

Determinados los efectos totales de un bloque j , la rapidez de difusión de los mismos a través de la red, se puede determinar a través de la longitud media de las secuencias (m_{ij}) de sus transacciones económicas:

$$\mathbf{M} = (\mathbf{I} - \mathbf{Z} + \mathbf{E} \mathbf{Z}_{dg}) \mathbf{D}$$

donde \mathbf{D} es una matriz diagonal con elementos $d_{ij}=1/c_i$, \mathbf{E} representa una matriz $(n \times n)$ unitaria y \mathbf{Z} es la denominada matriz fundamental cuya expresión es la que sigue:

$$\mathbf{Z} = (\mathbf{I} - \mathbf{W} + \mathbf{W}^\infty)^{-1}$$

tal que \mathbf{W}^∞ coincidirá con la matriz \mathbf{V}_u la cual, recoge el estado estacionario del proceso analizado (c_1, \dots, c_n) .

Y \mathbf{Z}_{dg} es una matriz diagonal a partir de la definición de \mathbf{Z} .

La rapidez con que un bloque se relaciona económicamente con otros, se expresa en las columnas respectivas de la matriz \mathbf{M} . El indicador de estos *efectos inmediatos*, IEC, se calcula así como el inverso de la media de las longitudes de las relaciones intersectoriales de un bloque j :

$$C_{IEC(j)} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n m_{ij}}{n-1} \right)^{-1} \quad i \neq j$$

De tal forma que, a medida que aumenta el valor de la medida expuesta, mayor es la rapidez con la cual se propagan los efectos totales del bloque considerado.

4.3. Efectos mediativos

La matriz \mathbf{M} se puede descomponer en el número de pasos desde un bloque j a otro i a través de otros intermedios:

$$m_{ij} = \sum_{k=1}^n t_{(j)ik} \quad i \neq j \neq k$$

donde $t_{(j)ik}$ es la ik -ésima celda de la matriz \mathbf{T} en:

$$\mathbf{T}_{(j)} = (\mathbf{I} - \mathbf{W}_{(j)})^{-1}$$

Y $\mathbf{W}_{(j)}$ es la matriz resultante de eliminar la j -ésima fila y columna de la matriz \mathbf{W} .

Los *efectos mediativos* indican así, la importancia de un bloque *j-ésimo* como trasmisor o como punto de encrucijada para la conexión de la red económica:

$$C_{MEC(j)} = \frac{\sum_{k=1}^n \bar{t}_{(k)j}}{n-1} \quad j \neq k$$

Donde,

$$\bar{t}_{(k)j} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{(k)ij}}{(n-2)t_{(k)ij}} \quad i \neq j \neq k$$

recoge la contribución de un bloque *j-ésimo* en transmitir los efectos intersectoriales del bloque *k*.

4.4. Análisis empírico de la centralidad

Una vez expuesto el concepto de centralidad desde una perspectiva teórica, pasaremos a su aplicación sobre los bloques obtenidos a partir de la TIO de Asturias.

El cuadro N° 2 presenta los resultados de estas tres medidas de centralidad para los bloques definidos.

Cuadro N° 2. Indicadores de centralidad

BLOQUES	TEC	IEC	MEC
A	0,070	0,024	0,433
B	0,008	0,008	0,229
C	0,055	0,050	0,596
D	0,248	0,084	0,696
E	0,007	0,002	0,059
F	0,040	0,038	0,537
H	0,376	0,140	0,767
I	0,032	0,031	0,478
J	0,119	0,070	0,639
K	0,043	0,045	0,567

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOA-95.

Son los bloques H (Energía eléctrica, gas y agua, Extracción de productos energéticos, Coquerías y refino de petróleo, Extracción de otros minerales e Industria química), D (Intermediación financiera, Alquileres: servicios empresariales) y J (Fabricación de material de transporte, Maquinaria y equipo mecánico, Metalurgia y productos metálicos y Material eléctrico, electrónico y óptico) aquellos que presentan unos mayores efectos en el conjunto de los tres indicadores analizados. Su posición de centralidad en la red económica les permite transmitir unos importantes efectos totales sobre el conjunto de bloques con relativa rapidez, jugando un papel clave en la intermediación de las relaciones intersectoriales del resto de bloques productivos. En contraposición, el bloque que posee una posición menos central y, por tanto, unos menores efectos posibles sobre dicha red es el denominado bloque E (Industria textil y Confección e Industria del cuero y del calzado).

5. CONCLUSIONES

El análisis de los rasgos estructurales de una economía es un aspecto fundamental para la comprensión de su funcionamiento. La teoría de las redes sociales muestra una gran potencial para este fin, ya que permite una notable simplificación o reducción del esquema de relaciones intersectoriales contenido en una tabla input-output.

En este trabajo, se ha examinado la estructura productiva bajo una nueva óptica, derivada de esta teoría, donde se consideran las relaciones de semejanza. La aplicación de un método cluster jerárquico, conocido como CONCOR, ofrece una clasificación de las ramas productivas en once bloques equivalentes estructuralmente, esto es, once conglomerados constituidos por sectores con semejantes relaciones. Así pues el bloque A está constituido por los sectores: Agricultura, ganadería y silvicultura, Industria del papel, edición y artes gráficas, Alimentación, bebidas y tabaco, Industria de la madera y del corcho; el bloque B por Hostelería, el C por Pesca y Transporte y comunicaciones; el bloque D por Intermediación financiera Alquileres; servicios

empresariales; el bloque E por la Industria textil y de la confección e Industria del cuero y del calzado; el F por Actividades sociales y servicios personales, Administración pública, Educación, Sanidad y servicios sociales, Comercio y reparación, el bloque G por Organismos extraterritoriales, Hogares que emplean personal doméstico; el bloque H por Energía eléctrica, gas y agua, Extracción de productos energéticos, Coquerías y refino de petróleo, Extracción de otros minerales e Industria química; el bloque I está formado por Industrias manufactureras diversas, Industria del caucho y materias plásticas y Otros productos minerales no metálicos; el bloque J por Fabricación de material de transporte, Maquinaria y equipo mecánico, Metalurgia y productos metálicos y Material eléctrico, electrónico y óptico; por último el bloque K está constituido por Construcción.

