

Mundo Siglo XXI

Revista del Centro de Investigaciones Económicas,
Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional

**DESPUÉS DE LA GLOBALIZACIÓN Y
EL DESARROLLISMO, ¿QUÉ?
IMMANUEL WALLERSTEIN**

**EL RECHAZO AL CONCEPTO
DE NECESIDADES HUMANAS
JULIO BOLTVINIK**

**LA CRISIS AMBIENTAL MUNDIALIZADA Y
SUS DISYUNTIVAS
LUIS ARIZMENDI**

**FIN DEL TRABAJO E
INGRESO UNIVERSAL
MICHEL HUSSON**

**RADIOGRAFÍA DE
LAS AGUAS RESIDUALES
GILBERTO RESENDIZ**

**GESTIÓN TECNOLÓGICA EN EL IPN
MA. DEL PILAR M. PEREZ**

**RETOS AMBIENTALES
SOCIO-URBANOS
RUBÉN CANTÚ**

**INDUSTRIA EUROPEA
DE LA INFORMACIÓN
JORDI VILASECA/JOAN TORRENT/ÁNGEL DÍAZ**

ISSN 1870 - 2872



No. 3, Invierno 2005 - 2006





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

DIRECTORIO

José Enrique Villa Rivera
Director General

Efrén Parada Arias
Secretario General

José Madrid Flores
Secretario Académico

Luis Humberto Fabila Castillo
Secretario de Investigación y Posgrado

Manuel Quintero Quintero
Secretario de Extensión e Integración Social

Víctor Manuel López López
Secretario de Servicios Educativos

Mario Alberto Rodríguez Casas
Secretario de Administración

Luis Eduardo Zedillo Ponce de León
Secretario Ejecutivo de la Comisión de
Operación y Fomento de Actividades
Académicas

Jesús Ortíz Gutiérrez
Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras
e Instalaciones

Juan Ángel Chávez Ramírez
Abogado General

Fernando Fuentes Muñiz
Coordinador de Comunicación Social

Mario Sánchez Silva
Director del Centro de Investigaciones
Económicas, Administrativas y Sociales

Índice

Editorial 1

Fundamentos y Debate

 **Immanuel Wallerstein**
*¿Después del desarrollismo y
la globalización, qué?* 5

 **Luis Arizmendi**
*La crisis ambiental mundializada
en el siglo XXI y sus disyuntivas* 17

 **Julio Boltvinik**
*El rechazo al concepto de
necesidades humanas* 37

 **Michel Husson**
Fin del trabajo e ingreso universal 59

Mundo Siglo XXI es una publicación del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional. Año 2005 número 3, revista trimestral, diciembre 2005. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Número 04-2005-062012204200-102, Certificado de Licitud de Título Número 13222, Certificado de Licitud de Contenido Número 10795, ISSN 1870 - 2872. *Impresión:* Estampa artes gráficas, privada del Dr. Márquez No. 53. Tiraje: 2,000 ejemplares. *Establecimiento de la publicación, suscripción y distribución por:* Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, IPN, Lauro Aguirre No. 120, Col. Agricultura, C.P. 11360, México D.F., Tel: 5729-60-00 Ext. 63117; Fax: 5396-95-07. e-mail. ciecas@ipn.mx. *Precio del ejemplar* en la República mexicana: **\$30.00**. Las ideas expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de los materiales, siempre y cuando se mencione la fuente. No se responde por textos no solicitados.

Mundo Siglo XXI



Artículos y Miscelánea

-  **Jordi Vilaseca/Joan Torrent/Ángel Díaz Chao**
La industria de la información en Europa, investigando sus patrones de crecimiento 65
-  **Ma. del Pilar M. Pérez/Bryan R. Vilchis**
Análisis de la gestión tecnológica de los Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional: el caso del CIITEC 83
-  **J. Gilberto Reséndiz**
Radiografía de la ciudad de México: oportunidad o riesgo, el caso de las aguas residuales 95
-  **Rubén Cantú**
Los retos ambientales socio-urbanos 107
-  **Filiberto Castillo**
Un trabajo de Tesis 113

Mundo Siglo XXI

Luis Arizmendi
Director

CONSEJO EDITORIAL

Jaime Aboites, Víctor Antonio Acevedo, Carlos Aguirre, Francisco Almagro (Cuba), Guillermo Almeyra (Argentina), Elmar Altvater (Alemania), Jesús Arroyo, Guillermo Aullet, Alicia Bazarte, Sergio Berumen, Julio Boltvinik, Atilio Borón (Argentina), Roberto Castañeda, Filiberto Castillo, Axel Didrikson, Bolívar Echeverría (Ecuador), Carlos Fazio, Magdalena Galindo, Alejandro Gálvez, Juan González García, Jorge Gasca, Diódoro Guerra, Oscar Guerra, Héctor Guillén (Francia), John Holloway (Irlanda), Michel Husson (Francia), Ramón Jiménez, Arge- lia Juárez, Luis Lozano, Irma Manrique, Ramón Martínez, Francis Mestries, Humberto Monteón, Alberto Montoya, David Moreno, Alejandro Mungaray, Abel Ogaz, Enrique Rajchenberg, Federico Reina, Humberto Ríos, Gabriela Riquelme, Luis Arturo Rivas, Blanca Rubio, Américo Saldivar, José Augusto Sánchez, John Saxe-Fernández (Costa Rica), Horacio Sobarzo, José Sobrevilla, Abelino Torres Montes de Oca, Carlos Valdés, Guillermo Velázquez

David Márquez
Diseño Gráfico

Xóchitl Morales
Formación

Gricelda Guzmán
Corrección de Estilo

Raquel Barrón
Comercialización

Mundo Siglo XXI expresa su reconocimiento a la Dra. Alicia Bazarte, integrante de nuestro Consejo Editorial, por facilitarnos generosamente el acceso a las fotografías de Sebastião Salgado.

La industria de la información en Europa

Investigando sus patrones de conocimiento

JORDI VILASECA REQUENA /
JOAN TORRENT SELLENS /
ÁNGEL DÍAZ CHAO*

Resumen: La progresiva incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la actividad económica se manifiesta, entre otros elementos, a través de la aparición de un nuevo sector productivo: la Industria de la Información. Este sector emergente está superando su propio desarrollo tecnológico y extiende un amplio conjunto de efectos sinérgicos hacia el resto de las ramas productivas. A pesar de su creciente importancia hay pocos estudios analíticos que investiguen las fuentes de desarrollo de la producción de información. Este artículo presenta un modelo explicativo de la evolución del sector nuclear de la economía del conocimiento, así como una comparación analítica internacional.

Introducción

Uno de los rasgos más característicos de las economías actuales es la consolidación productiva de un nuevo tipo de tecnología, que basa su funcionamiento en el proceso de digitalización. Entendemos por digitalización la representación codificada de una señal mediante flujos de luz que se identifican, por ejemplo, con dígitos binarios. Las tecnologías que hacen posible este proceso de conversión de elementos físicos a elementos digitales se agrupan bajo el denominador común de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Por TIC entendemos la agrupación de las tecnologías convergentes de microelectrónica, informática, telecomunicaciones y optoelectrónica. De hecho, este fondo social de conocimiento que trata digitalmente la información y la comunicación ha impregnado la actividad económica, hasta el punto que algunos autores sitúan la masiva utilización de estas tecnologías como la base material de una tercera revolución industrial.¹

* Integrantes de la Universitat Oberta de Catalunya, Estudios de Economía y Empresa e Internet Interdisciplinary Institute, Barcelona, España.

