

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CC. ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES  
INSTITUTO UNIVERSITARIO ORTEGA Y GASSET**



**LA NUEVA ECONOMÍA ESPAÑOLA  
IMPACTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA  
ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD**

**MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE  
DOCTOR POR Jesús Banegas Núñez**

Bajo la dirección del Doctor:  
Rafael Myro

**Madrid, 2001**

**ISBN: 84-669-2244-x**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
**FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**



INSTITUTO UNIVERSITARIO  
ORTEGA Y GASSET

**Tesis Doctoral**

**LA NUEVA ECONOMÍA ESPAÑOLA**  
**IMPACTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE**  
**LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**  
**EN LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD**

**VOLUMEN I**

**Jesús Banegas Núñez**

**Director**  
**RAFAEL MYRO**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
**FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**



INSTITUTO UNIVERSITARIO  
ORTEGA Y GASSET

**Tesis Doctoral**

**LA NUEVA ECONOMÍA ESPAÑOLA**  
**IMPACTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE**  
**LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**  
**EN LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD**

**VOLUMEN II**

**Jesús Banegas Núñez**

**Director**  
**RAFAEL MYRO**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**



INSTITUTO UNIVERSITARIO  
ORTEGA Y GASSET

**Tesis Doctoral**

**LA NUEVA ECONOMÍA ESPAÑOLA  
IMPACTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE  
LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN  
EN LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD**

**VOLUMEN III**

**Jesús Banegas Núñez**

**Director  
RAFAEL MYRO**

## **PREÁMBULO**

Historia de una tesis

Presentación

## **LA NUEVA ECONOMÍA**

### **INTRODUCCIÓN**

Una nueva era económica

El caso norteamericano

La unión europea, versus Estados Unidos

### **CARACTERIZACIÓN**

Introducción

Ubicuidad

Intangibilidad

Inestabilidad

Personalización

Rendimientos crecientes

Productividad del trabajo

Precios menguantes

Nuevos monopolios

### **LA ECONOMÍA INTERCONECTADA**

Introducción

Naturaleza de las redes

Disputa y estandarización tecnológicas

Compatibilidad e interconexión

Economías externas de las redes

El valor de las telecomunicaciones

Los costes de transacción

La creciente importancia de las redes

Efectos económicos de Internet

### **NUEVOS HECHOS ECONÓMICOS**

#### **INTRODUCCIÓN**

#### **LOS NUEVOS TEJIDOS PRODUCTIVOS**

Introducción

La nueva complejidad

Transformaciones empresariales

“Outsourcing”, “Coopetencia”, y “Adhocracia”

El nuevo trabajo

Transformaciones tiempo - espacio

Nuevas reglas de juego

### **CONVIVENCIA DE LA “NUEVA” Y LA “VIEJA” ECONOMÍA**

### **TRANSFORMACIONES EN LA CIENCIA ECONÓMICA**

#### **INTRODUCCIÓN**

## ECONOMÍA Y EVOLUCIÓN

Emergencia del pragmatismo

Evolución y economía

Pensamiento económico evolutivo

La evolución y los hechos económicos

Evolución en intencionalidad humana

La teoría del caos y la economía

Las instituciones económicas

## EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA Y ECONOMÍA

El ciclo de vida de las teorías

Conceptos evolutivos clave

Una modelización del cambio tecnológico

Consecuencias de la variedad tecnológica

Algunas conclusiones

## EL NUEVO CRECIMIENTO ECONÓMICO

Introducción

El modelo de Solow

La propuesta de Romer

La convergencia tecnológica

## “EL ÁRBOL ELECTRÓNICO”

PREÁMBULO

Conceptualización

Valoración crítica de los estudios y publicaciones TIC

## EL MARCO HIPERSECTORIAL

Introducción

Delimitación de su ámbito

## LA TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Orígenes y definición

Desarrollo histórico

## PRINCIPALES APLICACIONES

Introducción

El sonido

La radio y el radar

La televisión

La informática

La electrónica industrial

Superestructura de servicios

## LÓGICA FILOSÓFICA DEL “ÁRBOL ELECTRÓNICO”

## ARQUITECTURA HIPERSECTORIAL

## RECAPITULACIÓN ORGÁNICA DEL HIPERSECTOR

Introducción

La industria electrónica

Los servicios electrónicos

Los contenidos electrónicos

El “planeta Internet”

