

# ***EL ANÁLISIS DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL DESDE UNA PERSPECTIVA MULTIDIMENSIONAL***

***Robles, Luis<sup>a</sup>; Ramos, Carmen<sup>b\*</sup>***

*<sup>a</sup> Departamento de Economía Aplicada. Política Económica. Universidad de Málaga  
Campus El Ejido s/n. Málaga, 29071  
Phone: 952 13 12 74      E-mail: [teigeiro@uma.es](mailto:teigeiro@uma.es)*

*<sup>b</sup> Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Oviedo  
Avda. del Cristo s/n, 33071, Oviedo  
Phone: 985105054.      E-mail: [cramos@uniovi.es](mailto:cramos@uniovi.es)*

\*Autor de contacto

## ***Resumen***

La complejidad de la estructura productiva de una economía, es decir, la densidad de las relaciones establecidas entre sus ramas de la producción, es un aspecto de gran trascendencia. Se considera que una economía es más densa, en tanto en cuanto sus ramas sean capaces de establecer un mayor número de interrelaciones con las demás. Este concepto de complejidad ha sido abordado desde distintas ópticas y, asimismo, para llevar a cabo su cuantificación, se han aplicado diversas medidas, algunas de las cuales son recogidas en este trabajo.

El objetivo general de este trabajo es efectuar una caracterización de un amplio conjunto de países tanto europeos como del resto del mundo a partir del concepto de complejidad estructural. Para alcanzar este propósito, se plantea un indicador sintético que abarca un amplio número de medidas de complejidad y que permite abordar dicho concepto desde una óptica más rica y multidimensional.

## **Abstract**

The complexity of the production structure of an economy, that is to say, the density of the relations established between its industries, is an aspect of great importance. An economy is considered to be denser in as much as its industries are able to establish a higher number of interrelations with the others. This concept of complexity has been studied from different approaches and, furthermore, in order to quantify it, several measures have been applied, some of which are included in the present study.

The general aim of this study is to analyse the characteristics of a huge amount of countries, not only European ones, but also countries of the rest of the world, from the concept of structural complexity. In order to achieve this objective, a synthetic indicator that takes into account a wide number of measures of complexity is presented. This indicator allows this concept to be studied from a richer and multidimensional perspective.

**Palabras clave:** Complejidad, Análisis Input-Output, análisis multivariante, indicador sintético.

**Área temática:** 9.

## ***EL ANÁLISIS DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL DESDE UNA PERSPECTIVA MULTIDIMENSIONAL***

***Robles, Luis<sup>a</sup>; Ramos, Carmen<sup>b</sup>***

*<sup>a</sup> Departamento de Economía Aplicada. Política Económica. Universidad de Málaga  
Campus El Ejido s/n. Málaga, 29071  
Phone: 952 13 12 74 E-mail: [teigeiro@uma.es](mailto:teigeiro@uma.es)*

*<sup>b</sup> Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Oviedo  
Avda. del Cristo s/n, 33071, Oviedo  
Phone: 985105054. E-mail: [cramos@uniovi.es](mailto:cramos@uniovi.es)*

### **1-Motivación**

El objetivo de este trabajo es realizar una caracterización de diferentes países a partir de la consideración de una característica que consideramos fundamental para su análisis como es la complejidad de su estructura económica. Dicha característica tiene su base en las interrelaciones de los sectores productivos, es decir, la complejidad de los países estará relacionada con la de sus sectores y viceversa.

Este análisis se llevará a cabo desde una doble perspectiva: perspectiva agregada y desagregada. Desde la primera, a través de la aplicación de distintas técnicas de análisis multivariante, y a partir de la información proporcionada por las tablas input-output publicadas por la OCDE, se construirán una serie de indicadores sintéticos de complejidad, lo que permitirá efectuar una clasificación de los países de acuerdo a ella. Posteriormente, y desde un nivel desagregado, se efectuará un estudio de la complejidad sectorial para, finalmente, relacionar ambas perspectivas, mediante su combinación.