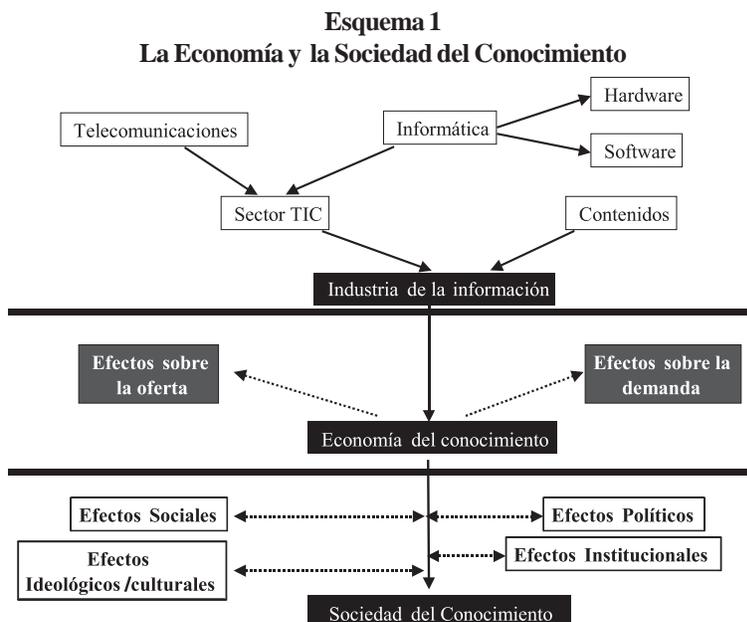
¹ Sin ánimos de exhaustividad podemos citar un conjunto creciente e interdisciplinario de trabajos que sostienen la hipótesis de que las TIC son el paradigma tecnológico sobre el cual se fundamenta una revolución industrial, como mínimo de igual magnitud a las sucedidas la última parte del siglo XVIII y a finales del siglo XIX. Entre otros, véase, a Kranzberg (1985), Mokyr (1990), David (1990; 2000), Freeman y Pérez (1988), Castells (2000; 2001), Crafts (2000), Norton (2001), Atkeson y Kehoe (2001), Instituto de Estudios Económicos (2001), Vilaseca (2001; 2002) y Torrent (2002a; 2002b)

En efecto, un amplio abanico de innovaciones de proceso y de producto en materia informática y de telecomunicaciones ha generado la aparición de nuevas actividades productivas que agrupamos bajo la denominación de la industria de la información y que concentra el conjunto de ramas productivas resultantes de la aplicación económica de las tecnologías digitales, es decir, el sector TIC y los contenidos digitales.

La industria de la información está superando su propio desarrollo tecnológico y, en la actualidad, los productos y servicios resultantes de la producción y el tratamiento de la información y la comunicación son utilizados como factores productivos por el resto de ramas de actividad de la economía. De esta manera, se está construyendo un entramado de relaciones sinérgicas entre la producción de tecnologías digitales y el resto de las ramas de actividades, que tienen como principal elemento visible la incorporación del conocimiento en la estructura productiva de las economías avanzadas.

Por esta razón podemos hablar de una *economía del conocimiento*, que está cambiando las relaciones macroeconómicas básicas que los economistas han ido construyendo desde la Segunda Guerra Mundial. Todo parece indicar que las relaciones entre crecimiento económico, inflación y paro han presentado importantes cambios a partir de la segunda mitad de la década de los noventa, con la implantación de las tecnologías digitales.² La progresiva incorporación del conocimiento en la actividad económica se ha manifestado en los últimos años desde diversas perspectivas. Por un lado, a través de la elevada participación de las TIC sobre la producción de algunas ramas de actividades importantes como las industrias automotriz, química farmacéutica o financiera. Por otra parte, el recurso “conocimiento” también está aumentando su presencia en ramas productivas menos intensivas como, por ejemplo, el textil o la distribución comercial. Finalmente, el conocimiento también se ha manifestado a través de nuevas formas de distribución y consumo, cambios en las relaciones empresariales y nuevas formas de financiación. Dicho de otra manera, economía del conocimiento no sólo son las “empresas punto com”, economía del conocimiento también son los cambios en la oferta –nuevas formas de producir, de trabajar, de interacción entre empresas, de ofrecer productos y de innovar en los diseños organizativos, etc. –y cambios en la demanda– nuevas formas de distribución y consumo, nuevas formas de inversión y financiación, cambios en las relaciones internacionales y demás- generados por el uso intensivo de las TIC y los contenidos digitales.

Por último, y como no podía ser de otra manera, la consolidación de esta nueva economía está generando importantes cambios en el conjunto del entramado y las relaciones sociales. Las modificaciones en el mercado de trabajo, los efectos ideológicos y culturales, los cambios institucionales y políticos y, en definitiva, las nuevas relaciones del individuo con su entorno definen algunos de los efectos de las actividades económicas basadas en el conocimiento sobre sus bases sociológicas e institucionales. En definitiva, se trata de los efectos que la economía del conocimiento está generando en la construcción de la Sociedad del Conocimiento. El esquema 1 presenta estos elementos de una forma esquematizada.



² Carnoy (2000), Greenspan (2000; 2001), OCDE (2000a; 2001), US Department of Commerce (2000; 2002), IMF (2001), Vilaseca y Torrent (2001a; 2001b), Pérez (2002) y Rodríguez (2002).

El análisis empírico de la economía del conocimiento puede orientarse desde diversas perspectivas. En el trabajo que se presenta a continuación se analiza un aspecto fundamental para la consolidación de dicha economía. Se trata del análisis del patrón de crecimiento de la industria de la información. Aunque los resultados empíricos relativos a la evolución y la significatividad económica de este sector emergente y nuclear empiezan a ser numerosos, en la actualidad disponemos de pocos estudios analíticos y empíricos que investiguen las fuentes del crecimiento de la producción vinculada a las tecnologías digitales. Para ello, hemos dividido este artículo en tres apartados. En la sección 2, analizaremos el detalle de las ramas productivas que integran el sector, así como alguno de sus parámetros económicos más importantes. En el tercer apartado, se realiza el estudio empírico relativo a la identificación de las fuentes de crecimiento del sector y, finalmente, presentamos unas breves conclusiones y la bibliografía utilizada.

2. Las tecnologías digitales y la industria de la información

El punto de partida de las métricas de los sectores productivos vinculados a las tecnologías digitales es un conjunto de estudios del Departamento de Comercio de los EE.UU. (1998; 1999), que inciden en el proceso de digitalización como fundamento del cambio en el patrón de crecimiento de la economía de los EE.UU. Para ello, se definen las producciones integradas en el sector TIC y cuál ha sido la contribución de este sector al crecimiento económico agregado de este país. En lo referente a la identificación de las ramas productivas del sector TIC, reproducidas en la tabla 3, cabe destacar la agrupación del sector TIC en tres componentes: manufacturas TIC, telecomunicaciones, servicios TIC, que conjuntamente con los contenidos digitales, definen las ramas productivas de la industria de la información. A partir de esta primera identificación, la OCDE (2000b) ha planteado los principios básicos de los bienes y servicios resultantes de la aplicación económica de estas tecnologías digitales, distinguiendo entre la producción de la industria manufacturera TIC y la de los servicios TIC. A grandes rasgos podemos identificar este sector de actividad como la rama productiva que utiliza las tecnologías digitales para producir bienes y servicios que procesan, transmiten, visualizan, detectan, miden, reproducen, controlan y permiten el tratamiento de la información y la comunicación. Esta definición se traduce, siguiendo la metodología de la OCDE, en tres subramas de actividad: la manufactura de maquinaria, equipos, componentes, accesorios, instrumentos de medida y control y los equipos de comunicación, así como los servicios de

programación, las ventas y alquileres de maquinaria y los servicios de comunicaciones.³

Con la determinación de las ramas productivas integrantes de la industria de la información, ya estamos en disposición de abordar la evolución de sus resultados empíricos. Por lo que se refiere a la dimensión económica del sector, así como su evolución en términos nominales y las aportaciones al crecimiento económico, podemos destacar diversos elementos. Primero, la evolución creciente de la industria de la información en la determinación del conjunto de la renta de los EE.UU. En efecto, en términos nominales la participación de esta rama de actividad ha pasado de 5,7% de la renta de los EE.UU. en 1991 a 7,9% en 1999, y con unas previsiones para el 2000 cercanas a 8,5%. Segundo, el elevado dinamismo del sector: entre 1994 y 2000 ha presentado aumentos medios anuales de la renta generada cercanos al 10%, claramente por encima de los avances, cercanos al 5% del conjunto de la economía. Y, tercero, la elevada contribución del sector de la información al crecimiento económico: entre 1995 y 1999 su aportación se ha situado alrededor de 30%. Por tanto, podemos concluir que el sector productivo de la información se ha configurado en uno de los elementos explicativos del fuerte crecimiento económico de los EE.UU. durante la segunda mitad de la década de los noventa.