**UNA VISIÓN PANORÁMICA DE LA ESTRUCTURA DEL HIPERSECTOR TIC**

**MEDICIÓN E IMPACTOS DE LAS TIC EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA**

INTRODUCCIÓN

ORIGEN METODOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS DEL HTIC

COMPARACIONES MACROECONÓMICAS

ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN DEL HIPERSECTOR

Mercado

Producción

Gastos en I+D

**ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA**

Mercado

Producción

Comercio exterior

**IMPACTOS DE LAS TIC EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA**

Introducción

Renta nacional

Crecimiento económico

Formación bruta capital fijo

Comercio exterior

**UNA NUEVA ECONOMÍA**

Fundamentos teóricos

La nueva economía en España

**POLÍTICAS ECONÓMICAS EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN Y EL**

**CONOCIMIENTO**

INTRODUCCIÓN

COMPETITIVIDAD VÍA TECNOLÓGICA

POLÍTICA INDUSTRIAL

CULTURA E INNOVACIÓN

LA INTERVENCIÓN GUBERNAMENTAL

EL SERVICIO UNIVERSAL

LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

EPÍLOGO

**NOTAS AL TEXTO**

**BIBLIOGRAFÍA**

**APÉNDICE ESTADÍSTICO**

IMPACTOS MACROECONÓMICOS DEL HIPERSECTOR DE LAS  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA  
ECONOMÍA ESPAÑOLA (1970 - 2000)

Participación del HTIC en el PIB

Contribución del HTIC al crecimiento del PIB

Crecimientos comparados del HTIC y del PIB

Participación de la electrónica  
En la producción industrial  
Participación de los servicios electrónicos en la producción de servicios  
Participación de la inversión electrónica en la FBCF  
Participación de la inversión electrónica en le FBCF de productos metálicos y maquinaria  
Participación de las importaciones electrónicas  
En las importaciones españolas  
Participación de las exportaciones electrónicas  
En las exportaciones españolas  
Importaciones electrónicas como porcentaje del PIB  
Exportaciones electrónicas como porcentaje del PIB  
Déficit comercial de electrónica como porcentaje del PIB  
EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS PRINCIPALES MAGNITUDES DEL  
HIPERSECTOR ESPAÑOL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y  
LA COMUNICACIÓN (1970 - 2000)  
Evolución del mercado  
Composición del mercado  
Evolución de la producción  
Composición de la producción  
Evolución del comercio exterior  
Composición comercio exterior

## **EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL SECTOR ELECTRÓNICO ESPAÑOL (1970 - 2000)**

Industria electrónica  
Componentes electrónicos  
Electrónica de consumo  
Electrónica profesional  
Equipos informáticos  
Equipos de telecomunicaciones  
Composición del mercado  
Composición de la producción  
Composición de la importación  
Composición de la exportación  
Composición de la balanza comercial  
Composición del mercado  
Composición de la producción  
Composición de la importación  
Composición de la exportación  
Composición del déficit comercial  
Cobertura del mercado electrónico



Cobertura del mercado de componentes  
Cobertura del mercado de consumo  
Cobertura del mercado profesional  
Cobertura del mercado informático  
Cobertura del mercado de telecomunicaciones  
Gastos en I + D  
Productividad de la industria electrónica  
Productividad de los servicios de telecomunicaciones

## **ANEXOS**

### **LAS GRANDES REVOLUCIONES TECNOLÓGICAS**

La revolución industrial

La era eléctrica

La era electrónica

La era de la información

Evolución histórica de la renta

### **EXPANSIÓN Y TAXONOMÍA ELECTRÓNICAS**

Inventiones y descubrimientos electrónicos

La ley de Moore

Taxonomía electrónica

### **EVOLUCIONES TECNOLÓGICAS**

Evolución y alcance de la penetración social

De las nuevas tecnologías

Ritmo de penetración social de las nuevas tecnologías

Evolución de las telecomunicaciones

### **EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS**

Evolución de los precios (nominales) en EE.UU.