La complejidad estructural puede ser entendida de muchas formas, pero en este trabajo nos hemos decantado por considerarla como una medida de la conectividad de una economía, es decir, una economía será tanto más compleja cuanto mayor sea la interrelación entre los diferentes sectores. Sin embargo, esta primera definición que parece clara, es susceptible de ser matizada a partir de la consideración de las siguientes cuestiones:

- a) cuando se trabaja con una tabla constituida por gran cantidad de sectores, puede ser conveniente “limpiar” previamente la matriz, para poder percibir más claramente aquellas relaciones que son importantes.
- b) cuando se habla de complejidad en una tabla input-output hay que considerar si se trata de complejidad en compras o en ventas
- c) las relaciones establecidas entre los sectores pueden estar muy concentradas en un reducido número de ramas o por el contrario muy dispersas entre el resto, así pues sería conveniente analizar la distribución de las vinculaciones entre los distintos sectores

Por lo que se refiere a la primera consideración, dado el nivel de desagregación de una tabla, frecuentemente existen coeficientes muy pequeños prácticamente nulos, cuya consideración estaría empañando la realidad económica del país, y probablemente se llegaría a una conclusión errónea sobre su complejidad, es decir, se estaría sobrevalorando. Por ello, ha parecido conveniente establecer un filtro para los coeficientes al que denominaremos adaptativo, ya que dependerá de la propia estructura de la tabla, es decir, se considerarán aquellos coeficientes cuyo valor supere al primer cuartil de la distribución, en lugar de la rígida distinción entre elementos nulos y no nulos, es decir, se construirá a partir de la matriz  $\mathbf{A}$  de coeficientes técnicos inicial, una nueva matriz  $\mathbf{A}^*$  de coeficientes técnicos que superan el primer cuartil, cuyos elementos son los siguientes:

$$\mathbf{A}^* = \begin{cases} a_{ij} & \text{si } a_{ij} > q_1 \\ 0 & \text{si } a_{ij} \leq q_1 \end{cases} \quad (1)$$

La complejidad se analizará sobre esta nueva matriz  $\mathbf{A}^*$ , en la que se han eliminado aquellos coeficientes insignificantes.

En una TIO se pueden considerar considerar dos dimensiones: la oferta y la demanda. Este último se realizará a partir del modelo de demanda de Leontief.

Las relaciones que se establecen entre los distintos sectores pueden ser directas o indirectas. Estos vínculos son directos cuando se constituyen entre dos sectores productivos sin ningún intermediario o indirectos cuando la relación se establece entre dos pasando por otro u otros. La matriz inversa de Leontief  $\mathbf{L}=(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}$  permite evaluar ambos tipos de relaciones existentes, dado que puede establecerse en los siguientes términos, a partir de un desarrollo en serie de potencias

$$\mathbf{L}=(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1} = \mathbf{I}+\mathbf{A}+\mathbf{A}^2+\mathbf{A}^3+\dots+\mathbf{A}^N \quad (2)$$

donde la matriz  $\mathbf{A}$  recoge las relaciones directas y el resto de estas matrices, las indirectas. Por lo tanto, y a partir de esta relación se pueden distinguir entre ambos tipos de conexiones.

$$\mathbf{I}_j^{\text{TK}} = \mathbf{I}_j^{\text{DK}} + \mathbf{I}_j^{\text{IK}} \quad (3)$$

Donde  $\mathbf{I}_j^{\text{TK}} = \sum_i \mathbf{L}_{ij}^{\text{K}}$  representa el indicador total de complejidad del sector  $j$  del país  $k$ ,  $\mathbf{I}_j^{\text{DK}} = \sum_i a_{ij}$  es el indicador de complejidad de relaciones directas e  $\mathbf{I}_j^{\text{IK}}$  representa el indicador de complejidad de las relaciones indirectas.

Sin embargo, si sólo se considera esta medida podemos estar dando una idea errónea de la complejidad, ya que estaremos considerando los flujos, pero no la distribución de los mismos, es decir, un sector puede mantener vínculos fuertes pero con un número reducido de sectores, lo cual puede representar una menor complejidad que una conectividad menos concentrada. Por ello, consideramos que deben tenerse en cuenta ambos conceptos para cuantificar la complejidad: la magnitud de los flujos y la

distribución de los mismos. Con el objetivo de cuantificar este segundo aspecto, proponemos una medida de concentración sectorial denominada índice cuadrático, el cual puede ser definido de la siguiente manera:

Dada  $\xi$  una variable aleatoria discreta con distribución de probabilidad  $\mathbf{P}=(p_1, p_2, \dots, p_n)$ , se puede establecer la siguiente definición de entropía de grado  $\beta$  ( $\beta \neq 1$ ),  $\beta > 0$ :

$$H^\beta(\xi) = H^\beta(p_1, \dots, p_n) = \frac{1}{2^{1-\beta} - 1} \sum_i (p_i^\beta - p_i) \quad (4)$$

