

## LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN EN EUROPA. UN ENFOQUE DESDE LA TEORÍA DE REDES

Ana Salomé García Muñiz  
José Manuel Rueda Cantuche

Las nuevas tecnologías constituyen una industria crucial en las economías de los países desarrollados. En las sociedades postindustriales, el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituye uno de los motores de desarrollo económico y de incremento de la productividad (Jorgenson, 2001; Núñez, 2001). La importancia de las TIC radica en los efectos que su difusión tiene sobre el resto de la economía, ya que son múltiples las actividades que pueden utilizar los servicios y productos de las nuevas tecnologías para mejorar su productividad y crear nuevas fuentes de ingreso (Colecchia y Schreyer, 2002).

La mayoría de los análisis económicos teóricos y empíricos se centran en la medición de los impactos producidos por las TIC en el conjunto del sistema económico, pero no consideran los factores que influyen en ellas (Bernstein, 2000). Este artículo ofrece una aproximación a las ventajas y oportunidades que presenta el sector TIC en la red económica, a través del concepto de huecos estructurales (Burt, 1992). Este enfoque, basado en la teoría de redes sociales, se aplica al análisis del sector TIC en la economía europea del año 2000. Con el fin de obtener una mejor comprensión del estado de la sociedad de la información en Europa, previamente al desarrollo metodológico se presenta la evolución de la política europea de la sociedad de la información en los últimos años. Este ejercicio empírico permite extraer algunas conclusiones sobre la potencialidad que presentan las nuevas tecnologías para impulsar el desarrollo económico.

La información de partida para realizar el estudio es la que se recoge en el Cuadro insumo-producto agregado de la Unión Europea (incluyendo Bulgaria y Rumanía) de 2000 (TIO EU 2000), desagregado en cincuenta y nueve sectores (según la CNAE-93 de dos dígitos). El procedimiento de construcción de dicho cuadro (Rueda Cantuche *et al.*, 2009) se describe en otro capítulo de este mismo libro, éste constituye el primero de su especie que incluye a los veintisiete países miembros de la Unión Europea en la actualidad. En 1998, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estableció una definición del sector TIC, que se recoge en el cuadro 1, la cual es ampliamente utilizada y se ha adoptado en este capítulo. La definición se basa en la clasificación industrial internacional uniforme de las actividades económicas (CIIU rev. 3) y se consideró una primera aproximación que, aun cuando fue revisada en abril de 2002, mantuvo su contenido.

CUADRO 1  
DEFINICIÓN DEL SECTOR TIC

<i>TIC manufactura</i>		<i>TIC servicios</i>	
300	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	516	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo
313	Fabricación de hilos y cables eléctricos aislados	642	Telecomunicaciones
314	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas	713	Alquiler de maquinaria
321	Fabricación de válvulas, tubos y otros complementos electrónicos	721	Consulta de equipo informático
322	Fabricación de transmisores de radio-difusión y TV, y aparatos para la radiotelefonía y radiotelegrafía con hilos	722	Consulta de aplicaciones informáticas y suministro de programas informáticos
323	Fabricación de aparatos de recepción, grabación y reproducción de sonido e imagen	723	Proceso de datos
332	Fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación, control, navegación y otros fines, excepto equipos de control para procesos industriales	724	Actividades relacionadas con base de datos
333	Fabricación de equipo de control de procesos industriales	725	Mantenimiento y reparación de máquinas de oficina, contabilidad y equipamiento informático
		726	Otras actividades relacionadas con la informática

FUENTE: Elaboración propia con base en la definición de la OCDE de 1998.

En 2007, se establece un consenso sobre una nueva definición basada en el CIIU rev. 4 que difiere de la del 2002 en la exclusión de productos de procesamiento electrónico y el desglose de algunas categorías más específicas relacionadas con las nuevas tecnologías. En este trabajo, se empleará la definición de 2002 con el objetivo de mantener la concordancia con el cuadro insumo-producto europeo, cuyo desglose implicará que algunos de los sectores TIC aparezcan agregados (véase el trabajo de Ana Salomé García Muñiz y Esteban Fernández Vázquez, en este mismo libro, donde se hace un recuento de la evolución de la política europea hacia la tecnología y la sociedad de la información).

