

Los sectores electrónico, informático, telecomunicaciones y medios masivos en la estructura sectorial de la economía Mexicana en 2008: un enfoque de teoría de grafos en el análisis de insumo producto

Bouchain Galicia, Rafael (bouchain@unam.mx)
Peón Ruíz, Raúl, (kovenanth@gmail.com)
Mora Hernández, Braulio (braumohdez@hotmail.com)
*Unidad de Economía Aplicada
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM*

RESUMEN

La Economía del Conocimiento representa una nueva fase de desarrollo de la economía mundial que, basada en la revolución de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones (SE-IT), ha transformado tanto las formas de producción y reproducción del sistema económico, como las formas de vida social. El desarrollo de estos sectores resulta crucial debido al papel que juegan como dinamizadores del crecimiento y el desarrollo económicos. El objetivo de este trabajo es analizar el papel que juegan los sectores Electrónico, Informático, Telecomunicaciones y Medios masivos (SE-IT-MM) en la estructura sectorial de las TIO-2008 para la economía Mexicana y en su grado de integración al exterior. Se aplica un enfoque cualitativo inspirado en la de Teoría de Grafos, porque resulta más potente que el análisis tradicional de insumo producto que se basa en el cálculo cuantitativo de los eslabonamientos inter-industriales y la clasificación de las industrias clave. La Teoría de Grafos hace perceptible un conjunto de características de la estructura sectorial que no son observables desde un enfoque tradicional, tales como: grado de influencia, centralidad y cohesión de los diferentes sectores.

ABSTRACT

The Knowledge Economy represents a new phase of development of the world economy, based on the revolution in electronics, computing and telecommunications (SE-IT) has transformed both, the forms of production and reproduction of the economic system, and the forms of social life. The development of these sectors is crucial due to their role as facilitators of economic growth and development. The aim of this paper is to analyze the role of electronic, computing, Telecommunications and Mass media sectors (SE- IT- MM) in the sectoral structure of the TIO-2008 for the Mexican economy, and its degree of integration abroad. A qualitative

approach inspired by graph theory is applied, because it is more powerful than the traditional input-output analysis based on the quantitative calculation of the inter-industry linkages and classification of key industries. Graph Theory makes perceptible a set of characteristics of the sectoral structure that are not observable from a traditional approach, such as the degree of influence, centrality and of the various sectors.

Palabras claves:

Análisis Estructural; Insumo Producto; Teoría de Grafos.

Área temática: ASPECTOS CUANTITATIVOS DE PROBLEMAS ECONÓMICOS Y EMPRESARIALES.

Los autores agradecen el apoyo del PAPIIT: IN302413.

1. INTRODUCCIÓN

Las tablas de insumo producto (TIO) son una descripción contable integrada de las compras (insumos intermedios y factoriales) y de las ventas (productos cuyo destino son la demanda intermedia o la demanda final), que definen la estructura inter-industrial de un sistema económico. Por su parte el modelo de insumo producto permite introducir hipótesis que caracterizan las relaciones de interdependencia de los sectores económicos y de estos con los sectores institucionales.

El modelo tradicional de insumo producto propuesto por Leontief, permite la cuantificación de los coeficientes que definen las relaciones entre las variables sectoriales, y mediante la matriz inversa de Leontief podemos conocer los requisitos directos e indirectos de producción necesarios para generar una unidad de demanda final, esto es, podemos conocer el valor de los eslabonamientos o impactos que causa un sector sobre la producción de los demás (eslabonamientos hacia atrás) y las influencias de demanda de los diferentes sectores sobre un sector en particular (eslabonamientos hacia adelante); con ello podemos realizar una clasificación de las industrias clave con base en el valor de dichos eslabonamientos.

Sin embargo, el análisis tradicional resulta incompleto cuando se quiere realizar un análisis más a fondo sobre las relaciones de influencia, circularidad, jerarquía y centralidad de ciertos sectores y que pueden conocerse a partir de análisis cualitativos tales como la Teoría de Grafos, ya que ésta hace perceptible ciertas propiedades de las estructuras representadas en las

TIO, que no se muestran en el análisis tradicional de insumo producto y del cálculo de los eslabonamientos.