Siendo  $\beta$  el parámetro que caracteriza a esa familia. Para el valor concreto  $\beta=2$  surge la denominada entropía cuadrática; así pues, se define la entropía cuadrática a partir de la expresión

$$H^2(\xi) = 2 \sum_i p_i (1 - p_i) = 2 \left[ 1 - \sum_i p_i^2 \right] \quad (5)$$

Esta medida está acotada entre cero y  $2\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ , alcanzando su menor valor en el caso de que la distribución sea degenerada, esto es, cuando son nulas n-1 probabilidades y la restante toma el valor uno, esta situación coincide con la concentración máxima donde un sector sólo establezca vínculos con otro; y tomará su máximo valor cuando las probabilidades son coincidentes, es decir, un sector establece sus relaciones con todos los demás.

Como puede apreciarse, para aplicar estos conceptos de teoría de la información a una tabla input-output se necesita un sistema de probabilidades el cual se establecerá al dividir cada celda de los consumos intermedios entre el total de los mismos<sup>1</sup>, esto es,

$$p_i = \frac{z_{ij}}{z_i} \quad (6)$$

donde  $z_{ij}$  son los consumos intermedios y  $z_i = \sum_j z_{ij}$  es el total de dichos consumos.

La anterior medida permitirá ponderar los indicadores de complejidad señalados, posibilitando la consideración de la relevancia de los flujos y de su distribución. Por lo tanto, proponemos la siguiente medida de complejidad: el índice de complejidad en ponderado como la suma de los índices de complejidad directa e indirecta ponderados

$$I_{JP}^{TK} = I_{JP}^{DK} + I_{JP}^{IK} \quad (7)$$

<sup>1</sup> Nótese que se está aplicando el concepto frecuencial de probabilidad.

Donde,  $I_{jP}^{TK} = I_j^{TP} w_j$ , siendo  $w_j = \frac{H_j^2}{\sum_j H_j^2}$ , donde el subíndice hace referencia a

los diferentes sectores de la tabla. Análogamente para el resto de indicadores ponderados.

Por lo tanto, agrupando las anteriores expresiones tendremos

$$I_{jP}^{TK} = (I_j^{DK} + I_j^{IK}) w_j \quad (8)$$

De la aplicación del anterior indicador se puede determinar qué países presentan una estructura más o menos compleja., sobre la base de la consideración conjunta de las conexiones directas e indirectas entre sectores y de cómo se distribuyen las mismas dentro de la economía.

## 2- Análisis de la complejidad de los países

A partir de la aplicación de las anteriores medidas tendremos un vector de indicadores de complejidad para cada país, cada vector tendrá tantos elementos como sectores y tendremos tantos vectores como países. Es decir, tendremos una matriz de datos, en filas los países (individuos) y en columnas los indicadores de complejidad (variables).

$$\begin{bmatrix} I_{1P}^{T1} & I_{2P}^{T1} & \dots & I_{nP}^{T1} \\ I_{1P}^{T2} & I_{2P}^{T2} & \dots & I_{nP}^{T2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{1P}^{TQ} & I_{2P}^{TQ} & \dots & I_{nP}^{TQ} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Sobre esta información es posible aplicar un análisis multivariante que permita resumir toda la información proporcionada por estos índices en un único valor, es decir, como ya se ha señalado, uno de los objetivos de este trabajo es efectuar una caracterización de los distintos sectores, y a partir de la aplicación del análisis de componentes principales se puede construir un indicador sintético que permita establecer una ordenación de los países de acuerdo a su complejidad, basándose en un único valor.

Al aplicar la técnica de componentes principales es posible obtener una función que recoja, de forma ponderada, los comportamientos de los sectores, es decir,

$$Y = \alpha_1 I_{1p}^T + \alpha_2 I_{2p}^T + \alpha_3 I_{3p}^T + \dots + \alpha_n I_{np}^T \quad (10)$$

Donde  $\alpha_j$  son las ponderaciones que proporciona el análisis de componentes principales e  $I_{ip}^T$  son los indicadores de complejidad de cada sector en cada país.

Si se sustituye en esa ecuación los valores de los indicadores de cada sector de un país, se puede obtendremos un ranking de países de acuerdo a su complejidad.