Además, una visión panorámica de la OCDE (2000a) nos permite poner de relieve la progresiva importancia que el sector TIC va presentando sobre el conjunto de la actividad económica. Para analizarlo, estudiaremos cuatro macromagnitudes: el VAB (Valor Añadido Bruto), la ocupación, el gasto en I+D y el comercio exterior. Por lo que se refiere al VAB, principal indicador de la evolución de la actividad productiva de cualquier sector de actividad, es de destacar que en 1997 los EE.UU. acaparaban la mitad del valor añadido TIC de toda la OCDE, valor que contrasta con su representación, cercana a una tercera parte, en términos del total del valor añadido. Por orden de importancia, seguían a los EE.UU., la UE con 27,6% del conjunto del valor añadido generado en la OCDE, mientras que Japón representaba 12,8%. Sin embargo, cuando se analiza la participación del sector TIC sobre el total de la actividad económica de cada país, las percepciones de implantación de esta emergente rama de actividad que podríamos tener a priori presentan ciertas sorpresas. En efecto, los

³ El Departamento de Comercio de los EE.UU. utiliza la clasificación de actividades productivas SIC (*Standard Industrial Classification*), mientras que la OCDE utiliza su versión internacional y comparable ISIC (*International Standard Industrial Classification o Clasificación Internacional Industrial Uniforme: CIU*). Véase, UN (2001).

países con una participación del sector TIC más elevada sobre el conjunto del valor añadido son Corea (con 10,7% del total en 1997), Suecia (9,3%) y Hungría (9,2%). Los EE.UU. (8,7%), Gran Bretaña (8,4%) y Finlandia (8,3%) también presentaban participaciones elevadas, mientras que Japón (5,8%) y los grandes países de la Unión Europea (con porcentajes inferiores al 6,5%) se situaban a una cierta distancia de los países con un sector digital más desarrollado.

Esta primera aproximación al sector TIC para el conjunto de países de la OCDE puede completarse con un breve análisis de la ocupación. Como podría esperarse, en 1997, la tríada representaba la mayoría de puestos de trabajo del sector en la OCDE, con 35,3% del total los EE.UU., 34,7% la UE y 16,1% Japón. Una primera conclusión a realizar es la mayor intensidad en trabajo del sector TIC en la UE, ya que con 27,6% del total del valor añadido de la OCDE, ocupaba un porcentaje de personas claramente superior (34,7% del total de la OCDE). En cambio, los registros de los EE.UU. parecen estar en sintonía con una mayor intensidad del capital, ya que con poco menos de la mitad del valor añadido generado en la OCDE, el volumen de ocupados sólo representaba 35,3%. En lo referente al análisis individualizado, nuevamente países no esperados ocupan las primeras posiciones. En este sentido destaca Suiza, con 6,0% de toda la ocupación en el sector TIC, Hungría (5,7%), Noruega (5,3%) y Dinamarca (5,1%). En los EE.UU. las TIC representaban 3,9% del total de la ocupación, mientras que en Japón el porcentaje era de 3,4% y en la UE 3,9%.⁴

Por lo que se refiere al gasto en I+D destaca, en primer lugar, que los EE.UU. (con 51,5% del total de la OCDE), Japón (con 22,4%) y la Unión Europea con menor intensidad que el valor añadido y la ocupación (17,3%) lideraban en 1997 esta tipología de inversión. Por países, se aprecian diferencias significativas cuando se analiza la intensidad (la participación del gasto en I+D TIC sobre

el VAB del sector TIC) de esta inversión. En efecto, Japón (con 17,2% del VAB TIC), Finlandia (con 15,7%), Suecia (con 12,1%) y los EE.UU. (con 10,3%) presentan participaciones mucho mayores que el resto de países de la OCDE, lo que podría explicar la fuerte dinámica del sector en la actualidad. Del mismo modo, también se aprecian diferencias muy importantes cuando se relaciona el gasto en investigación y desarrollo del sector TIC con el gasto total en investigación y desarrollo del sector privado de la economía. De nuevo, este indicador lo lidera Finlandia, con más de la mitad de la inversión en I+D destinada al sector TIC. Igual que con el valor añadido y la ocupación los grandes países de la Unión Europea presentan una participación de la inversión en I+D en el sector TIC claramente inferior a la de los EE.UU., Japón y los países escandinavos.

El análisis del sector exterior de bienes y servicios TIC también pone de relieve diferencias significativas. En primer lugar, cabe destacar que en 1998 tanto la UE como la OCDE presentaban un déficit comercial de mercancías del sector TIC, déficit liderado por los EE.UU., Canadá, Alemania, Italia, Australia y España. Por el contrario, Japón, Irlanda, Finlandia, México, Corea, Suecia, Gran Bretaña y Hungría presentaban un superávit comercial. De hecho, un indicador del grado de apertura del sector TIC (medido a través de la suma de exportaciones e importaciones en relación con las exportaciones e importaciones del total de la economía) muestra que el país más abierto al exterior en 1998 era Irlanda (con una participación del sector exterior TIC sobre el total de 33,1%), seguido, ya a una cierta distancia, por Hungría, Corea, México, Japón, Finlandia y Holanda. Una vez más, ninguno de los cinco grandes países europeos aparece en las primeras posiciones por lo que se refiere al grado de apertura exterior del sector TIC (sólo Gran Bretaña se acerca a las participaciones comentadas anteriormente).

Finalmente, y atendiendo a la evolución de estas cuatro magnitudes económicas, la OCDE presenta una ordenación orientativa por países de la intensidad en el sector TIC.⁵ A partir de la posición que ocupan con relación al conjunto de la OCDE para cada una de las cuatro magnitudes presentadas se dividen los países en tres grupos: intensidad TIC elevada, intensidad TIC media e intensidad TIC baja. Los resultados muestran cómo dos países escandinavos (Finlandia y Suecia), los EE.UU. y Gran Bretaña, así como tres países (Hungría, Corea e Irlanda) especializados en alguna de las producciones del sector, lideran el desarrollo económico del sector TIC. En el grupo de intensidad media se inscribe un amplio conjunto de países, entre los cuáles destacan el resto de países escandinavos y algunos de los grandes países de la Unión Europea, como Francia e Italia. Finalmente, en el grupo de países con menor intensidad en el uso de las TIC encontra-

⁴ Una primera aproximación (Vilaseca y Torrent, 2001a) a la ocupación de los sectores TIC para la economía española sugiere un volumen de ocupados cercano al medio millón de personas en el 2000. En 1997 esta cifra se situaba alrededor de 360.000 personas, un 2,8% del total de ocupados (un punto por debajo de la media de la UE).

⁵ Es importante destacar que esta clasificación está realizada con datos de 1997 y 1998 y, por tanto, está atrasada en el tiempo. Precisamente, la intención de nuestro análisis es actualizar, para algunos de los países más relevantes de la OCDE, esta información.

mos a Australia, Bélgica, República Checa, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, Turquía y dos de los grandes países de la Unión Europea: Alemania⁶ y España⁷. En este sentido, y a modo de resumen podemos afirmar que el sector TIC es un sector emergente, que representará una parte creciente de la actividad y del crecimiento económico y que hay que incidir en el desarrollo de métricas para abordar su seguimiento.

Como hemos señalado anteriormente, una de las principales variables macroeconómicas que nos permite realizar el seguimiento de un sector económico y, en concreto, del sector TIC, es el VAB. Con el objetivo de actualizar la información de la OCDE y presentar una ordenación orientativa por países del desarrollo económico del sector TIC, lo cual incluye la actualización de los datos de ocupación, I+D y sector exterior, a continuación se presenta una estimación del valor añadido bruto para nueve países (EE.UU., Japón, Finlandia, Suecia, Alemania, Gran Bretaña, Francia, Italia y España) en el período 1996-2000. Para la realización de la estimación se ha tomado como referencia el único dato publicado, acorde con la definición de sector TIC establecida, es decir, el VAB del año 1997. Una primera parte de la estimación comprende la evolución del valor añadido entre los años 1991 y 1996. Para el cálculo de la variable en dicho período, se ha utilizado el porcentaje de gasto TIC sobre el VAB total de la economía, dato ofrecido tanto por la OCDE (2001a; 2001b; 2001c) como por el EITO (2002; 2001; 2000; 1999). Con la obtención del valor absoluto que supone el sector TIC, tenemos lo que representa el consumo más la inversión, de forma que tan sólo tendríamos que añadirle el valor del saldo exterior para obtener el valor requerido.

Con el fin de obtener una serie homogénea, las tasas de crecimiento resultantes se aplican al valor ofrecido por la OCDE para el año 1997 y se obtiene la correspondiente serie de VAB 1991-1997. Por otra parte, para la estimación a partir del año 1998, se parte de los datos de valor de mercado TIC publicado por el EITO. El supuesto para la obtención de la serie correspondiente consiste en que el valor añadido supone una proporción constante del valor de mercado en las tecnologías de la información y la comunicación. El EITO ofrece la serie de valor de mercado para el período 1997-2002, de forma que podemos calcular la proporción que supone en 1997 el valor añadido respecto al valor de mercado y obtener así la serie 1998-2002.