Evolución de los precios (reales) en EE.UU.

Evolución de las tarifas telefónicas (nominales) en España

Evolución de las tarifas telefónicas (reales) en España

### **TRANSFORMACIONES ECONÓMICAS**

Reglas de juego de la economía

Economía del conocimiento

### **PRODUCTIVIDAD E INVERSIÓN TI (EE.UU.)**

Expansión económica (EE.UU.)

Evolución de la productividad (EE.UU.)

Evolución del PIB y la inversión en software (EE.UU.)

### **INNOVACIÓN, PRECIOS Y EXPANSIÓN DEL PIB**

Gastos comparados de I + D en España

La nueva economía española

Influencia del HTIC en la expansión del PIB

## PREÁMBULO

### Historia de una Tesis

Esta tesis doctoral, aunque trabajada y escrita durante los dos últimos años, es el fruto de un largo proceso que comienza a orillas del río Segura hace más de medio siglo. Como hijo, sobrino y nieto de dos generaciones, que según el decir popular “trajeron la luz al pueblo” donde nací, Blanca (Murcia), crecí entre el vergel de la huerta y su río y a la vera de la primera central hidroeléctrica que a principios del siglo XX construyera el murciano Pérez Payá con tecnología inglesa.

Mi abuelo paterno Rafael, apodado “Galileo” por serle atribuido el prodigio de “traer la electricidad al pueblo”, murió electrocutado –su leyenda, de contenido más mágico que científico, aún perdura en la memoria de los más viejos del lugar– siendo mi tío Rafael y mi padre Jesús aún muy niños. Cuando algunos años más tarde se construyó la “fábrica de electricidad” –en lenguaje popular–, “los galileos” herederos de la tradición fueron llamados a la responsabilidad del control y el mantenimiento de la misma; y en ella desarrollaron toda su vida profesional mi tío y mi padre, hasta que a finales de los años 60, después de pasar por diversas manos la propiedad –Hidroeléctrica del Chorro, Sevillana de Electricidad e Hidroeléctrica Española–, la central fue cerrada, pues una nueva y más potente había sido construida algunos kilómetros más abajo del curso del río.

Allí, en la central hidroeléctrica de mi pueblo –de una belleza arquitectónica e industrial extraordinarias, luego desaprovechada como museo– y a orillas de un río verde y todavía caudaloso, en un exuberante y feraz medio ambiente preñado de limoneros y naranjos cuyo olor a azahar en casi todas las estaciones envolvía los kilovatios y que todavía evoco, comencé a conocer en los veranos, gracias a mi padre, los principios y las principales aplicaciones de la electricidad, mientras nadaba en el río y aprendía a montar en bicicleta.

Gracias a los circunstanciales contactos con los ingenieros, que de vez en cuando llegaban al pueblo para resolver problemas técnicos mayores y dirigir modificaciones y ampliaciones de las instalaciones, con los que mi padre disfrutaba de una gran relación personal y profesional, pronto comencé a vivir un ambiente familiar que me inducía a ser como ellos. De manera que, llegado el momento, comencé a estudiar ingeniería, primero en Cartagena y luego en Madrid, terminando la carrera en junio de 1970, dos meses antes de que mi padre –

después de llevarse, quizás su última alegría, la de tener un hijo ingeniero— falleciera. Muerto mi padre, pero también antes, mi madre Milagros siguió siendo inspiradora de un modo de vida donde el estudio, el trabajo y el afán constante de superación, que no de imitación, eran sus ejes vertebradores. Mi única hermana Milagros, con su ejemplar dedicación familiar en los tiempos difíciles que siguieron a la temprana muerte de mi padre, me liberó de algunas responsabilidades que no me habrían permitido desarrollar la carrera universitaria y profesional que pude seguir.