La información referida a cada sector ha sido obtenida de la base de datos de la OCDE. Desde 1995, la OCDE viene realizando la labor de recopilar tablas IO de diferentes países que pone a disposición de investigadores y otros interesados. Si en un principio, se trataba de un grupo reducido de tablas sometidas a una agregación considerable (Yamanon y Ahmad, 2006), la edición correspondiente al año de referencia 2000 ha mejorado la información de forma notable, tanto en lo que se refiere al número de países incluidos -37 países, 28 de la OCDE, 9 no de la OCDE- como al número de actividades consideradas -48 ramas-, abriéndose así la posibilidad de realizar estudios comparativos entre países con mayor consistencia y detalle.

Con todo, y pese al considerable avance realizado, la base de datos no carece de algunos inevitables inconvenientes. Se trata de una muestra no elegida y no representativa de todos los países y casos posibles, aunque cuenta con las economías de mayor tamaño y con un grupo apreciable de otros países desarrollados y en vías de desarrollo.

La información suministrada por once de los países ha sido muy adecuada, tablas simétricas con la necesaria desagregación a 48 ramas, mientras que en otros casos la OCDE ha recibido información menos completa –tablas de oferta a precios de productor, tablas de destino a precios de adquisición...– requiriéndose una transformación o reelaboración de los datos para alcanzar la citada simétrica.

Relacionado con lo anterior, falta información en determinadas ramas y en determinados países. Se trata en la mayoría de casos de problemas de agregación ya que no todos los países han construido sus tablas con la elección de ramas que ha efectuado la OCDE. Esto hace, por ejemplo, que la actividad 42 I+D pueda faltar si un determinado país ha optado por incluirla en la actividad 45 Educación.

Hemos considerado sólo 32 países (no los 37) debido a las inconsistencias manifiestas en estas tablas excluidas y una desagregación de 48 ramas<sup>2</sup>.

A partir de dichas tablas hemos procedido a determinar los índices de complejidad para cada sector y país, así como la entropía cuadrática que permite conocer la distribución de los flujos. Posteriormente, hemos aplicado, como ya se ha señalado un análisis de componentes principales con la finalidad de obtener un indicador sintético de cada país que permitan realizar un ranking relativo a la complejidad de estos países.

Dado que al aplicar el análisis de componentes principales se ha retenido más de un factor, se ha determinado el indicador sintético a partir de la consideración de las componentes principales ponderadas por la proporción de la inercia retenida en cada una de ellas. Se observa que de las 48 variables iniciales (una por cada sector) se han retenido 8 componentes, cuya proporción de inercia es del 90.65%, es decir, las variables iniciales están adecuadamente representadas por los factores retenidos. (Los resultados pueden verse en el cuadro nº del anexo). A partir de la ponderación de los factores por el porcentaje de varianza retenida se puede determinar el indicador sintético, de la manera siguiente:

$$IS = Y\hat{v}$$

<sup>2</sup> Las denominaciones de las ramas aparecen recogidas en el anexo Nº 1.

Donde  $\mathbf{Y}$  es la matriz de factores determinados y  $\hat{\mathbf{v}}$  una matriz diagonal cuyos elementos no nulos son los porcentajes de inercia retenida e  $\mathbf{IS}$  es la matriz que recoge los indicadores sintéticos.

De la aplicación de dichos indicadores sobre los datos referidos a los diferentes países se obtiene el ranking siguiente:

**Tabla 1**

País	Indicador de complejidad
China	1,290
USA	1,228
Czekia	1,203
Slovakia	1,190
Bélgica	1,172
Hungria	1,161
Korea	1,083
Nueva Zelanda	1,039
Finlandia	1,012
España	1,008
Italia	1,001
Holanda	0,991
Taiwan	0,984
Polonia	0,982
Noruega	0,968
Portugal	0,965
Australia	0,964
Sudáfrica	0,963
Suecia	0,960
UK	0,957
Irlanda	0,950
Austria	0,947
Luxemburgo	0,939
Francia	0,938
India	0,935
Rusia	0,932
Brasil	0,922
Alemania	0,908
Indonesia	0,906
Canadá	0,869
Dinamarca	0,855
Grecia	0,777

**Ranking de complejidad**

Observemos que el valor que aparece en la segunda columna, es el que toma el indicador sintético para cada uno de los países. Lo hemos expresado en términos relativos al promedio de los mismos, por ello, aquellos valores que superan a la unidad indican una complejidad sobre la media del conjunto de países y viceversa, si el valor está por debajo de 1. A partir del cuadro anterior se aprecia que los países que muestran

una estructura más compleja son China, Usa, Bélgica, Chequia, Eslovaquia, Hungría, Corea, Nueva Zelanda, Finlandia, España e Italia.