## Metodología

El desarrollo e incorporación de las nuevas tecnologías al tejido productivo abre nuevas oportunidades para el conjunto de actividades económicas e implica cambios relevantes en las formas de producción y organización empresarial. La definición del sector TIC en el entramado insumo-producto permite un estudio detallado del

modo en que se organizan y disponen los intercambios de insumos de este sector en la estructura productiva. La exploración de la propia estructura de la red económica puede llegar a determinar la capacidad de acceso a la información y oportunidades de cada sector. Las relaciones recogidas en una red económica determinan la posible ventaja competitiva de sus unidades y su capacidad de aprovechamiento de las discontinuidades tecnológicas que puedan presentarse (Utterback, 1994; Foster, 1986). Esto constituye un capital exclusivo de cada sector del que depende su capacidad de acceso a información y oportunidades.

En este trabajo, se explora la posición relativa de cada sector, con un análisis pormenorizado del sector TIC, a través del concepto de huecos estructurales (Burt, 1992 y García, Morilla y Ramos, 2010), enfoque basado en la proximidad y conexión entre los sectores que permitirá mostrar la complejidad, fortaleza y debilidad de la estructura productiva europea en términos de su capacidad para difundir la innovación.

## **Huecos estructurales<sup>1</sup>**

Siguiendo a Burt (1992), la configuración de una red económica, que incluye la proximidad y la conexión entre sectores, conlleva diferentes grados de intermediación sectorial, que proporcionan ventajas de acceso, tiempo y exclusividad de información. Estos beneficios principalmente los otorga la dimensión de la red y la apertura de los denominados huecos estructurales. En este sentido, no todas las relaciones que establece un sector tienen la capacidad de suministrar la misma información y oportunidades. Cuando los sectores que están relacionados directamente con una rama productiva mantienen asimismo relaciones directas, es más probable que la información generada sea menos variada y las relaciones entre este grupo de sectores sean redundantes, según la terminología de Burt (1992). Al mismo tiempo, existen menores oportunidades de establecer relaciones directas o indirectas entre dos sectores que no estuvieran presentes originalmente.

Algunas estructuras se componen de grupos de ramas que tienen pocos vínculos, de donde se definen los “huecos estructurales”. Establecer vínculos exclusivos o “no redundantes” entre grupos distintos permite obtener beneficios para todos los miembros de la red. Las ramas que actúan como “enlaces” tienen la posibilidad de comunicar flujos informativos diferentes, facilitando la difusión de ideas y oportunidades. Por esta razón, entre otras, la propia estructura crea oportunidades para algunos, pero no para todos dentro de estas zonas denominadas huecos estructurales.

La presencia de huecos estructurales en las redes económicas podría constituir un hecho habitual en las economías desarrolladas. La fragmentación de actividades, señalada en diversas teorías del comercio (Humphrey y Schmitz, 2002; Jones y

<sup>1</sup> Esta sección explica la metodología empleada para alcanzar los resultados explicados en la sección siguiente. Su lectura no es esencial para entenderlos.

Kierkowski, 2005), representa una evidencia de la aplicabilidad de los huecos estructurales. Éstos juegan un papel relevante también en la fragmentación de los procesos productivos, las tendencias actuales de reducciones de costos asociadas a los servicios y al aumento de las economías de escala (Jones y Kierkowski, 2005). En general, existen varias razones para esta tendencia, entre las cuales se puede mencionar la disminución de los costos de transporte y los shocks tecnológicos que incluyen cambios en las técnicas de producción y/o facilitan la separación geográfica de etapas de producción (Hummels, Ishii y Yi, 2001).

La determinación de los huecos estructurales presentes en una red económica se basa en el cálculo del nivel de relaciones no redundantes. El indicador, en términos relativos de la diversidad de relaciones establecidas, se denomina eficiencia (Burt, 1992) y puede calcularse como la diferencia en términos relativos entre el tamaño de la red ( $N_i$ ) y el nivel de redundancia<sup>2</sup> ( $R_{i(j)}$ ):

$$E_i = \frac{TE_i}{N_i} = \frac{N_i - \sum_j R_{i(j)}}{N_i} \quad ; q \neq i, j \quad (1)$$

$$0 \leq E_i < 1$$

Esta medida está comprendida entre cero y uno; los valores próximos a la unidad indican una alta eficiencia, entendida como un número elevado de contactos no redundantes. Mientras cifras próximas o cercanas a cero de esta medida muestran un alto nivel de redundancia y baja eficiencia.