En resumen, la metodología de cálculo del valor añadido bruto es la siguiente:

$$\text{Si: } \frac{VAB_{TIC}}{VAB_{97}} = \frac{VAB_{TIC} \cdot 97 * (\% \text{ GTOtic} + \text{SaldoTIC})}{(\% \text{ GastoTic} + \text{Saldo}) \cdot 97}$$

$$t \in (1997, \dots, 2002)$$

$$\text{Si: } \frac{VAB_{TIC}}{VAB_{97}} = \frac{VAB_{TIC} \cdot 97 * (\text{ValorMdoEI} \text{ TO})}{(\text{ValorMdo}) \cdot 97}$$

Por otra parte, y en línea con la metodología utilizada en el apartado dedicado a la penetración de las TIC en la actividad económica, se ha tratado de realizar un ranking de países en el que se analiza el grado de desarrollo al que han asistido cada uno de ellos durante los últimos 5 años, es decir, en el período 1996-2000. De esta forma, tanto para 1996 (año inicial) como para 2000 (último año disponible), se ha asignado el valor cien al máximo entre el conjunto de países analizados y anteriormente descritos. Es decir, para una variable «X» en 1996 se asigna el valor 100 al país que en ese año tenga un valor más elevado. De la misma forma, el 2000 se recalcula el máximo por países, obteniendo así una medida de la evolución TIC relativa y, a su vez un índice de convergencia (Indicador del desarrollo económico del sector TIC).

El Indicador del desarrollo económico del sector TIC (tabla 1) ofrece dos grupos de países bien diferenciados: por un lado, *Estados Unidos, Japón, Finlandia y Suecia* destacan por encima del resto y obtienen un valor para el índice muy por encima de la media del conjunto de los 9 (100 para EE.UU. en ambos años, 88,4 y 85,9 para Japón en 1996 y 2000, respectivamente, 82,4 y 98,7 para Finlandia y 81,8 y 86,9 para Suecia en 1996 y 2000 respectivamente, frente a una media

⁶ El hecho que la economía alemana se encuentre entre las que presenta un desarrollo económico inferior del sector TIC se debe, básicamente, a su baja especialización (menos del 6% de VAB en 1997). Sin embargo, la elevada inversión en I+D (más de 3,5 veces la total) y el peso específico elevado de los servicios de telecomunicaciones resituarian al alza los registros alemanes si dispusiésemos de datos más recientes.

⁷ De las cinco grandes economías de la Unión Europea la española es la que presenta un atraso relativo más elevado en relación con el desarrollo del sector TIC. Sin embargo, los registros del sector exterior muestran un importante crecimiento de las exportaciones (21,5% de media en el período 1990-1998, por encima del 13,7% del total de la economía), si bien las importaciones evolucionaban a un ritmo similar (cerca de 11% tanto las del sector TIC como las del conjunto de la economía). De hecho, un estudio reciente de Eurostat (2001) sugiere que el VAB TIC de la economía española en relación con el total de la actividad económica se situaba alrededor del 3% en 1998.

de 70,4 en 1996 y de 72,3 en 2000). Un primer elemento a destacar es que hay una clara convergencia en el indicador impulsada por el fuerte crecimiento de los dos países nórdicos. Por otro lado, existe un segundo grupo de países con registros inferiores a la media y que han sufrido un aumento o incluso disminuciones en el índice y que, por lo tanto, han registrado una mayor o menor divergencia en media. Tanto Gran Bretaña como Italia crecieron aunque sensiblemente por debajo de la media mientras que Alemania, Francia y España disminuyeron en 0,4, 1,7 y 2,1 puntos respectivamente.⁸

El análisis diferenciado por países nos proporciona, asimismo, una perspectiva más clara de las causas que fundamentan el indicador. En primer lugar, Francia ocupa la penúltima posición en el ranking, sólo por encima de España y con una evolución negativa en el período 1996-2000, como consecuencia, fundamentalmente, de una menor inversión en investigación, lo que tiene su reflejo en la creación relativa de empleo TIC. La parte positiva la encontramos en la mejora del sector exterior, que mostró un mayor dinamismo y favoreció un mejor comportamiento del valor añadido aunque lejos de la media de los países analizados. Este comportamiento fue generalizado entre los países analizados, sobre todo en lo referente al investigación y desarrollo y el empleo, donde Suecia y Estados Unidos, respectivamente, crecieron muy por encima del resto, lo cual provocó una caída que vió reducida su diferencia relativa a pesar del crecimiento. Por lo que concierne a Italia es destacable el fuerte impulso del valor añadido, que desde los bajos niveles registrados en 1996 (64,1 puntos) avanzó hasta los 89,6 en 2000, superando así la media de este indicador (80,9 en 2000). Los indicadores de I+D y empleo, presentaron caídas significativas, lo cual unido a un sector exterior poco dinámico, explica la posición italiana lejos de los países más avanzados en el desarrollo económico de las tecnologías de la información y la comunicación.

Tabla 1
Indicador del desarrollo del sector TIC. 1996-2000

<i>Medida de índice para las variables VAB. (ocupación, exportaciones, importaciones, investigación y desarrollo)</i>			
	1996		2000
EEUU	100,0	EEUU	100,0
Japón	88,4	Finlandia	98,7
Finlandia	82,4	Suecia	86,9
Suecia	81,8	Japón	85,9
Gran Bretaña	72,9	Gran Bretaña	75,3
Italia	59,7	Italia	60,7
Alemania	59,5	Alemania	59,1
Francia	58,6	Francia	56,9
España	43,1	España	40,9
Media	70,4	Media	72,3

Fuente: Elaboración propia.

⁸ Es importante tener en cuenta que una disminución del indicador no implica necesariamente que haya habido una caída de alguna de las variables propuestas. Esto es debido a que lo que se está analizando es una medida relativa, es decir, el índice puede caer porque el ratio del VAB, por ejemplo, haya crecido menos en España que en Estados Unidos.

Tabla 1 (continuación)
Indicador del desarrollo del sector TIC, 1996-2000

	VAB		I+D		X+M		Ocupación	
	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Francia	49,1	57,1	72,8	44,0	32,8	42,3	69,8	50,7
Alemania	79,0	83,0	58,4	33,6	28,7	39,7	62,0	45,4
Gran Bretaña	98,9	95,8	39,5	28,0	28,7	39,7	62,0	45,4
Italia	64,1	89,6	65,0	37,3	22,1	25,8	77,4	54,4
Suecia	85,7	95,7	100,0	69,4	34,3	57,3	93,5	73,9
Finlandia	78,6	90,8	95,3	100,0	43,3	76,3	98,5	69,7
Japón	71,3	70,3	96,2	72,2	100,0	100,0	71,1	50,6
EEUU	100,0	100,0	91,7	59,8	91,4	81,4	100,0	100,0
España	50,7	46,2	33,1	20,1	21,3	24,2	60,0	48,9

Fuente: Elaboración propia.

Gran Bretaña supone la frontera entre un primer grupo de países donde el desarrollo del sector TIC está más avanzado (Estados Unidos, Japón, Finlandia y Suecia) y un segundo grupo de países en una fase más retardada (compuesto por Italia, Alemania, Francia y España). El país anglosajón ha mantenido en el período analizado una tendencia positiva y ha continuado en una línea de convergencia con Estados Unidos. El aspecto más destacado de Gran Bretaña lo compone el sector exterior que registró un fuerte impulso en el período 1996-2000 y que tiene su reflejo en el VAB, tan sólo superado por Estados Unidos. Por el contrario, el gasto en investigación y desarrollo es el aspecto menos positivo en lo referente al desarrollo de la industria TIC. Por otra parte, y como se ha destacado, hay un conjunto de países que lideran el desarrollo del núcleo de la economía del conocimiento. Suecia ha evolucionado de forma muy positiva entre los años analizados, gracias principalmente al mejor comportamiento respecto a Estados Unidos, que le hizo obtener un índice más elevado a pesar de la fuerte caída de la inversión en investigación y desarrollo. Una vez más, en línea con el resto de países, es el sector exterior el indicador de mejor comportamiento. El liderazgo de los países nórdicos tiene su reflejo en el comportamiento de Finlandia, que destacó como el de mejor evolución en la segunda parte de la década de los 90. Así, tan sólo la ocupación mantuvo una línea menos expansiva, comportándose muy a la par de la creación de empleo del conjunto de la economía (16,7% y 15,1% respectivamente). Además, el gran dinamismo del sector exterior y el fuerte aumento de la inversión impulsaron el crecimiento del valor añadido TIC.

Japón, aunque se sitúa en el grupo de cabeza en el desarrollo del sector TIC, fue el país que peor se comportó entre 1996 y 2000. La mala evolución de la economía japonesa en los últimos años tuvo también su reflejo en las tecnologías de la información y de la comunicación. De entre los cuatro indicadores, destacó el dinamismo exterior, que fue el más sobresaliente tanto en 1996 como en 2000. El empleo, la inversión en investigación y desarrollo y el valor añadido avanzaron, sin embargo, de forma mucho más contenida. Estados Unidos lideró, tanto en 1996 como en 2000, el Indicador del desarrollo económico del sector TIC. En efecto, el valor añadido generado, así como el empleo creado en el sector TIC, fueron mucho mayores que en los sectores tradicionales de la economía. El aspecto negativo estuvo en la fuerte caída relativa de la inversión en I+D, así como en la menor expansión registrada en el indicador exterior.