### 3- Análisis de la estructura sectorial de los países

Puede resultar interesante comparar las estructuras productivas de los países más complejos con el objetivo de determinar similitudes y diferencias en las mismas, para ello, se realizará un estudio de la complejidad sectorial, esto es, se analizará si los mismos sectores son complejos (o no lo son) en el conjunto de países.

Con el objetivo de determinar la complejidad de cada rama se considerará su multiplicador ponderado por el indicador que mide la distribución de los flujos correspondiente. Una vez realizada esta operación para cada uno de los países de la base los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:

**Tabla 2**

Son complejos en	Sectores
100% de los países	4 Food products, beverages and tobacco 5 Textiles, textile products, leather and footwear 6 Wood and products of wood and cork 9 Chemicals excluding pharmaceuticals 13 Iron & steel 25 Manufacturing nec; recycling (include Furniture)
90-100% de los países	7 Pulp, paper, paper products, printing and publishing 11 Rubber & plastics products 12 Other non-metallic mineral products 15 Fabricated metal products, except machinery & equipment 16 Machinery & equipment, nec 17 Office, accounting & computing machinery 18 Electrical machinery & apparatus, nec 22 Building & repairing of ships & boats 30 Construction
70-90% de los países	3 Mining and quarrying (non-energy) 19 Radio, television & communication equipment 20 Medical, precision & optical instruments 32 Hotels & restaurants 34 Water transport 35 Air transport
40-70% de los países	1 Agriculture, hunting, forestry and fishing 26 Production, collection and distribution of electricity



	36 Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies
20-40% de los países	2 Mining and quarrying (energy) 10 Pharmaceuticals 14 Non-ferrous metals 23 Aircraft & spacecraft 24 Railroad equipment & transport equip nec. 29 Collection, purification and distribution of water 31 Wholesale & retail trade; repairs 33 Land transport; transport via pipelines 37 Post & telecommunications 40 Renting of machinery & equipment 41 Computer & related activities 43 Other Business Activities 47 Other community, social & personal services

### Complejidad de los sectores según país

Como podemos apreciar, existe cierta estabilidad en la complejidad de la estructura sectorial, ya que se producen notables analogías, y podemos hablar de un núcleo sectorial complejo, constituido por 15 ramas, que se repite en más del 90% de los países analizados. Estos sectores son Food products, beverages and tobacco, Textiles, textile products, leather and footwear, Wood and products of wood and cork, Chemicals excluding pharmaceuticals, Iron & steel, Manufacturing nec; recycling (include Furniture), Pulp, paper, paper products, printing and publishing, Rubber & plastics products, Other non-metallic mineral products, Fabricated metal products, except machinery & equipment, Machinery & equipment, nec, Office, accounting & computing machinery, Electrical machinery & apparatus, nec, Building & repairing of ships & boats Construction. Esto es, las estructuras productivas están constituidas por un núcleo de sectores complejos que se repiten con asiduidad. Dicho núcleo está constituido fundamentalmente, por ramas industriales manufactureras y por la construcción. Sobre ese núcleo compacto de sectores complejos, se establece una nueva “capa” de ramas, menos compacta que la anterior que se repite entre el 40 y el 70% de los países, las cuales son Mining and quarrying (non-energy), Radio, television & communication equipment, Medical, precision & optical instruments, Hotels & restaurants, Water transport, Air transport, Agriculture, hunting, forestry and fishing, Production, collection and distribution of electricity, Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies. Por último, podríamos hablar de una “envoltura” menos densa de sectores que aparecería en, como máximo, el 40% de los países y que serían Mining and quarrying (energy), Pharmaceuticals, Non-ferrous metals, Aircraft & spacecraft, Railroad equipment & transport equip nec., Collection, purification and distribution of water, Wholesale & retail trade; repairs, Land transport; transport via pipelines, Post & telecommunications, Renting of machinery & equipment, Computer & related activities, Other Business Activities, y Other community, social & personal services.

Si ahora consideramos sólo a aquellos países que hemos caracterizado como complejos, podemos apreciar que, como cabía esperar, sus estructuras están constituidas por un número elevado de sectores complejos.