A partir de esta medida, el análisis de la posición relativa que mantienen los sectores dentro de la estructura permite valorar su capacidad de acceso a la información, la cual a su vez determina la ventaja competitiva de cada rama productiva respecto al resto. Adicionalmente al análisis de eficiencia, es interesante destacar el grado de dependencia entre diferentes sectores. Es posible que una rama presente una alta eficiencia, pero dependa en gran medida de otra, lo cual podría conducir a una limitación de los beneficios asociados a la transmisión de información. Considérese que si una rama productiva depende excesivamente de otra, su ventaja relativa se podría ver mermada ante situaciones no favorables con dicho sector. Resulta interesante determinar, entonces, las restricciones existentes en la red, para lo cual se utilizará un índice de limitación denominado índice de restricción agregado.

<sup>2</sup> La información obtenida por un sector  $i$  es redundante si este sector  $i$  mantiene transacciones relevantes en términos de cantidad con otro sector  $q$ , el cual mantiene simultáneamente relaciones productivas con un sector  $j$  (Burt, 1992; Borgatti, 1997):

$$R_{i(j)} = \sum_q p_{iq} m_{jq}$$

donde  $p_{iq}$  muestra la proporción de relaciones económicas establecidas por el sector  $i$ -ésimo y  $m_{jq}$  representa la intensidad marginal de la relación del sector  $j$  con  $q$ .

En qué medida un sector es dependiente de otro, es una cuestión que puede ser valorada en función de los “esfuerzos” directos e indirectos que hayan sido realizados para constituir la relación entre ambos. La intensidad de los flujos productivos intersectoriales sirve de indicador del esfuerzo acometido; entendida de forma genérica como una inversión realizada en el contacto. Burt (1992) propone la siguiente expresión cuadrática de la restricción del sector *i*-ésimo:

$$c_{ij} = \left( p_{ij}^* + \sum_q p_{iq}^* p_{qj}^* \right)^2 ; q \neq i, j \quad (2)$$

donde  $p_{ij}^*$  representa la intensidad relativa de las transacciones productivas entre *i* y *j* y, análogamente,  $p_{iq}^*(p_{qj}^*)$  el peso de la relación de sector *i*(*q*) con *q*(*j*).

La suma de las restricciones da lugar al índice de restricción agregado para cada uno de los sectores:

$$C_i = \sum_j c_{ij} \quad (3)$$

## Un análisis del sector TIC en Europa

El peso relativo del sector TIC europeo, al igual que en el resto de países de la OCDE, es en términos relativos pequeño (OCDE, 2002). Sin embargo, constituye un elemento que favorece el crecimiento económico, debido a su rápida difusión como bien intermedio y a los recursos dedicados a la investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías. El último informe de la Comisión Europea sobre la competitividad digital de Europa en el 2009 afirma que la economía digital europea posee un enorme potencial para generar ingresos considerables en todos los sectores.

A partir del cuadro insumo-producto europeo de 2000, en este trabajo ofrecemos una aproximación a las capacidades que presenta el sector TIC como elemento clave de interconexión económica. La metodología aplicada permite analizar las capacidades que presenta el sector TIC en los procesos de difusión e innovación tecnológica, en la creación de oportunidades de mercado y en los procesos de fragmentación productivos. Su papel es comparado con el que presentan el resto de sectores productivos.

Los resultados obtenidos para la economía europea en relación con el número de relaciones no redundantes y el grado de restricción mostrado por sector TIC en la economía europea aparecen recogidos en el cuadro 2. El cuadro A1, presentado en el anexo, señala los valores de los indicadores mencionados para el resto de sectores productivos europeos.

La economía europea muestra una alta eficiencia en el acceso a información diversa, debido a la presencia de relaciones no redundantes y huecos estructurales. El sector TIC muestra un grado de eficiencia medio similar al resto de sectores

CUADRO 2  
CONTACTOS NO REDUNDANTES Y RESTRICCIONES. SECTORES TIC

<i>Sectores TIC</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Restricción</i>
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0.811	0.173
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0.81	0.174
Fabricación de material electrónico	0.819	0.154
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	0.827	0.161
Comercio al por mayor de maquinaria y equipo	0.818	0.134
Alquiler de maquinaria	0.809	0.146
Actividades informáticas	0.777	0.187
Correos y telecomunicaciones	0.801	0.164
Media	0.809	0.162

FUENTE: Elaboración propia.

productivos, pero con un grado de dependencia medio muy inferior. Las ramas “máquinas de oficina y equipos informáticos”, “fabricación de maquinaria y material eléctrico”, “actividades informáticas” y “correos y telecomunicaciones” son las únicas que presentan un grado de dependencia superior a la media de su conjunto TIC, pero claramente inferior a la media del conjunto de ramas productivas. Resulta interesante, por tanto, destacar que los sectores TIC presentan menos restricciones en la configuración de sus relaciones, por lo cual, los posibles shocks negativos en una economía tendrían un impacto más limitado en las nuevas tecnologías. Ésta es, entonces, una particularidad destacada de este sector que resulta relevante en la elaboración de políticas económicas y en el análisis de posibles impactos estructurales. El último informe de 2009 sobre la competitividad digital de Europa, realizado por la Comisión Europea, apuesta por las nuevas tecnologías para conseguir una recuperación continua de la economía europea. Tal afirmación la sostienen sobre la capacidad del mercado digital europeo.