Finalmente, en el caso español es preciso matizar que forma parte de un tercer grupo de países con un menor desarrollo de la industria de las tecnologías de la información y de la comunicación no analizados en el presente trabajo. Así, la distancia con los ocho países que componen el ranking de desarrollo del sector TIC es muy notable. En esta línea, uno de los hechos más destacables es la divergencia respecto a éstos, lo cual indica una etapa de desarrollo mucho más tardía que en el caso, por ejemplo, de los principales países de la Unión Europea. La gran distancia entre la inversión

española en investigación y desarrollo y la realizada en los otros ocho países, tiene su reflejo en un bajo desarrollo del sector exterior. Por otro lado, y a pesar de la caída del índice de ocupación, el empleo supone el punto fuerte del sector TIC español.

3. una contribución empírica e Internacional al desarrollo de la industria de la Información

Tal y como se ha venido mencionando, la masiva incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la actividad económica ha traído la aparición de un nuevo sector económico: el sector TIC. Sobre la base de este acontecimiento, nuestro propósito es realizar un análisis del valor añadido en el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los países más desarrollados con el fin de establecer algunas pautas de comportamiento. Por tanto, una vez establecido el marco de desarrollo del sector TIC a partir de la construcción del indicador presentado en la sección anterior, nuestro objetivo es desarrollar un modelo estructural que nos permita dibujar la panorámica de este nuevo sector económico. De esta forma, podemos encontrar las principales diferencias existentes en el crecimiento económico de los países más avanzados sobre la base de las ecuaciones estructurales de cada economía.

Una posible vía de aproximación a la formación del valor añadido podría ser la explicación de los factores que componen la función de producción. Si partimos de la función Cobb-Douglas, el valor añadido podría aproximarse con el capital físico, el capital humano y el progreso técnico. Como alternativa, podemos tratar de estimar los factores que influyen por la vía de la demanda, es decir, a partir del consumo, el sector exterior y la inversión. Cualquiera de las dos aproximaciones podría ser válida para realizar un análisis estructural del desarrollo del núcleo de la nueva economía en Europa. Por ello, trataremos de aproximarnos por ambas vías para tener una mejor visión de lo acontecido en el sector TIC. Para la realización de nuestro análisis disponemos de una muestra de 16 países (véase tabla 2) obtenida a partir del EITO. Este instituto elabora anualmente un informe en el cual analiza en profundidad la evolución reciente del sector TIC. Además, incluye estimaciones sobre la evolución del valor de mercado de las distintas ramas que componen el sector para diferentes países de Europa.

Tabla 2
Países incluidos en el análisis

Austria	Bélgica	Dinamarca	Finlandia
Francia	Alemania	Grecia	Irlanda
Italia	Holanda	Noruega	Portugal
España	Suecia	Suiza	Reino Unido

Como complemento a los datos ofrecidos por el EITO, disponemos de una serie estadística de I+D, publicada por la OCDE, en la cual se expone el esfuerzo innovador para un gran número de países y con una desagregación de dos dígitos en la clasificación ISIC (Rev. 2 y Rev. 3). Dado que nuestro objetivo es medir el impacto del esfuerzo innovador en el valor añadido del núcleo de la economía del conocimiento, nuestro modelo inicial a contrastar debe ser el indicado en las ecuaciones [1] y [2].

$$VAB_{TIC} = \alpha + \beta * X + \varepsilon \quad [1]$$

$$X = \lambda_0 + \lambda_1 * innovación + \lambda_2 * X' \quad [2]$$

Es decir, el valor añadido bruto es una función lineal de una serie de variables contenidas en un vector X . El desglose de estas variables nos muestra la relación en la cual estamos interesados: el efecto de la innovación sobre el valor añadido del sector. Este vector de variables, tal y como se ha expuesto al inicio de la sección, debe estar compuesto por el capital físico (K_{TIC}) y el capital humano del sector TIC (H_{TIC}) y otras variables no observables recogidas por X'' .

$$VAB_{TIC} = \alpha + \beta_1 * innovación + \beta_2 * H + \beta_3 * K + \beta_4 * X'' + \varepsilon \quad [3]$$

En lo que respecta a la variable de innovación, tal y como se ha mencionado, será aproximada a través de la I+D del sector TIC. No obstante, desglosaremos dicha innovación en cuatro partes según el subsector en el cual se realice. Así, la tabla 3 proporciona una distribución de las actividades que componen la industria de la información clasificándolas en cuatro grandes subsectores (manufacturas TIC, servicios TIC, telecomunicaciones y contenidos digitales).

Tabla 3
Desglose de las ramas productivas de la Industria de la Información

	Manufacturas TIC
3000	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática
3130	Fabricación de hilos y cables aislantes
32	Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones
3210	Fabricación de tubos y válvulas y otros componentes electrónicos
3220	Fabricación de equipos de transmisión de radio, TV, telefonía y telégrafo
3230	Fabricación de equipos receptores de TV, radio, sonido, vídeo y asociados
3312	Fabricación de instrumentos y aparatos de medida no industrial
3313	Fabricación de equipos de control para procesos industriales
6420	Telecomunicaciones
	Servicios TIC
5150	Comercio al por mayor de maquinaria, equipos y materiales
7123	Alquiler de máquinas y equipos de oficinas (incluidos ordenadores)
72	Informática y actividades que se relacionan
7210	Consulta de equipos informáticos
7220	Consulta de programas de informática y suministro de programas informáticos
7230	Proceso de datos
7240	Actividades relacionadas con las bases de datos
7250	Mantenimiento y reparación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática
7290	Otras actividades informáticas
	Industria de los contenidos digitales
2213	Edición de soportes grabados
2230	Reproducción de soportes grabados
9211	Producción y distribución cinematográfica y de vídeo
9213	Actividades de radio y televisión

Fuente: Torrent, 2002.

En consecuencia, como se desprende de la mencionada tabla, trataremos de evaluar el impacto de la innovación según el grupo de actividad donde se realice el esfuerzo innovador. Por tanto, la ecuación [3] se transforma en la ecuación [4]

$$VAB_{TIC} = \alpha + \beta_{11} * M + \beta_{12} * Telecom + \beta_{13} * STIC + \beta_{14} * CD + \beta_2 * H + \beta_3 * K + \beta_4 * X'' + \varepsilon \quad [4]$$

dónde M, Telecom., STIC y CD son la I+D en manufacturas TIC, Telecomunicaciones, Servicios TIC y Contenidos Digitales, respectivamente.

La relación empírica entre la inversión en I+D y el valor añadido ha sido ampliamente analizada y contrastada a nivel empírico. La idea que subyace a esta relación es el efecto positivo de la innovación tecnológica sobre la generación de valor empresarial. La tabla 4 muestra algunos resultados empíricos de esta vinculación. Esta evidencia empírica nos destaca, fundamentalmente, el efecto positivo encontrado entre la inversión en investigación y desarrollo y el PIB para un panel de diferentes regiones y países del mundo, aunque como señala un reciente trabajo de Fagerberg y Verspagen (2002) esta vinculación depende, entre otros elementos, del tamaño y la homogeneidad de la muestra.

Tabla 4
El impacto de la inversión en I+D sobre la generación de valor añadido

Autores	Variable dependiente	Descripción
Fagerberg, Verspagen, Caniëls (1996)	PIB per cápita 1980-90. 64 regiones europeas	Efecto positivo de la I+D
Meliciani (2001)	PIB per cápita 1973-83. Muestra países OCDE	Efecto positivo y muy significativo de la I+D
Meliciani (2001)	Crecimiento del PIB 1973-1980	Efecto positivo y muy significativo de la I+D
Fagerberg, Verspagen (2002)	Productividad 1973-90. 40 países del mundo.	Efecto positivo de la I+D pero no significativo
Fagerberg (2002)	PIB 1960-83. Países de la OCDE.	Efecto positivo del número de patentes

Autores:Variable dependiente.

Fuente: Elaboración propia a partir de varios autores.

Por lo que respecta a las variables de capital humano y físico, existen numerosos problemas para encontrar datos con la suficiente desagregación. Es decir, resulta relativamente fácil encontrar series de capital físico y capital humano para el conjunto de la economía, pero dada la corta historia del sector TIC resulta realmente complicado encontrar datos de estas variables para el sector TIC (capital físico y humano en el sector TIC). Estas dificultades nos obligan a buscar una alternativa a la explicación del VAB TIC. Una posibilidad es, tal y como se ha expuesto al inicio de esta sección, realizar la estimación del modelo por la vía de la demanda. Es decir, analizar el comportamiento a partir del consumo, la inversión y el sector exterior en las tecnologías digitales. Desde este punto de vista, la investigación y desarrollo en el sector aproxima la inversión en este sector, mientras que el consumo y el sector exterior pueden venir aproximados por el gasto TIC y por las exportaciones e importaciones, respectivamente, para los cuales sí se dispone de datos.