**Tabla 3**

País	% de sectores complejos
Bélgica	54.17
China	64.59
Chequia	50
España	54.17
Finlandia	47.92
Hungría	50
Italia	58.34
Corea	52.09
Nueva Zelanda	54.17
Eslovaquia	58.34
Usa	54.17

**Porcentaje de sectores con complejidad sobre la media**

Es decir todos los países, salvo Finlandia, presentan más del 50% de sectores complejos en su estructura.

**4- Agrupaciones de países de acuerdo a su complejidad**

Por último, y con el objetivo de clarificar las similitudes y diferencias entre países, hemos llevado a cabo un análisis cluster, que ha permitido agruparlos de acuerdo a las similitudes entre sus sectores. Esto es, hemos determinado grupos a partir de países considerando las analogías entre las ramas de cada uno de ellos.

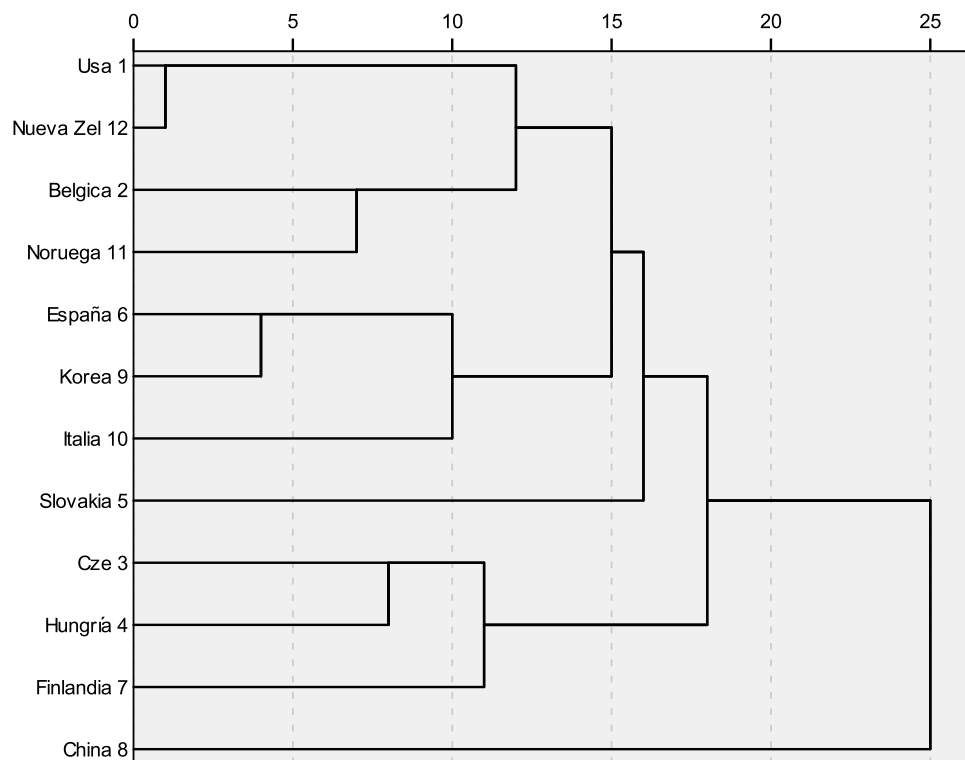
Hemos aplicado un cluster jerárquico, con el objetivo de ver cómo se van uniendo los sectores en todas las etapas y poder conocer la trayectoria de los diferentes países. De la aplicación de dicha técnica se deriva la existencia diversos grupos, dado que el número inicial de países es de 12, puede ser razonable considerar 3 cluster. En este caso aparecería un primer grupo formado por Usa, Nueva Zelanda, Bélgica, Noruega, España, Corea, Italia y Eslovaquia; un segundo cluster formado por Chequia, Hungría y Finlandia y por último China quedaría aislada, sin formar parte de ningún grupo. mostrando su especial estructura productiva.

**Figura 1**

**Agrupaciones de sectores de acuerdo a su estructura sectorial**

**Dendrograma que utiliza una vinculación media (entre grupos)**

**Combinación de conglomerados de distancia re-escalados**



## 5- Conclusiones

El objetivo de este trabajo es realizar una caracterización de diferentes países a partir de la consideración de la complejidad de su estructura económica.

Se ha propuesto como medida de la complejidad un indicador sintético construido a partir de la aplicación del análisis de componentes principales sobre índices ponderados que recogen conjuntamente la conectividad de los sectores y la distribución de sus flujos.