El objetivo del presente trabajo es aplicar la Teoría de Grafos al análisis de las TIO para México correspondientes a 2008 (insumos nacionales, totales e importados), con la finalidad de realizar un estudio de tipo cualitativo sobre la estructura inter-industrial de la economía mexicana y resaltar una caracterización de las industrias electrónica, informática, telecomunicaciones y medios masivos (SE-IT-MM), que son la base económica de la dinámica de la nueva fase de desarrollo de la economía mundial guiada por la llamada Economía del Conocimiento.

En primer lugar se expone el modelo de tradicional de insumo producto y se muestran los cálculos de los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante promedio inspirados en el enfoque Hirschman-Rasmussen, y con base en ello se presenta una clasificación de las industrias clave para el SE-IT-MM.

En seguida, se presenta una introducción a la Teoría de Grafos aplicada al análisis de las TIO, y con ello se definen algunos de los principales indicadores de carácter cualitativo, cuyos primeros resultados se contrastan con la clasificación de industrias clave del análisis tradicional.

El tercer capítulo se dedica a presentar y discutir los resultados de indicadores que definen las relaciones de jerarquía y centralidad que son relevantes en el enfoque de Teoría de Grafos.

Al final se presentan las conclusiones.

2. EL ANÁLISIS TRADICIONAL DE ESLABONAMIENTOS PROMEDIO Y LA CLASIFICACIÓN DE INDUSTRIAS CLAVE

El modelo tradicional de insumo producto propuesto por Leontief dado por la demanda, se basa en el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$(1) \quad x = Z^N t + f^N$$

Donde x =vector de producciones brutas sectoriales; Z^N =matriz de insumos intermedios de origen nacional; f^N = vector de componentes de demanda final de origen nacional e; t =vector unitario.

Si incorporamos la hipótesis de Leontief sobre la existencia de una matriz de coeficientes fijos de insumos intermedios de origen nacional por unidad de producción:

$$(2) A^N = Z^N \hat{x}^{-1}$$

Tenemos la solución para el modelo de cantidades dado por la demanda:

$$(3) x = (I - A^N)^{-1} f^N = L^N f^N$$

Donde L^N es la matriz inversa de Leontief para los insumos nacionales.

Con la finalidad de contrastar los eslabonamientos dados por los insumos intermedios de origen nacional con los que resultan al incorporar las importaciones definimos el modelo de demanda total:

$$(4) x + m = Z^N t + Z^M t + f^N + f^M = Z^T + f^T$$

Donde las importaciones $m = Z^M t + f^M$, resultan de la suma de los insumos intermedios importados más la demanda final de origen importado. Generalizamos la hipótesis de Leontief (ecuación 2) para los insumos intermedios totales, nacionales más importados, así: $A^M = Z^M \hat{x}^{-1}$ y $A^T = Z^T \hat{x}^{-1}$, tenemos la solución para el modelo de demanda total,

$$(5) x + L^T m = L^T f^T$$

Donde $L^T = (I - A^T)^{-1}$ es la inversa de Leontief para los insumos totales (nacionales más importados).

Ahora se definen los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante promedio (Hirschman-Rasmussen), tanto para el modelo tradicional de demanda como para el de demanda total, como el promedio de la industria con respecto al promedio de la economía, representados en la Tabla 1.

Tabla 1: Índices de eslabonamientos promedio Hirschman-Rasmussen		
MODELO	Índices de dispersión (Eslabonamientos hacia atrás promedio)	Índices de sensibilidad (Eslabonamientos hacia adelante promedio)
Insumos nacionales	$U_d^N = t' L^N \frac{n}{t' L^N t}$	$U_s^N = L^N t \frac{n}{t' L^N t}$
Insumos totales	$U_d^T = t' L^T \frac{n}{t' L^T t}$	$U_s^T = L^T t \frac{n}{t' L^T t}$

La clasificación de industrias clave considera el valor simultáneo de ambos índices promedio y oscilan alrededor de uno en ambos casos, de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación de industrias clave			
INDUSTRIA CLAVE	INDUSTRIA IMPULSORA	INDUSTRIA IMPULSADA	INDUSTRIA RELATIVAMENTE DESCONECTADA
$U_d > 1; U_s > 1$	$U_d > 1; U_s < 1$	$U_d < 1; U_s > 1$	$U_d < 1; U_s < 1$

En el Cuadro 1 se presentan los cálculos para los índices de dispersión y de sensibilidad promedio para los insumos nacionales y para los insumos totales (nacionales más importados) del SE-IT-MM, lo que nos permite arribar a una clasificación de las industrias clave en el Cuadro 2.