Por lo tanto, el modelo alternativo viene dado por

$$VAB_{TIC} = \alpha + \beta_1 * innovación + \beta_2 *gasto TIC + \beta_3 *Sector Exterior + \beta_4 * X'' + \varepsilon \tag{5}$$

$$VAB_{TIC} = \alpha + \beta_{11} *M + \beta_{12} *Telecom + \beta_{13} *STIC + \beta_{14} *CD + \beta_2 *gasto TIC + \beta_3 *Sector Exterior + \beta_4 * X'' + \varepsilon \tag{6}$$

La ecuación [6] describe el modelo final a estimar. Para ello, realizaremos la estimación de un año «t» en la que

incluiremos un conjunto de países para los que existen datos. En lo que respecta a la variable a explicar, el *VAB TIC*, lo aproximaremos a través de los datos ofrecidos por el EITO (2002), en el cual, tal y como se ha mencionado, se describe la evolución reciente del valor de mercado del sector TIC para varios países europeos. Esta aproximación del valor añadido bruto si bien no es exacta, sí debería ajustarse suficientemente a la evolución de la misma.⁹

Con el fin de obtener una estimación robusta, realizaremos la estimación simultánea para varios períodos diferentes con datos de panel en cada uno de ellos (pool). De esta forma, el volumen de datos será lo suficientemente grande como para obtener algunas conclusiones preliminares de las características del núcleo de la economía del conocimiento. Tal y como se ha mencionado, la innovación se aproximará mediante la inversión en I+D desglosada para los cuatro subsectores anteriormente nombrados. Dichos datos están disponibles para el año 1997, de forma que trataremos de explicar el VAB del sector para el año 1998 y siguientes. De esta forma, tendremos una explicación no sólo de la composición de la variable en el año 1998, sino también del impacto de cada una de las variables explicativas en el tiempo. Otro problema con su incorporación radica en la fuerte correlación que existe entre los mismos. La tabla 5 muestra las correlaciones entre estas cuatro variables.

Tabla 5
Matriz de correlaciones entre las variables de I+D

Correlaciones calculadas sobre la inversión en I+D en valores absolutos				
	M	Telecom	STIC	CD
M	1.000	0.475	0.494	0.819
Telecom.	0.475	1.000	0.967	0.727
STIC	0.490	0.967	1.000	0.734
CD	0.820	0.727	0.734	1.000

La tabla 6 muestra el impacto de cada una de las variables referentes a la innovación de una forma aislada. Como se puede observar, todas ellas muestran un efecto significativo y positivo en el tiempo a partir del segundo año, es decir, a partir de 1999. Por el contrario, en el primer año una vez realizada la inversión el efecto es no significativo. Así, los resultados nos muestran como el efecto de la innovación es nulo en el corto plazo, pero positivo y creciente en el medio y largo plazo (a partir del segundo período). Por tanto, centraremos nuestro análisis en la explicación del valor añadido desde 1999, año en el cual comenzamos a experimentar el efecto positivo de la variable explicativa.

⁹ En el apartado 2 se presentó una estimación del VAB del sector TIC para los años 1996-2000. Como se indicó en la construcción de esta variable, a partir del año 1997 se utiliza el valor de mercado como aproximación al crecimiento del VAB. En consecuencia, para realizar las estimaciones de las diferentes ecuaciones que se presentan en esta sección, se utilizará el propio valor de mercado. De esta forma, podremos introducir el gasto TIC como variable explicativa, ya que las metodologías de cálculo son diferentes.

Tabla 6
Efecto estimado de la innovación y su difusión en el tiempo. 1998-2001

Estimaciones realizadas a partir de los pesos de cada una de las variables respecto al PIB					
	1998	1999	2000	2001	1998-200
C	5760,4	5760,4	5760,4	5760,4	
	(1,17)	(1,17)	(1,17)	(1,17)	
M	-3,23	36,44***	41,44***	43,54***	
	(-0,56)	(6,32)	(7,18)	(7,55)	
R2-ajustado					71,03
C	11261***	11261***	11261***	11261***	
	(3,31)	(3,31)	(3,31)	(3,31)	
	-26,55	137,67***	161,71***	173,45***	
	(-0,99)	(5,15)	(6,04)	(6,48)	
R2-ajustado					70,00
C	9717**	9717**	9717**	9717**	
	(2,13)	(2,13)	(2,13)	(2,13)	
STIC	-17,96	120,88***	139,59***	148,28***	
	(-0,90)	(6,05)	(6,99)	(7,43)	
R2-ajustado					70,84
C	6180**	6180**	6180**	6180**	
	(1,18)	(1,18)	(1,18)	(1,18)	
CD	-16,65	177,30***	203,10***	214,69***	
	(-0,54)	(5,74)	(6,95)		
R2-ajustado					71,30

*** Significativo a 99%; ** Significativo a 95%; * Significativo a 90%.

Por otra parte, como se puede observar, las actividades agrupadas en contenidos digitales presentan una elevada correlación con el resto de sectores, especialmente alta en el caso de las manufacturas TIC. Asimismo, la inversión en I+D del sector de telecomunicaciones también presenta una muy fuerte correlación con los servicios TIC. En consecuencia, la inclusión, por ejemplo, de manufacturas TIC y servicios TIC, ya recoge el efecto de los otros dos sectores en el valor añadido.

Tabla 7
Efecto estimado de la innovación y su difusión en el tiempo, 1999-2001

Estimaciones realizadas a partir de los valores absolutos de cada una de las variables respecto al PIB t-ratio entre paréntesis				
	1999	2000	2001	1999-2001
C	-2666.9	-2811.1	-2239.0	
M	24,95***	27,51***	27,94***	
	(4,529)	(4,993)	(5,072)	
STIC	78,80***	91,12***	97,63***	
	(4,342)	(5,020)	(5,379)	
R2-ajustado				88,27

*** Significativo a 99%; ** Significativo a 95%; * Significativo a 90%

La tabla 7 muestra los resultados de la estimación del sistema formado por las ecuaciones [7], [8] y [9].

$$VAB_{TIC_1999} = \alpha + \beta_{11} * M + \beta_{13} * STIC + \varepsilon \quad [7]$$

$$VAB_{TIC_2000} = \alpha + \beta_{11} * M + \beta_{13} * STIC + \varepsilon \quad [8]$$

$$VAB_{TIC_2001} = \alpha + \beta_{11} * M + \beta_{13} * STIC + \varepsilon \quad [9]$$

Los coeficientes resultantes de la estimación de [7], [8] y [9] permiten obtener varias conclusiones (véase tabla 7). En primer lugar, el efecto de la inversión en I+D tiene consecuencias positivas y crecientes en el tiempo al menos hasta cuatro años después de realizada dicha innovación. Además, la constante del modelo que capta el efecto fijo de cada año, parece no ser significativo, es decir, si la inversión es nula, no hay efecto sobre el VAB y, en consecuencia, la realizada en años anteriores no supone un efecto fijo positivo para el sector. Por otro lado, cabe destacar el elevado R² ajustado, cercano al 90% del conjunto del modelo.

Una vez analizado el efecto de la innovación sobre el VAB en niveles, trataremos de hacer el mismo análisis con las variables en porcentaje respecto del PIB total de cada país, de forma que el coeficiente de las estimaciones tenga una mejor interpretación. La tabla 8 presenta las estimaciones resultantes para conjunto de variables de innovación analizadas. Como podrá observarse, las estimaciones han sido realizadas independientemente para cada una de las cuatro variables de I+D (de forma análoga a lo expuesto en la tabla 6 para el período 1998-2001). La razón es que la correlación existente entre ellas es ahora diferente de la mostrada anteriormente (véase tabla 5). Por otra parte, resulta útil conocer el impacto de cada uno de los sectores sobre el VAB TIC.