Han resultado con una complejidad por encima de la media los siguientes países: China, Usa, Bélgica, Chequia, Eslovaquia, Hungría, Corea, Nueva Zelanda, Finlandia, España e Italia.

Se ha analizado la complejidad de los sectores y se ha derivado la existencia de un núcleo compacto de ramas que se repiten con asiduidad en la práctica totalidad de los países, como son Food products, beverages and tobacco, Textiles, textile products, leather and footwear, Wood and products of wood and cork, Chemicals excluding pharmaceuticals, Iron & steel, Manufacturing nec; recycling (include Furniture), Pulp, paper, paper products, printing and publishing, Rubber & plastics products, Other non-metallic mineral products, Fabricated metal products, except machinery & equipment, Machinery & equipment, nec, Office, accounting & computing machinery, Electrical machinery & apparatus, nec, Building & repairing of ships & boats Construction.

Los países caracterizados como complejos están constituidos en buena medida por sectores complejos.

De la aplicación de una técnica cluster y considerando 3 cluster; se ha obtenido la siguiente agrupación: el primer grupo está formado por Usa, Nueva Zelanda, Bélgica, Noruega, España, Corea, Italia y Eslovaquia; el segundo cluster está constituido por Chequia, Hungría y Finlandia y por último China quedaría aislado, sin formar parte de ningún grupo, dada su especial estructura productiva.

## 6- Referencias

- Ahmad, N. (2002), **The OECD Input-Output Database**, paper presented to the 14th International Input-Output Conference, Montreal.
- Amaral, J. F., J. Dias, and J. Lopes (2007). Complexity as Interdependence: A new Measure of Connectedness of Input-Output Systems. **Environment and Planning A** 39: 1170-82.
- Chenery, H. B. & Watanabe, T. (1958), **International comparison of the structure of production** *Econometrica*, XXVI(26), 487-521.
- Lopes, J.C.; Dias, J. and Ferreira do Amaral, J. (2008). **Assessing Economic Complexity with Input-Output Based Measures**. School of Economics and Management, University of Lisbon. Working Papers, ISSN N° 0874-4548
- OECD (2006) **OECD 2002 Input-Output Tables**.  
[http://www.oecd.org/document/3/0,3746,en\\_2649\\_34409\\_38071427\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/3/0,3746,en_2649_34409_38071427_1_1_1_1,00.html).
- Rasmussen, N. P. (1956), **Studies in InterSectoral Relations**, (North Holland Publishing Company, Amsterdam).

Rosser, Jr. J. 1999. On the Complexity of Complex Economic Dynamics. **Journal of Economic Perspectives**. 13: 169-92.

Yamanon, N, & Ahmad, N. (2006), **THE OECD INPUT-OUTPUT DATABASE: 2006 EDITION**, OECD, STI WORKING PAPER 2006/8.

## 7-Anexos

### **Anexo 1. Desagregación sectorial**

---

- 1 Agriculture, hunting, forestry and fishing
  - 2 Mining and quarrying (energy)
  - 3 Mining and quarrying (non-energy)
  - 4 Food products, beverages and tobacco
  - 5 Textiles, textile products, leather and footwear
  - 6 Wood and products of wood and cork
  - 7 Pulp, paper, paper products, printing and publishing
  - 8 Coke, refined petroleum products and nuclear fuel
  - 9 Chemicals excluding pharmaceuticals
  - 10 Pharmaceuticals
  - 11 Rubber & plastics products
  - 12 Other non-metallic mineral products
  - 13 Iron & steel
  - 14 Non-ferrous metals
  - 15 Fabricated metal products, except machinery & equipment
  - 16 Machinery & equipment, nec
  - 17 Office, accounting & computing machinery
  - 18 Electrical machinery & apparatus, nec
  - 19 Radio, television & communication equipment
  - 20 Medical, precision & optical instruments
  - 21 Motor vehicles, trailers & semi-trailers
  - 22 Building & repairing of ships & boats
  - 23 Aircraft & spacecraft
  - 24 Railroad equipment & transport equip nec.
  - 25 Manufacturing nec; recycling (include Furniture)
  - 26 Production, collection and distribution of electricity
  - 27 Manufacture of gas; distribution of gaseous fuels through mains
  - 28 Steam and hot water supply
  - 29 Collection, purification and distribution of water
  - 30 Construction
  - 31 Wholesale & retail trade; repairs
  - 32 Hotels & restaurants
  - 33 Land transport; transport via pipelines
  - 34 Water transport
  - 35 Air transport
  - 36 Supporting and auxiliary transport activities; activities of travel agencies
  - 37 Post & telecommunications
  - 38 Finance & insurance
  - 39 Real estate activities
  - 40 Renting of machinery & equipment
  - 41 Computer & related activities
  - 42 Research & development
  - 43 Other Business Activities
  - 44 Public admin. & defence; compulsory social security
  - 45 Education
-