Cuadro 1: Valores de los índices de dispersión y sensibilidad promedio para los insumos nacionales y totales de las ramas del SE-IT-MM: 2008.						
SCIAN	DESCRIPCIÓN	2008		2008		
		U_d^N	U_s^N	U_d^T	U_s^T	
3341	COMPUTADORAS Y EQUIPO	0.76	0.72	1.95	1.10	
3342	EQUIPO DE COMUNICACIONES	0.72	0.70	2.11	1.50	
3343	EQUIPO DE AUDIO Y VIDEO	0.70	0.66	2.04	1.16	
3344	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	0.85	0.67	1.94	3.17	
3345	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	0.76	0.69	1.36	1.07	
3346	MEDIOS MAGNÉTICOS Y ÓPTICOS	0.80	0.69	1.67	0.81	
5111	EDICIÓN DE PERIÓDICOS Y REVISTAS	1.01	1.04	0.87	0.82	
5112	EDICIÓN DE SOFTWARE	0.78	0.66	0.64	0.50	
5113	INDUSTRIA FÍLMICA Y DEL VIDEO	1.12	0.99	1.05	0.76	
5122	INDUSTRIA DEL SONIDO	0.88	0.72	0.83	0.55	
5151	TRANSMISIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN	1.13	0.68	1.01	0.52	
5152	TELEVISIÓN POR CABLE Y SATELITAL	1.25	0.66	1.05	0.51	
5171	TELECOMUNICACIONES ALÁMBRICAS	0.86	2.20	0.83	1.90	
5172	TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS	0.84	1.49	0.96	1.26	
5174	SERVICIOS SATELITALES	0.83	0.68	0.79	0.52	
5179	OTROS SERVS. DE TELECOMUNICACIONES	0.96	0.87	0.82	0.68	
5182	INFORMÁTICA Y WEB	0.97	0.74	0.80	0.58	
5191	OTROS SERVS. DE INFORMACIÓN	1.07	0.69	0.87	0.53	

Fuente: Cálculos propios con base en: INEGI (2013). MIP-2008.

Cuadro 2: Clasificación de industrias clave para los insumos nacionales y totales de las ramas del SE-IT-MM: 2008.			
SCIAN	DESCRIPCIÓN	MIN	MIT
		2008	2008
3341	COMPUTADORAS Y EQUIPO	DESCONECTADO	CLAVE
3342	EQUIPO DE COMUNICACIONES	DESCONECTADO	CLAVE
3343	EQUIPO DE AUDIO Y VIDEO	DESCONECTADO	CLAVE
3344	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	DESCONECTADO	CLAVE
3345	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	DESCONECTADO	CLAVE
3346	MEDIOS MAGNÉTICOS Y ÓPTICOS	DESCONECTADO	IMPULSOR
5111	EDICIÓN DE PERIÓDICOS Y REVISTAS	CLAVE	DESCONECTADO
5112	EDICIÓN DE SOFTWARE	DESCONECTADO	DESCONECTADO
5113	INDUSTRIA FÍLMICA Y DEL VIDEO	IMPULSOR	IMPULSOR
5122	INDUSTRIA DEL SONIDO	DESCONECTADO	DESCONECTADO
5151	TRANSMISIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN	IMPULSOR	IMPULSOR
5152	TELEVISIÓN POR CABLE Y SATELITAL	IMPULSOR	IMPULSOR
5171	TELECOMUNICACIONES ALÁMBRICAS	IMPULSADO	IMPULSADO
5172	TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS	IMPULSADO	IMPULSADO
5174	SERVICIOS SATELITALES	DESCONECTADO	DESCONECTADO
5179	OTROS SERVS. DE TELECOMUNICACIONES	DESCONECTADO	DESCONECTADO
5182	INFORMÁTICA Y WEB	DESCONECTADO	DESCONECTADO
5191	OTROS SERVS. DE INFORMACIÓN	IMPULSOR	DESCONECTADO

Fuente: Cálculos propios con base en: INEGI (2013). MIP-2008.