Desde el año 2005, Europa ha realizado grandes progresos en el desarrollo de una sociedad digital: el 56 por ciento de los europeos usa regularmente la Internet, el 80 por ciento dispone de banda ancha y el 119 por ciento dispone de teléfono móvil; es el primer continente con más contratos móviles que ciudadanos. Dado el tamaño de la economía digital europea, éste podría constituir, por tanto, una fuente de crecimiento e innovación. El estudio propuesto en este trabajo permite corroborar esta afirmación de la comisión que muestra que las nuevas tecnologías no sólo constituyen un mercado con un fuerte potencial de crecimiento, sino que su estructura de relaciones con otros sectores facilitaría el desarrollo económico de Europa.

Asimismo, en términos generales se podría destacar que las ramas de las nuevas tecnologías gozan de un nivel de eficiencia superior al promedio, debido a una elevada presencia de huecos estructurales en sus respectivas redes sectoriales. Su

papel intermediador en la red se puede considerar mayor al del resto de sectores productivos. Un 75 por ciento de las ramas TIC presenta un nivel de eficiencia superior a su media, mientras que, para el resto de sectores, este porcentaje desciende al 59 por ciento. Dada esta alta eficiencia, los sectores de las nuevas tecnologías son capaces de crear y/o acceder a nuevos recursos potencialmente valiosos encontrando nichos de mercado, un capital exclusivo de estos sectores “puente” que gozan de ventajas de acceso, tiempo y exclusividad. Esta posición dentro de la estructura económica constituye una ventaja para la difusión y desarrollo de innovaciones, puesto que la propia configuración de las relaciones económicas establecidas entre los agentes de la red económica facilita el acceso a información muy diversa que propicia estos procesos.

La innovación e investigación en las nuevas tecnologías constituyen unos de los pilares básicos en el plan i2010. Las instituciones europeas impulsan fuertemente la innovación en las nuevas tecnologías desde el ámbito público y/o privado con el objetivo de alcanzar a líderes en este campo, como Estados Unidos, Japón o Corea del Sur. Para ello, Europa ha establecido con este fin una de las mayores partidas presupuestarias del último programa marco (FP7). Dada la estructura de la red económica europea analizada en este trabajo, estos procesos de innovación se pueden ver propiciados y generándose, por tanto, con mayor rapidez.

Las nuevas tecnologías constituyen, pues, una parte esencial en la futura evolución económica, como puntos clave de información y desarrollo de oportunidades. Estas ramas, eficientes en la captación de nuevos recursos no muestran dependencias fuertes con otros agentes que puedan llegar a limitar los beneficios asociados a la difusión de la información.

Los altos niveles de eficiencia que presentan las TIC —junto con otros servicios, tales como “otras actividades empresariales”, “investigación y desarrollo”, “actividades auxiliares”, “actividades anexas a los transportes, actividades de agencia de viajes”, “transporte aéreo”, “transporte marítimo”, “transporte terrestre y por tubería”—, les permiten actuar como mediadores entre bloques y facilitar la fragmentación de cadenas productivas. Este hecho supone un reflejo de los mecanismos actuales de producción y distribución surgidos en torno a los sistemas de subcontratación, técnicas exploratorias y cadenas verticales de valor (Hummels, Ishii y Yi, 2001; Humphrey y Schmitz, 2002; Jones y Kierkowski, 2005). Los cambios surgidos ante los procesos de globalización y las nuevas oportunidades de negocios ligadas a las nuevas tecnologías acentúan estos fenómenos de fragmentación (García, Morillas y Ramos, 2010).

## Conclusiones

La teoría de redes permite una aproximación a las ventajas y oportunidades que presenta el sector TIC para el desarrollo económico de un país. Concretamente, con el objetivo de develar las capacidades inherentes a las nuevas tecnologías se ha analizado la posición del sector TIC en la economía europea a través del concepto de huecos estructurales (Burt, 1992).