Los resultados nos permiten obtener algunas conclusiones. Por un lado, la innovación (aproximada mediante la inversión en I+D) en los servicios TIC y en los contenidos digitales tiene una incidencia positiva y creciente en el tiempo sobre el peso del VAB TIC en el conjunto de la economía. En el lado opuesto, la innovación en los sectores de telecomunicaciones y manufacturas TIC no parecen tener una incidencia significativa en dicha variable. Este último resultado, aunque sorprendente a priori, sugiere que el efecto de la innovación en estos subsectores no tiene una incidencia en un plazo mayor de los dos años (recuérdese que la inversión en I+D está calculada para el año 1997). No obstante, la incidencia de ambos sectores debe tenerse en cuenta junto con los resultados de la estimación mostrados en la tabla 7. En ella representábamos el efecto de los valores absolutos. Así, la innovación en las actividades de telecomunicaciones presentan un efecto positivo, lo cual puede estar indicando que el peso de esta actividad no sufre variaciones porque el incremento del VAB TIC se transmite también hacia el resto de economía, produciendo entonces incrementos del PIB¹⁰. En el caso de las manufacturas TIC, el efecto debería ser similar, ya que la innovación en este sector está muy correlacionada con la de manufacturas (véase tabla 5).

¹⁰ EITO. *European Information Technology Observatory 2000*. Millennium Edition, Frankfurt am Main: EITO. 2000.

Tabla 8
Efecto estimado de la innovación y su difusión en el tiempo, 1999-2001

Estimaciones realizadas a partir de los pesos de cada una de las variables respecto al PIB t-ratio entre paréntesis				
	1999	2000	2001	1999-2001
C	0,0735***	0,0804***	0,0862***	
	(9,37)	(10,25)	(10,98)	
M	2,233	2,107	1,727	
	(1,16)	(1,09)	(0,89)	
R2-ajustado 1,72				
C	0,0715***	0,0786***	0,0823***	
	(7,59)	(8,34)	(8,74)	
Telecom	21,97	20,79	23,65	
R2-ajustado				7,89
C	0,0610***	0,0676***	0,0675***	
	(7,19)	(7,96)	(7,94)	
STIC	26,99**	27,01**	33,68***	
	(2,60)	(2,60)	(3,24)	
R2-ajustado				39,05
C	0,0705***	0,0772***	0,0773***	
	(10,55)	(11,55)	(11,56)	
CD	17,92**	18,37**	27,16***	
	(2,25)	(3,31)	(3,41)	
R2-ajustado				40,79
C	0,0615***	0,0674***	0,0703***	
	(5,90)	(6,47)	(6,75)	
I+D TIC1	4,81**	5,09**	5,67***	
	(2,20)	(2,32)	(2,59)	
R2-ajustado				35,42

1. El I+D TIC representa el peso total de los cuatro sectores (Manufacturas TIC, Telecomunicaciones, servicios TIC y contenidos digitales) sobre el PIB.

*** Significativo a 99%; ** Significativo a 95%; * Significativo a 90%

Una última conclusión es que no sólo es importante la innovación en cada uno de los subsectores que componen el núcleo de la economía del conocimiento, sino que también es importante la inversión global que representan estos cuatro sectores, es decir, la innovación en TIC. Una vez analizado el efecto de la innovación en el valor añadido de las tecnologías digitales, trataremos de introducir variables que nos permitan una aproximación por la vía de la demanda, en sintonía con nuestro objetivo de dar una explicación global de los factores que influyen en la composición de dicha variable. Una primera aproximación viene dada por la tabla 9, que muestra el resultado de estimar el modelo expuesto en la ecuación [5]. En el caso de la innovación, aproximaremos la variable a partir de la suma de los cuatro subsectores TIC en porcentaje del PIB, agrupándolo bajo una variable que denominaremos “INNOVA”.

Tal y como se muestra en la tabla 9, tanto el gasto en tecnologías digitales (efecto recogido por la variable GTIC_97) como el sector exterior ((X+M)_97) parecen tener un efecto significativo sobre el valor añadido generado en el sector TIC. No obstante, en este último caso, el efecto es negativo y creciente en valor absoluto, lo cual es contrario a las predicciones de la teoría económica (a mayor apertura exterior, mayor valor añadido). En cualquier caso, los resultados no deberían sorprendernos, básicamente debido a la fuerte relación que existe entre las propias variables explicativas. Es decir, la evolución del gasto TIC está significativamente correlacionada con la del sector exterior y la innovación. De la misma forma, la evolución tanto de las ventas como de las compras está influenciada por la tendencia de las otras dos variables.

Tabla 9
Modelo estructural del VAB TIC. 1999-2001

Estimaciones realizadas a partir de los pesos de cada una de las variables respecto al PIB t-ratio entre paréntesis				
	1999	2000	2001	1999-2001
C	-0,0293	-0,0355	-0,0324	
	(-0,89)	(-1,08)	(-0,99)	
INNOVA_97	2,154	2,279	2,433	
	(1,19)	(1,26)	(1,35)	
GTIC_97	0,0199**	0,0227***	0,0226***	
	(2,92)	(3,33)	(3,31)	
(X+M)_97	-0,0842*	-0,1096**	0,1144**	
	(-1,74)	(-2,27)	(-2,37)	
R2-ajustado	74,90			

*** Significativo a 99%; ** Significativo a 95%; * Significativo a 90%

Un claro ejemplo de la estrecha correlación existente entre el volumen de comercio y la inversión en I+D lo podemos encontrar en Fagerberg (1999). En su modelo, Fayerbery estima el efecto de esta variable en el ratio ventas nacionales-exportaciones para un conjunto de productos y países de la OCDE en el período 1960-1983. Los resultados de la estimación, realizados mediante la misma técnica econométrica empleada en el presente estudio, expuestos en la tabla 10, muestran la estrecha relación existente entre los distintos productos y el comercio exterior.

Para solventar este problema, podemos realizar una aproximación análoga a lo expuesto en el caso de la innovación. Es decir, podemos realizar la estimación econométrica para cada una de las variables por separado. Los resultados de estas dos

estimaciones se encuentran en las tablas 11 y 12. Por lo que respecta al gasto TIC, muestra un efecto positivo sobre el VAB, alcanzando un máximo en tres años después de ser realizado. Esto significa que un incremento en el consumo TIC, se ve reflejado en el VAB con un impacto creciente durante los tres primeros años, a partir de los cuales el efecto se va diluyendo. Por último, en el caso del sector exterior se ha optado por la estimación en valores absolutos, de forma que no se tiene en cuenta el peso de las variables en el Producto Interior Bruto (PIB), sino que buscamos la incidencia del mismo en el nivel de valor añadido. Así, los resultados muestran un efecto positivo y significativo sobre esta variable, tal y como era de esperar.

Tabla 11
Efecto del sector exterior y del Gasto en el VAB TIC, 1999-2001

Estimaciones realizadas a partir de los pesos de cada una de las variables respecto al PIB t-ratio entre paréntesis				
	1999	2000	2001	1999-2001
C	-0,0049	-0,0037	0,0038	
	(-0,17)	(-0,12)	(0,13)	
GTC_97	0,0159***	0,0169***	0,0162***	
	(2,83)	(3,02)	(2,90)	
R2-ajustado				35,58

*** Significativo a 99%; ** Significativo a 95%; * Significativo a 90%

Tabla 12
Efecto del sector exterior en el VAB TIC. 1999-2001¹

Estimaciones realizadas a partir de los pesos de cada una de las variables respecto al PIB				
	1999	2000	2001	1999-2001
C	-647,1	-547,5	-414,0	
	(-0,092)	(-0,077)	(-0,058)	
(X+M)_97	1,735***	1,959***	2,053***	
	(7,21)	(8,14)	(8,53)	
R2-ajustado				82,04

1. Estimaciones realizadas a partir de los valores absolutos de cada una de las variables.
*** Significativo a 99%; ** Significativo a 95%; * Significativo a 90%

4. Conclusiones

En este trabajo se analizó la creciente importancia del sector productivo vinculado con las tecnologías de la información y la comunicación con un doble enfoque empírico e internacional: un análisis descriptivo de la evolución del sector y un modelo estructural que explica el crecimiento de la actividad digital.

La construcción de una serie temporal del valor añadido bruto (VAB) para el período 1991-2002 nos ha permitido en un primer momento realizar el análisis descriptivo del estadio relativo de desarrollo del sector TIC en diferentes países

desarrollados. Este primer análisis realizado para el período 1996-2000, nos permite obtener varias conclusiones a partir de la construcción de un índice de desarrollo basado en cuatro variables: VAB, I+D, empleo y sector exterior (todo ello en el sector TIC). En primer lugar, existen dos grupos de países bien diferenciados: por un lado, *Estados Unidos, Japón, Finlandia y Suecia* destacan por encima del resto; por otro lado, existe un segundo grupo de países que han empeorado su situación relativa durante este período y que, por lo tanto, han registrado una mayor o menor divergencia en media (Gran Bretaña, Italia, Alemania, Francia y España). En segundo lugar, la menor inversión relativa en los casos de España y Francia se tradujo en un peor comportamiento relativo del empleo TIC. Asimismo, destacó el ascenso generalizado del sector exterior, especialmente fuerte en el caso de Finlandia y de Suecia, que, de esta forma, vieron sensiblemente mejorado el VAB TIC, lo cual les permitió situarse tan sólo por detrás de Estados Unidos en el indicador de desarrollo calculado para el año 2000.