Los índices de eslabonamientos promedio Hirschman-Rasmussen se han sometido a una serie de críticas, debido a que su valor varía de acuerdo al nivel de agregación y a que no consideran la dispersión de sus valores, sin embargo resultan un primer indicador sobre los eslabonamientos promedio hacia adelante y hacia atrás.

En el Cuadro 2 se presenta la clasificación de las industrias clave para el SE-IT-MM, se observan los siguientes resultados:

-La industria electrónica se compone de las seis primeras ramas (3341-3346), en ellas el cambio estructural de muestra de manera inmediata, ya que para los insumos nacionales, todas las ramas se encuentran relativamente desconectadas de la economía doméstica con respecto de sus eslabonamientos promedio hacia atrás y hacia adelante (se colocan en un nivel muy bajo en ambos indicadores que es 0.52 para industrias totalmente desconectadas); sin embargo, cuando se consideran los insumos totales (nacionales e importados) dichas industrias se posicionan como claves con índices promedio altos (con excepción de la 3346 que se vuelve impulsora). Esto último refleja un patrón de integración hacia afuera en la provisión de insumos importados, característico de una industria ligada a la estrategia maquiladora de exportación.

-Telecomunicaciones alámbricas e inalámbricas, dominadas por la telefonía fija y celular de manera correspondiente, son actividades que se encuentran fuertemente dominadas

por la demanda que proviene de otras actividades, aunque telecomunicaciones inalámbricas recibe un leve impulso desde el sector externo en la provisión de insumos importados; por su cuenta, Servicios satelitales, Otros servicios de telecomunicaciones, Informática y servicios de Web y Otros servicios de información son ramas que se encuentran relativamente desconectadas de la economía interna y particularmente poco influenciadas por la demanda de otras industrias.

-La ramas correspondientes a Periódicos y revistas, Software e Industria del sonido se encuentran relativamente desconectadas (aunque la primera se coloca en el límite de industria clave si se consideran únicamente los insumos nacionales), mientras la segunda y tercera reciben poca influencia de la demanda de las demás industrias; por su cuenta las industrias Fílmica y del video, Radio y Televisión y Televisión por cable y satelital se clasifican como impulsoras, con importantes eslabonamientos promedio hacia atrás, mientras, para las dos últimas, se observan débiles efectos de la demanda de las demás industrias en sus valores promedio para los insumos totales.

3. EL ENFOQUE DE TEORÍA DE GRAFOS APLICADO AL ANÁLISIS DE INSUMO PRODUCTO

Definimos un Grafo de la siguiente forma:

$$G=(X, U)$$

Donde X = conjunto finito de elementos llamados vértices, nodos o polos (ramas económicas en nuestro caso); y U = representa un conjunto de n^2 elementos llamados arcos (ventas) que son una parte del producto cartesiano $X \cdot X$, en el caso de grafos orientados, tenemos que $U \in X^2$. La orientación del arco indica el sentido de la relación entre los vértices (ventas y compras entre las ramas económicas).

Cuando dos vértices x_i y x_j están relacionados, podemos decir que $x_j=f(x_i)$, y el arco va de x_i a x_j , siendo f una aplicación de X en X . x_i es la extremo inicial y x_j la extremidad final, entonces decimos que x_i y x_j son adyacentes, esto es que:

$$\forall (x_i, x_j) \in X \Leftrightarrow x_i R x_j ; \quad x_j = f(x_i)$$

Un vértice puede estar relacionado consigo mismo a lo que llamamos bucle (propiedad reflexiva).