Mis primeros pasos profesionales, primero como becario e inmediatamente después como ingeniero en Standard Eléctrica, discurrieron paralelos con los estudios de economía, cuya licenciatura obtuve en 1975. Mi carrera profesional siguió desde entonces un camino que fusionó la ingeniería y la economía y que gracias a las oportunidades que me brindaron luego Telettra Española, Telefónica Sistemas y Amper, me permitió el sinérgico cultivo profesional e intelectual de ambos campos: el discurrir económico empresarial y el conocimiento tecnológico.

Siguiendo los cursos de doctorado en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Complutense de Madrid, durante los años 1977-1979, además de prolongar el cultivo de la “fe schumpeteriana”, que, adquirida desde el principio en la carrera, luego nunca he abandonado, descubrí gracias al profesor Pedro Schwartz y en su seminario “Conceptos y Métodos de la Economía Política” un nuevo, deslumbrante y desde entonces entrañable mundo: “La filosofía de la ciencia”. A partir de aquel tiempo, Popper, Khun, Lakatos, Feyeraben, y otros tantos autores interesados por la epistemología, han formado parte de mis inquietudes intelectuales relacionadas con la ciencia y la economía.

Junto con una larga e intensa carrera profesional, que me permitió combinar, desde altos niveles de responsabilidad, una extraordinaria experiencia tecnológica en el sector de electrónica y telecomunicaciones, y una visión internacional de la economía y los negocios, a principios de los años 90 fui elegido presidente de la patronal del sector, ANIEL, lo que añadió a mis inquietudes personales una responsabilidad y una visión panorámica y dialéctica de la tecnología y la economía que están en el origen de una buena parte del contenido de esta tesis.

El embrión de la misma vio la luz en 1995, después que tuviera la ocurrencia de construir un cuadro, que ya entonces denominé hipersectorial, que recogiera, en sentido amplio y a poder

ser completo, todas las actividades económicas asociadas directamente con las tecnologías electrónicas, lo que desbordaba el amplio sector electrónico representado por ANIEL y que disponía de estadísticas históricas muy fiables y valiosas. Para ello conté con la siempre generosa, rigurosa y crítica contribución de Ignacio Menéndez de Luarda, excepcional —aunque él tienda a ignorarlo—, ingeniero de telecomunicaciones, ajeo y entrañable amigo y compañero de viaje en esta y otras tantas aventuras personales,

profesionales e intelectuales. La primera publicación del contenido sintético del cuadro tuvo lugar en 1997, después que fuera contrastado con diversos colegas del sector y pareciera constituir una base razonablemente sólida de partida para la articulación y medición histórica y sistemática del conjunto de sectores de contenido esencialmente electrónico.

Prácticamente toda la década de los 90 fue un tiempo de regulares y crecientes inmersiones intelectuales en un mundo al que el profesor Manuel Castells bautizó con el descriptivo título de “Tecnología, Economía y Sociedad” – y con él, el de un Seminario que codirigimos en la Universidad Autónoma de Madrid durante varios años. Quizás fuera el maestro –también padrino–, y amigo Castells quien, abriéndome las puertas de la Universidad, me animó a escribir y luego publicar de manera continua los artículos, conferencias y libros que sentaron las bases de este trabajo. Por aquel entonces, a través de un curso de la UIMP de Santander y una colaboración con el Colegio de Economistas, conocí al profesor Rafael Myro, quien se unió a otros amigos universitarios como Paloma Sánchez, Cecilia Castaño y José Molero en la invitación a preparar y presentar la tesis doctoral que desde 1979 tenía que haber hecho.

Comprometido con Rafael Myro en tal empeño, con la condición de que fuera mi director, y elegido el tema central de la tesis: Medición del Hipersector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (HTIC) y sus impactos en la economía española, la primera parte del trabajo, que luego titulé “El árbol electrónico”, se debe a él. La definición y concreción del hipersector, que contiene la tesis, es la respuesta a sus primeras y legítimas inquietudes acerca del alcance y delimitación de un amplio sector de actividades, que él, como experto en economía industrial, consideraba –¡y qué razón tenía!– estaba vaga y contradictoriamente tratado en las estadísticas industriales.