Una vez desarrollado el estudio de situación relativa de los diferentes países, hemos analizado la composición del valor añadido en el sector TIC desde la óptica de la demanda. Este análisis econométrico nos ha permitido destacar que, en primer lugar, la innovación, aproximada a través de la inversión en investigación y desarrollo, tiene un efecto positivo sobre el valor añadido con un desfase temporal de dos años. Además, este efecto, lejos de diluirse, es creciente en el tiempo. La desagregación de la inversión en I+D en cuatro sectores (manufacturas TIC, telecomunicaciones, servicios TIC y contenidos digitales), nos permite, además, destacar el efecto positivo de los servicios y de los contenidos digitales. En el caso de las manufacturas, las estimaciones no muestran efectos significativos sobre el valor añadido. Este efecto puede ser atribuible a dos circunstancias. Por un lado, puede estar señalando la imperfección de la variable I+D como aproximación de la innovación en el caso de las manufacturas y de las telecomunicaciones. Por otro, es un síntoma de que la innovación se ha trasladado al resto de actividades económicas, lo cual está ejerciendo una influencia positiva en el propio crecimiento agregado de la economía de los distintos países analizados.

En segundo lugar, la visión desde la óptica de la demanda ha sido completada con la inclusión del sector exterior y del gasto en tecnologías digitales en porcentaje respecto al PIB. La inclusión de ambas variables en el modelo, distorsiona los resultados debido a la elevada correlación existente entre las variables. Su análisis separado, nos permite afirmar que en ambos casos existe un efecto positivo y duradero sobre el VAB TIC. No obstante, en el caso del gasto, tiene un máximo en el tercer año, a partir del cual el efecto empieza a diluirse. Sin embargo, en el caso del sector exterior, este máximo se alcanza en último año analizado. En definitiva, las diferencias en la innovación, la apertura exterior y el gasto en tecnologías digitales explican gran parte de los diferenciales del valor añadido del sector nuclear de la economía del conocimiento.

Bibliografía

- ◆ Atkeson, A. y P. J. Kehoe. The Transition to a New Economy after the Second Industrial Revolution. *NBER working paper 8676*. 2001. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.nber.org/papers/w8676>>.
- ◆ Carnoy, M. *El trabajo flexible en la era de la información*. Madrid: Alianza. 2000.
- ◆ Castells, M. *La era de la información: economía, sociedad y cultura. Vol. I, La sociedad red*. Nueva edición, Madrid: Alianza. 2000.
- ◆ Castells, M. *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*, Madrid: Plaza&Janés, 2001.
- ◆ Crafts, N. The Solow Productivity Paradox in Historical Perspective, *Long Term Trends in the World Economy*, University of Copenhagen, Copenhagen, 2000.
- ◆ David, P. A. Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past. *Understanding the Digital Economy*. Cambridge: MIT Press. 2000.
- ◆ David, P. A. The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol 80 (May, 1990), pp 355-361.
- ◆ EITO. *European Information Technology Observatory 2002*. Frankfurt am Main: EITO, 2002.
- ◆ EITO. *European Information Technology Observatory 2001*. Frankfurt am Main: EITO, 2001.
- ◆ EITO. *European Information Technology Observatory 2000*. Millennium Edition, Frankfurt am Main: EITO. 2000.
- ◆ EITO. *European Information Technology Observatory 1999*. Frankfurt am Main: EITO, 1999.
- ◆ EUROSTAT. *Information Society Indicators*. Bruxelles: European Commission, 2001.
- ◆ Fagerberg, J. *Technology, Growth and Competitiveness. Selected Essays*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing Limited, 2002
- ◆ Fagerberg, J. A technology gap approach to why growth rates differ. *Research Policy*. Nº 16. Agosto, 1987.
- ◆ Fagerberg, J. y Verspagen, B. «Modern Capitalism» in the 1970s and 1980s. En *Growth Employment and Inflation*. M. Setterfield (ed.), Macmillan Press, 1999.

- ◆ Fagerberg, J., Verspagen, B. y Caniels, M. Technology, Growth and Unemployment across European Regions. *Regional Studies*. Nº 31 (5), 1997.
- ◆ Freeman, C. y C. Pérez. Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. *Technical Change and Economic Theory*. London and New York: Pinter Publishers, 1988.
- ◆ Greenspan, A. The Growing need for skills in the 21st century. *US Department of Labor 21st Century Workforce Summit*. Washington, D.C., 2001. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2001/20010620/default.htm>>.
- ◆ Greenspan, A. Technological Innovation and the Economy. *White House Conference on the New Economy*. Washington D.C. 2000. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2000/20000405.htm>>.
- ◆ IMF. The Information Technology Revolution. *World Economic Outlook October 2001*. Washington D.C.: International Monetary Fund, 2001.
- ◆ Instituto de Estudios Económicos (IEE). *La Sociedad de la Información en España*. Revista del Instituto de Estudios Económicos, Vol. 1 y 2 (2001), 2001.
- ◆ Kranzberg, M. The information age: evolution or revolution?. *Information Technologies and Social Transformation*. Washington D.C.: National Academy of Engineering, 1985.
- ◆ Meliciani, V. *Technology, Trade and Growth in OECD countries*. Routledge (ed), 2001.
- ◆ Mokyr, J. *The Level of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press, 1990.
- ◆ Norton, R.D. *Creating a New Economy. The Entrepreneur and the US Resurgence*. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2001.
- ◆ OCDE. *OCDE Science, Technology and Industry Scoreboard. Towards a Knowledge-Based Economy*. Paris: Science and Innovation, 2001.
- ◆ OCDE. *A New Economy?. The Changing Role of Innovation and Information Technology in Growth*. Paris: OCDE, 2000.
- ◆ OCDE. *Measuring the ICT sector*. Paris: OCDE, 2000.
- ◆ Pérez, C. *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2002.
- ◆ Rodríguez M.J. *The New Knowledge Economy in Europe. A strategy for International Competitiveness and Social Cohesion*. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 2002.
- ◆ Torrent, J. Innovació tecnològica, creixement econòmic i economia del coneixement. Una aproximació empírica, agregada i internacional a la incorporació del coneixement a l'activitat productiva durant la dècada dels noranta. *Tesis doctoral*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya. 2002. [On-line]. Disponible en <<http://www.tdx.cesca.es/TDCat-1213102-162234/32>>.
- ◆ Torrent, J. De la Nueva Economía a la Economía del Conocimiento. Hacia la Tercera Revolución Industrial. *Revista de Economía Mundial*, Vol 7 (December 2002), pp 39-68.
- ◆ United Nations. *CIIU Rev.3, Estructura detallada y notas explicativas*. UN Statistics Division. New York: United Nations. 2001. [On-line]. Disponible en URL: <<http://esa.un.org/unsd/cr/registry/regrt.asp>>.
- ◆ US Department of Commerce. *Digital Economy 2002*. Washington D.C.: US Government Printing Office. 2002. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.esa.doc.gov/508/esa/digitaleconomy2002.htm>>.
- ◆ US Department of Commerce (2000). *Digital Economy 2000*. Washington D.C.: US Government Printing Office. 2000. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.esa.doc.gov/508/esa/DigitalEconomy.htm>>.
- ◆ US Department of Commerce. *The Emerging Digital Economy II*. Washington D.C.: US Government Printing Office. 1999. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.ecommerce.gov/ede/>>.
- ◆ US Department of Commerce. *The Emerging Digital Economy*. Washington D.C.: US Government Printing Office. 1998. [On-line]. Disponible en URL: <<http://www.ecommerce.gov/emerging.htm>>.
- ◆ Vilaseca, J. Hacia una economía del conocimiento. Introducción. *Revista de Economía Mundial*, Vol 7 (December, 2002), pp 3-7.
- ◆ Vilaseca, J. Economía del Conocimiento y Sociedad del Conocimiento. *Manual y diccionario de Economía Político-social*. Madrid; Trotta, 2001.
- ◆ Vilaseca J. y J. Torrent. La economía del conocimiento en España: una comparación internacional de su desarrollo. *Carta Económica Regional*, Vol. 78 (October-December, 2001), pp. 34-46.
- ◆ Vilaseca J. y J. Torrent, *La nova economia: evolució o revolució?*. La realitat econòmica de la indústria de la informació. *Perspectiva Econòmica de Catalunya*, Vol. 211 (January-february, 2001), pp. 67-80.