La matriz de incidencias resulta de transformar las TIO en matrices binarias de la misma dimensión, tal que si $x_j=f(x_i)=1$ y si $x_j \neq f(x_i)=0$, siendo que para toda industria $x_i=f(x_i)=1$.

El semigrado exterior de un vértice es el número de arcos que tienen como extremidad inicial a dicho vértice $d^+(x_i)$ (suma por las filas de la matriz de incidencias). Si $d^+(x_i) = 0$, se trata de un vértice pozo. El semigrado interior de un vértice es el número de arcos que tienen como extremidad final a este vértice $d^-(x_i)$ suma por las columnas de la matriz de incidencias, si $d^-(x_i) = 0$ es un vértice fuente y el grado de un vértice es la suma del semigrado exterior con el semigrado interior $d(x_i) = d^+(x_i) + d^-(x_i)$. Si $d(x_i) = 0$ es un vértice aislado y esto último no tiene significado económico.

El grado de integración es el grado de influencia dado por: $d = \frac{d^+(x_i)}{d^-(x_i)}$, si éste es mayor que uno la industria es más vendedora que compradora y viceversa.

Los resultados para los cálculos de los semigrados exterior [$d^+(X_i)$] e interior [$d^-(X_i)$], grado [$d(x_i) = d^+(x_i) + d^-(x_i)$] y el grado de integración [d^+ / d^-] se presentan en el Cuadro 3 en términos porcentuales, como una medida de densidad con respecto a los casos posibles, que son respectivamente, para los semigrados 250 (o conexiones posibles) y 500 para el grado. Esta presentación permite una mejor visualización de los indicadores.

Cuadro 3: Semigrado Exterior (d^+), semigrado interior (d^-), grado de integración (d) y grado de influencia (d^+/d^-) de las ramas pertenecientes al SE-IT-MM, para los insumos nacionales (MIN), insumos totales (MIT) y para los insumos importados (MIM): 2008

SCIAN	RAMA	MIN 2008			MIT 2008			MIM 2008			MIM 2008		
		d^+	d^-	d	d^+	d^-	d	d^+	d^-	d	d^+/d^-	d^+/d^-	d^+/d^-
3341	COMPUTADORAS Y EQUIPO	94%	94%	45%	82%	84%	30%	439	445	188	1.14	1.11	1.47
3342	EQUIPO DE COMUNICACIONES	91%	92%	41%	79%	80%	30%	425	430	177	1.16	1.14	1.39
3343	EQUIPO DE AUDIO Y VIDEO	40%	57%	24%	79%	80%	29%	299	342	134	0.51	0.71	0.84
3344	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	93%	93%	39%	78%	80%	34%	428	434	183	1.18	1.16	1.13
3345	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	87%	88%	47%	75%	78%	30%	405	414	192	1.15	1.13	1.59
3346	MEDIOS MAGNÉTICOS Y ÓPTICOS	64%	74%	44%	78%	79%	26%	354	381	173	0.82	0.93	1.70
5111	EDICIÓN DE PERIÓDICOS Y REVISTAS	99%	99%		79%	79%	10%	444	444	24	1.25	1.25	-
5112	EDICIÓN DE SOFTWARE	82%	82%		56%	56%	5%	345	345	12	1.48	1.48	-
5113	INDUSTRIA FÍLMICA Y DEL VIDEO	96%	96%		78%	78%	9%	434	434	22	1.24	1.24	-
5122	INDUSTRIA DEL SONIDO	61%	61%		54%	54%	6%	289	289	16	1.13	1.13	-
5151	TRANSMISIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN	67%	67%	0.4%	80%	80%	12%	369	369	31	0.84	0.84	0.03
5152	TELEVISIÓN POR CABLE Y SATELITAL	1%	1%		40%	40%	2%	103	103	5	0.03	0.03	-
5171	TELECOMUNICACIONES ALÁMBRICAS	99%	99%	0.4%	84%	84%	7%	459	459	19	1.18	1.18	0.06
5172	TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS	94%	94%		85%	85%	6%	448	448	14	1.11	1.11	-
5174	SERVICIOS SATELITALES	70%	70%	0.4%	46%	47%	4%	290	291	10	1.50	1.49	0.11
5179	OTROS SERVS. DE TELECOMUNICACIONES	99%	99%		68%	68%	5%	418	418	12	1.46	1.46	-
5182	INFORMÁTICA Y WEB	89%	89%		63%	63%	2%	381	381	6	1.41	1.41	-
5191	OTROS SERVS. DE INFORMACIÓN	90%	90%		58%	58%	6%	372	372	14	1.55	1.55	-

Fuente: Cálculos propios con base en: INEGI (2013). MIP-2008.