A partir de los resultados obtenidos y, basado en medidas de centralidad, se determinan los bloques clave bajo un enfoque alternativo a las aproximaciones más tradicionales.

La consideración de tres rasgos complementarios para su determinación- efectos totales, inmediatos y mediativos- aporta características esenciales que permiten profundizar en el conocimiento del funcionamiento interno de la estructura económica analizada. Identificados así, aquellos bloques con mayores efectos relativos totales sobre el resto de la red, la rapidez de su difusión y su papel como elementos conectores cruciales para la interconexión económica queda claramente configurado. Los bloques H, D y J se encuadran dentro de aquellos que presentan mayores efectos en el conjunto de los tres indicadores señalados.

6. BIBLIOGRAFÍA

BREIGER, R.L., BOORMAN, S.A. y ARABIE, P. (1975): "An algorithm for clustering relational data with applications to social network analysis and comparison with multidimensional scaling", *Journal of Mathematical Psychology*, nº 12, págs. 328-383.

- BAVELAS, A. (1948): "A mathematical model for group structure", *Human Organizations*, nº 7, págs. 16-30.
- BAVELAS, A. (1950): "Communications patterns in task-oriented groups", *Journal of Acoustical Society of America*, nº 22, págs. 271-282.
- BONACICH, P. (1987): "Power and centrality: A family of measures", *American Journal of Sociology*, Vol. 92, nº 5, págs. 1170-1182.
- BURT, R. (1987): "Social Contagion and Innovation: Cohesion versus Structural Equivalence", *American Journal of Sociology*, Vol. 92, nº 5, págs. 1287-1335.
- CARRINGTON, P., G. HEIL and S. BERKOWITZ (1979/80): "A Goodness-of-fit Index for Blockmodels", *Social Networks*, nº 2, págs. 219-234.
- FREEMAN, L. (1978/79): "Centrality in Social Networks. Conceptual Clarification", *Social Networks*, nº 1, págs. 215-239.
- FRIEDKIN, N. (1991): "Theoretical Foundations for Centrality Measures", *American Journal of Sociology*, Vol. 96, nº 6, mayo, págs. 1478-1504.
- GARCÍA, A. S. y C. RAMOS (2001): "Análisis de la realidad económica asturiana: un enfoque desde la teoría de grafos", XXVII Reunión de Estudios Regionales, Madrid.
- GARCÍA, A. S. M. MUÑIZ y C. RAMOS (2002): "Análisis de la estructura productiva regional desde la óptica de la equivalencia estructural". XXVIII Reunión de Estudios Regionales, Murcia.
- GERLACH, M. (1992): "The Japanese corporate network: A blockmodel analysis", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 37, nº 1, págs. 105-139.
- GUERRERO, F. M.^a y J. A. ORDAZ (2000): "Aplicación de la teoría de grafos al análisis input-output: Andalucía 1995", VIII Jornadas ASEPUMA, Sevilla.
- HANNEMAN, R. (2000): *Introduction to Social Network Methods*, disponible en versión electrónica en <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/networks/nettext.pdf>,
- MOLINA, J. L. (2000): *El análisis de redes sociales. Una introducción*, Barcelona, Edicions Bellaterra.
- MOLINA, J. L., J. MUÑOZ y P. LOSEGO (2000): "Red y realidad: aproximación análisis de Redes científicas", VII Congreso Nacional de Psicología Social, Oviedo.
- MORENO, J. L. (1954): *Fondements de la sociométrie*. París, PUF.

MORILLAS R., A. (1983): *La teoría de grafos en el análisis Input-Output. La estructura productiva andaluza*, Málaga, Editorial Universidad de Málaga.

MUNDELL, R. A. (1968): *El hombre y la economía*, Buenos Aires, Amorrortu, 1972.

NOHRIA, N., y ECCLES, R. (1992): *Networks and Organizations. Structure, Form and Action*, Boston, Mass., Harvard Business School Press.

RANK, O. N. y WALD A. (2000): "A Methodological Framework for the Analysis of Network Organizations", EIBA 26th Conference 2000: European Business in the Global Network.

SADEI (1998): *Cuentas regionales de Asturias 1995*, Oviedo, Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias.

SCOTT, A. J. (1998): "The Geographic Foundations of Industrial Performance", en Alfred Chandler, Peter Hagström y Örjan Sölvell, *The dynamic firm. The role of Technology, Strategy, Organization and Regions*, Nueva York, Oxford, págs. 384-401.

VANOLI, A. (1983): "Las distintas interpretaciones de la noción de producción", *Información Comercial Española*, nº 698, octubre, 1991, págs. 99-115.

WASSERMAN, S. y K. FAUST (1994): *Social Network Analysis. Methods and Applications*, Structural Analysis in the Social Sciences, Nueva York, Cambridge University Press.

WHITE, H., S. BOORMAN y R. BREIGER (1976): "Social structure from multiple networks I. Blockmodels of roles and positions", *American Journal of Sociology*, Vol. 81, nº 4, págs. 730-780.