---

 Continúa
 

---

46 Health &amp; social work

47 Other community, social &amp; personal services

48 Private households with employed persons &amp; extra-territorial organisations &amp; bodies

**Anexo 2- Resultados del Análisis de Componentes Principales: Valores propios e inercia**

Componente	Autovalores iniciales			Total	% de la varianza
	Total	% de la varianza	% acumulado		
1	22,071	45,982	45,982	22,071	45,982
2	8,480	17,666	63,648	8,480	17,666
3	4,299	8,956	72,604	4,299	8,956
4	3,474	7,237	79,840	3,474	7,237
5	1,929	4,018	83,858	1,929	4,018
6	1,197	2,494	86,352	1,197	2,494
7	1,056	2,199	88,551	1,056	2,199
8	1,015	2,114	90,665	1,015	2,114
9	,811	1,689	92,354		
10	,545	1,135	93,488		
11	,455	,949	94,437		
12	,371	,774	95,211		
13	,330	,687	95,898		
14	,275	,573	96,471		
15	,255	,532	97,002		
16	,239	,498	97,501		
17	,203	,424	97,924		
18	,184	,384	98,309		
19	,138	,289	98,597		
20	,132	,275	98,872		
21	,113	,235	99,107		
22	,089	,186	99,293		
23	,080	,166	99,459		
24	,066	,137	99,596		
25	,050	,104	99,701		
26	,038	,079	99,779		
27	,034	,072	99,851		
28	,030	,063	99,914		

29	,016	,034	99,948	
30	,015	,031	99,979	
31	,010	,021	100,000	
32	6,430E-16	1,339E-15	100,000	
33	6,042E-16	1,259E-15	100,000	
34	4,498E-16	9,371E-16	100,000	
35	4,315E-16	8,990E-16	100,000	
36	2,884E-16	6,008E-16	100,000	
37	1,952E-16	4,066E-16	100,000	
38	1,513E-16	3,153E-16	100,000	
39	-1,763E-17	-3,673E-17	100,000	
40	-6,906E-17	-1,439E-16	100,000	
41	-1,513E-16	-3,151E-16	100,000	
42	-2,664E-16	-5,551E-16	100,000	
43	-3,085E-16	-6,427E-16	100,000	
44	-4,223E-16	-8,797E-16	100,000	
45	-4,488E-16	-9,351E-16	100,000	
46	-4,937E-16	-1,029E-15	100,000	
47	-7,139E-16	-1,487E-15	100,000	
48	-7,795E-16	-1,624E-15	100,000	

### Anexo 3: Resultados del análisis de componentes principales: Comunalidades

	Inicial	Extracción
S1	1,000	,844
S2	1,000	,852
S3	1,000	,939
S4	1,000	,968
S5	1,000	,756
S6	1,000	,932
S7	1,000	,923
S8	1,000	,908
S9	1,000	,927
S10	1,000	,912
S11	1,000	,939
S12	1,000	,971
S13	1,000	,886
S14	1,000	,929
S15	1,000	,917



S16	1,000	,885
S17	1,000	,888
S18	1,000	,935
S19	1,000	,836
S20	1,000	,906
S21	1,000	,834
S22	1,000	,929
S23	1,000	,900
S24	1,000	,902
S25	1,000	,927
S26	1,000	,858
S27	1,000	,846
S28	1,000	,834
S29	1,000	,817
S30	1,000	,911
S31	1,000	,883
S32	1,000	,914
S33	1,000	,866
S34	1,000	,790
S35	1,000	,914
S36	1,000	,853
S37	1,000	,884
S38	1,000	,849
S39	1,000	,880
S40	1,000	,870
S41	1,000	,930
S42	1,000	,926
S43	1,000	,875
S44	1,000	,897
S45	1,000	,854
S46	1,000	,811
S47	1,000	,879
S48	1,000	,843

Método de extracción: Análisis de  
Componentes principales.