El Cuadro 3 muestra los siguientes resultados:

-En cuanto a las 6 ramas de la industria electrónica los grados de integración son altos para Computadoras y equipo, Equipo de comunicaciones, componentes electrónicos e Instrumentos de medición, tanto en los insumos nacionales como en los totales, así como en los insumos importados, así se clasificarían como industrias vendedoras; mientras Instrumentos de medición y Equipo de Audio y video muestran niveles de incidencia más bajos y ser compradoras, también con altos niveles de insumos importados.

-En un segundo grupo las industrias de Telecomunicaciones alámbricas e inalámbricas y Otros servicios de telecomunicaciones, muestran niveles de incidencia más altos tanto en los insumos nacionales como en los totales, y se pueden clasificar como industrias vendedoras; en un segundo grupo, Informática y Web y Otros servicios de información con niveles intermedios de incidencia se clasifican como vendedoras; poseen aun alto grado de integración de los insumos importados; por último Servicios satelitales posee un nivel de incidencia más bajo también como rama vendedora. En todas ellas se percibe un bajo nivel incidencia en los insumos importados, con excepción de Servicios satelitales y Telecomunicaciones que tienden a ser compradoras de insumos importados.

-Con respecto a las ramas de Medios Masivos, se tienen con altos niveles de incidencia, Periódicos y revistas, Industria fílmica y, con medianos niveles de incidencia la Industria fílmica y del video, Software e Industria del sonido, resultan todas ellas vendedoras; por último, particularmente con bajos niveles de incidencia, Radio y televisión y en menor medida Televisión por cable y satelital son compradoras.

Con la matriz de incidencia podemos construir la matriz de caminos (matriz de accesibilidad). Ésta proporciona información sobre la existencia de los caminos en los que x_j es accesible a x_i . Así, todos los vértices descendientes de x_i se conocen como el cierre transitivo, que se define como $\hat{f}(x_i)$ y tenemos que:

$$\hat{f}(x_i) = \{ x_i \cup f(x_i) \cup f^2(x_i) \cup \dots \}$$

La matriz de caminos $R(D)$ es una matriz de elementos r_{ij} tal que:

$$r_{ij} = 1, \quad \text{sii } x_j \in \hat{f}(x_i)$$

$$r_{ij} = 0, \quad \text{sii } x_j \notin \hat{f}(x_i)$$

La matriz de conectividad muestra que tipo de conexión existe entre dos vértices del grafo si existe en un solo sentido si los hay en dos direcciones (circuito) o si no están ligados. Los elementos C_{ij} se obtienen a partir de la matriz de caminos. Cabe mencionar que en una matriz de insumo producto cada vértice es a la vez su propio descendiente (rizo en cada elemento de la diagonal principal).

La matriz de conectividad muestra el tipo de conexión entre dos vértice, si es en un solo sentido o en ambos, lo que forma un circuito. Si $r_{ij} = r_{ji} = 1$ entonces son componentes fuertemente conexos.

Si todos los vértices del grafo cumplen esta condición (todos los vértices son mutuamente accesibles) el grafo es fuertemente conexo.