Este trabajo ha demostrado que, en Europa, los sectores TIC tienen un nivel de eficiencia superior a la media, debido a la presencia de huecos estructurales en sus respectivas redes productivas; es decir, se trata de sectores cuya posición relativa les posibilita comunicar flujos de información variados e impulsar la difusión tecnológica y los procesos de innovación. Al mismo tiempo, los sectores TIC muestran una capacidad superior para aislarse de posibles shocks negativos, por lo que son capaces de dinamizar la economía; son ramas, por tanto, capaces de acceder y generar recursos valiosos para el desarrollo económico. En este sentido, las políticas de apoyo a las nuevas tecnologías resultan esenciales y constituyen un mecanismo importante en la futura evolución de la economía.

Asimismo, las nuevas tecnologías no sólo facilitan la difusión del conocimiento, sino que muestran un papel relevante en los procesos de fragmentación de la producción. Las TIC pueden llegar a reducir los costos de transacción y mermar el riesgo inherente a cada operación (Strader y Shaw, 1997), así como mejorar la eficiencia en las actividades de la cadena de valor (Ghosh, 1998). De esta forma, se ofrece una nueva división espacial del trabajo, en la cual los agentes aprovechan las ventajas competitivas.

En este contexto, los países que con mayor velocidad se adaptan a las nuevas condiciones de producción, comercialización y distribución asociadas a las nuevas tecnologías obtienen ventajas competitivas que condicionan la capacidad de su sistema productivo y el crecimiento de la actividad económica (Banegas, 2003).

## ANEXO

CUADRO A1  
CONTACTOS NO REDUNDANTES Y RESTRICCIONES. SECTORES NO TIC

<i>Sectores no TIC</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Restricción</i>
Agricultura, ganadería y caza	0.822	0.492
Selvicultura y explotación forestal	0.897	0.367
Pesca y acuicultura	0.85	0.317
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	0.842	0.333
Extracción de crudos de petróleo y gas natural	0.87	0.47
Extracción de uranio y torio	0.868	0.373
Extracción de minerales metálicos	0.83	0.358
Extracción de minerales no metálicos	0.819	0.271
Alimentación y bebida	0.845	0.232
Industria del tabaco	0.768	0.274
Industria textil	0.851	0.175
Industria de la confección y peletería	0.85	0.279
Industria del cuero y calzado	0.808	0.168
Industria de la madera y el corcho	0.828	0.195
Industria del papel	0.827	0.157
Edición y artes gráficas	0.775	0.188
Coquerías, refinio y combustibles nucleares	0.85	0.156
Industria química	0.827	0.134
Industria del caucho y materias plásticas	0.812	0.166
Otros productos minerales no metálicos	0.778	0.295
Metalurgia	0.84	0.197
Fabricación de productos metálicos	0.824	0.178
Maquinaria y equipo mecánico	0.812	0.165
Fabricación de vehículos de motor y remolques	0.823	0.167
Otro material de transporte	0.843	0.149
Muebles y otras industrias manufactureras	0.823	0.154
Reciclaje	0.837	0.328
Producción y distribución de energía eléctrica y gas	0.85	0.118
Captación, depuración y distribución de agua	0.818	0.146
Construcción	0.826	0.148
Venta, reparación vehículos de motor; comercio combustible automoción	0.803	0.158
Comercio, reparación de efectos personales	0.792	0.169
Alojamiento y restauración	0.799	0.235
Transporte terrestre y por tubería	0.833	0.134
Transporte marítimo	0.849	0.306
Transporte aéreo	0.83	0.189
Actividades anexas a los transportes, actividades de agencia de viajes	0.821	0.159

CUADRO A1  
CONTACTOS NO REDUNDANTES Y RESTRICCIONES. SECTORES NO TIC  
(continuación)

---

Intermediación financiera	0.782	0.186
Seguros y planes de pensiones	0.78	0.235
Actividades auxiliares	0.842	0.289
Actividades inmobiliarias	0.758	0.209
Investigación y desarrollo	0.825	0.148
Otras actividades empresariales	0.865	0.108
Administración pública	0.808	0.152
Educación de mercado	0.808	0.152
Sanidad y servicios sociales de mercado	0.793	0.167
Saneamiento público, sanidad y servicios sociales de no mercado	0.791	0.167
Actividades asociativas de no mercado	0.791	0.175
Actividades recreativas, culturales y deportivas	0.727	0.247
Otros servicios de no mercado	0.78	0.179
Hogares que emplean personal doméstico	0.79	0.977
Media	0.819	0.233

---

FUENTE: Elaboración propia.