Con el objeto de calcular la característica de centralidad de los diversos sectores, se define la separación exterior como $e^+(i) = \text{Max } e_{ij}$, y la separación interior como $e^-(j) = \text{Max } e_{ij}$, donde un sector influye más tanto menores su separación exterior y recibe influencias cuanto menor sea su separación interior. Adicionalmente se definen los índices de centralidad (c^+ =sector influyente), anti centralidad (c^- =sector influido o periférico) y la influencia separación global neta D (cociente entre ambos). Entre menor es D significa que el sector es influido más que influyente.

$$c_i^+ = \frac{\sum_i \sum_j e_{ij}}{\sum_j e_{ij}}$$

$$c_i^- = \frac{\sum_i \sum_j e_{ij}}{\sum_i e_{ij}}$$

$$D_i = \frac{c_i^+}{c_i^-}$$

En el cuadro 4 se presentan los cálculos para los índices de centralidad definidos anteriormente:

Cuadro 4: Resumen de los índices de centralidad, exterior e interior, centralidad, anticentralidad y centralidad global neta; insumos nacionales, totales e importados.

SCIAN	DESCRIPCIÓN	MIN 2008			MIT 2008			MIM 2008		
		c+	c-	c+/c-	c+	c-	c+/c-	c+	c-	c+/c-
3341	COMPUTADORAS Y EQUIPO	269.76	264.72	1.02	269.11	270.14	1.00	134.02	322.49	0.42
3342	EQUIPO DE COMUNICACIONES	263.74	257.05	1.03	264.09	260.21	1.01	130.96	318.51	0.41
3343	EQUIPO DE AUDIO Y VIDEO	179.16	257.05	0.70	199.37	258.31	0.77	118.34	316.55	0.37
3344	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	267.72	256.12	1.05	268.09	260.21	1.03	129.00	343.99	0.38
3345	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	253.38	248.06	1.02	255.51	252.77	1.01	136.14	318.51	0.43
3346	MEDIOS MAGNÉTICOS Y ÓPTICOS	210.52	253.38	0.83	226.12	255.51	0.88	132.98	299.99	0.44
5111	EDICIÓN DE PERIÓDICOS Y REVISTAS	283.78	256.12	1.11	283.10	255.51	1.11	-	-	-
5112	EDICIÓN DE SOFTWARE	244.64	211.78	1.16	244.06	211.27	1.16	-	-	-
5113	INDUSTRIA FÍLMICA Y DEL VIDEO	276.05	254.29	1.09	275.39	253.68	1.09	-	-	-
5122	INDUSTRIA DEL SONIDO	206.24	209.28	0.99	205.74	208.78	0.99	-	-	-
5151	TRANSMISIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN	215.64	260.83	0.83	215.12	260.21	0.83	-	-	-
5152	TELEVISIÓN POR CABLE Y SATELITAL	143.33	189.70	0.76	142.98	189.24	0.76	-	-	-
5171	TELECOMUNICACIONES ALÁMBRICAS	284.92	270.79	1.05	284.24	270.14	1.05	-	-	-
5172	TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS	271.82	271.82	1.00	271.17	271.17	1.00	-	-	-
5174	SERVICIOS SATELITALES	220.33	198.17	1.11	219.80	198.25	1.11	-	-	-
5179	OTROS SERV. DE TELECOMUNICACIONES	284.92	232.61	1.22	284.24	232.05	1.22	-	-	-
5182	INFORMÁTICA Y WEB	258.93	224.51	1.15	258.31	223.97	1.15	-	-	-
5191	OTROS SERV. DE INFORMACIÓN	261.79	215.64	1.21	261.17	215.12	1.21	-	-	-

Fuente: Cálculos propios con base en: INEGI (2013). MIP-2008.

Los resultados muestran una alta centralidad para todos los sectores con excepción de las ramas: Equipo de audio y video, Medios magnéticos y ópticos, Industria del sonido, Radio y televisión y Televisión por cable y satelital. Siendo los sectores más influyentes: Otros servicios de telecomunicaciones, Otros servicios de Información, Edición de Software, Servicios

Satelitales, Informática y Web, Edición de periódicos y revistas; y en menor medida Telecomunicaciones alámbricas e inalámbricas, Computadoras y equipo, Equipo de comunicaciones, Componentes electrónicos, Instrumentos de medición e Industria fílmica y del video.

Por último los indicadores topológicos de interdependencia productiva están basados en la matriz de distancias. Este índice es una función inversa de la separación de los vértices del grafo: a mayor distancia entre ellos la relación se hará más débil.

$$R = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{1}{e_{ij}} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_i \sum_j \frac{1}{e_{ij}} + \frac{1}{n(n-1)} \sum_i \sum_j \frac{1}{e_{ij}} = RD$$

+ RI

RD= Relaciones directas, RI = Relaciones indirectas $e_{ij}=1$ $e_{ij} \neq 0$

El valor máximo de R=1 y se dará cuando todos los índices están conectados, $e_{ij}=1$ para todo $i \neq j$. Entonces la estructura será completamente interdependiente. Si su valor mínimo es cero, significa que todos los vértices están aislados y entonces $e_{ij} = \infty \forall i \neq j$ (no existe estructura). R se compone de dos sumandos, RD y RI. En cuanto más fuertes sean RD, más fuertes serán los vínculos.

El cuadro 5 muestra el grado de cohesión de toda la economía con respecto a las TIO para los insumos nacionales totales e importados:

Cuadro 5: Indicadores topológicos para las MIN, MIT y MIM. 2008.			
Matriz	RD	RI	R
MIN 2008	0.753	0.095	0.848
MIT 2008	0.755	0.094	0.849
MIM 2008	0.138	0.152	0.290

Fuente: Cálculos propios con base en: INEGI (2013). MIP-2008.

El Cuadro 5 contiene los resultados sobre los indicadores de cohesión donde se muestra una alta cohesión para la economía en su conjunto, siendo importante la debida a relaciones directas, sin diferencias importantes entre los insumos nacionales de los totales, con un peso no despreciable la debida a las importaciones.

3. CONCLUSIONES

Destaca el hecho de que los indicadores cualitativos dados por la Teoría de Grafos contrastan fuertemente con los resultados del análisis de eslabonamientos cuantitativos del enfoque tradicional, ya que mientras los encadenamientos de la industria electrónica resultan importantes en la clasificación de las industrias clave, y éstos son confirmados por los índices cualitativos de conectividad, la centralidad viene dada de manera especial por los servicios, en particular por las ramas de: Otros servicios de telecomunicaciones, Otros servicios de Información, Edición de Software, Servicios Satelitales, Informática y Web, Edición de periódicos y revistas; y en menor medida Telecomunicaciones alámbricas e inalámbricas.

Este trabajo representa una primera aproximación del análisis cualitativo de las ramas que componen el SE-IT-MM revelando la importancia de un conjunto de industrias de servicios que resultan cruciales en la nueva fase del desarrollo del capitalismo del conocimiento, y al mismo tiempo se refuerza la hipótesis de una alta profundidad de las ramas de la industria electrónica que se encuentran fuertemente integradas al sector externo en cuanto a la provisión de insumos intermedios importados.

6. BIBLIOGRAFÍA

Morillas Raya Antonio (1995), *Aplicación de la teoría de grafos al estudio de los cambios en las relaciones intersectoriales de la economía andaluza en la década de los 80*, Universidad de Málaga, <http://webpersonal.uma.es/~morillas/PDF.HTM>.

Morillas Raya, A. (1996), “La teoría de Grafos en el análisis económico regional, El agua como factor productivo de Andalucía”, *Boletín Económico de Andalucía*, núm. 21.

Morillas A. (2004), “Cambios en la estructura productiva española, 1980-1995”, *Estructura Input-Output y Dinámica Económica*, Editorial Club Universitario, Universidad de Málaga.

Reyes C., ”Hacia la complejidad por la vía de las redes. Nuevas lecciones Epistemológicas”, *Desacatos – Revista de Antropología Social*, nº 28 CIESAS – septiembre-diciembre 2008, pp. 17-40.

Salomé García Muñiz A., *et al*, *Análisis estructural a partir de la teoría de las redes sociales: un nuevo enfoque de un problema clásico*, Universidad de Oviedo, <http://www.uv.es/asepuma/XI/>.

Salomé García Muñoz A., *et al*, “Relaciones interindustriales y difusión de la innovación: una aproximación desde la Teoría de Redes”, *Estadística Española*, Vol 47, Num 160, pp. 475-499.

Scott J. (1994), *Social Network Analysis: A Handbook*, Sage Editions, pp. 1-90.