Siempre le tendré que estar agradecido, porque, con independencia del eco y las posibles influencias posteriores de la –creo que completamente– original definición, articulación y

medición del HTIC, que propongo en este trabajo, su elaboración me ha sido de una extraordinaria utilidad para comprender mejor y más armónicamente el agente motor de la *nueva economía*. Además de su verdadera y espléndida dirección de la tesis, debo agradecer, al ahora querido amigo Rafael, su compañía intelectual en un momento en el que me encontraba huérfano de ella; cuando se sigue un camino propio y pionero, como es mi caso, se corre el riesgo de la soledad, - en este caso intelectual –, que aunque perfectamente soportable alcanza fines más pobres que los que se pueden obtener en una buena compañía. Las largas conversaciones telefónicas de los domingos por la tarde, sacándome de apuros, espero que “Dios se las pague”.

En la elaboración de “El árbol electrónico”, además del equipo profesional de ANIEL, que me permitió contrastar muchos aspectos parciales y fuentes estadísticas, de nuevo tengo que estar agradecido a Ignacio Menéndez de Luarca, que tuvo la enorme paciencia de leer y criticar la primera versión del texto en sus extremos históricos y técnicos, mejorando

con ello su rigor conceptual. A Juan Mulet, otro querido amigo y virtuoso ingeniero de telecomunicaciones, le debo una buena parte del acento puesto en Maxwell como padre de la expansión electrónica, así como la duda –no resuelta–, de si en la definición de electrónica debe tener o no cabida expresa el fotón.

José Luis Pérez Abella, cuya erudición e inquietudes intelectuales parecen más de otro tiempo –quizás del Renacimiento, o incluso mejor, de la Ilustración– que de éste, lector impenitente y a veces amable crítico de prácticamente toda mi producción escrita – seguramente por una mezcla de amistad y paciencia que él traduce en interés por mi obra–, ha sido un habitual compañero de viaje intelectual, que en los territorios filosófica y científicamente más comprometidos me hizo aportaciones de interés, que naturalmente tuve en cuenta. Luis Lada, otro viejo y querido amigo, un sabio –aunque no lo parezca y él no quiera saberlo– descreído, capaz de encontrar siempre una manera oblicua, original y lúcida de aproximarse a los fenómenos para encontrar lecturas u obtener conclusiones para nada convencionales, pero siempre muy inteligentes y muchas veces brillantes, aun sin pretenderlo –lo último que se le ocurriría es dar lecciones de nada–, ha tenido una influencia indirecta en mi modo, más que de concebir, de terminar mi tesis. Parte de su contenido es fruto, a posteriori, de lecturas interconectadas de partes aparentemente disjuntas. Juan Carlos Ureta y Jesús Sánchez Quiñones, dos soberbios analistas económicos de los que no abundan en los mercados financieros, han contribuido indirectamente con sus perspicaces puntos de vista y directamente cuando se trataba de compartir la visión de la *nueva economía* de Alan Greenspan, a una parte de mi visión del nuevo paradigma que se contiene en el primer capítulo de la tesis.

El paciente y riguroso trabajo de recabar parte de los datos de las tablas estadísticas del hipersector, así como buena parte del tratamiento informático de los mismos, ha sido labor de Silvia Bartolomé, una prometedora joven economista – de economía general –, que, además de estar dando sus primeros pasos profesionales a mi lado, me sirvió de gran ayuda – bajo la dirección del profesor Myro – para elaborar las comparaciones en valores constantes entre el HTIC y las principales magnitudes de la economía española. Mi secretaria Diana Sumillera, con su proverbial diligencia y facilidad para entenderse con el PC, mecanografió gran parte de mis muchos textos manuscritos y encajó los que procesé directamente en mi PC, además de reprocesar –¿mil veces?– los textos en búsqueda de una perfección que siempre trato de perseguir y que ella sufre con gran paciencia.

Emilio Gil, antiguo amigo, clásico contemporáneo del diseño y que a pesar de su tímido carácter está considerado un líder en su oficio, me hizo el honor de dirigir estéticamente la edición de la tesis, con la inestimable ayuda de Silvia Arauzo quien bajo su dirección diseñó los cuadros y gráficos y la entrañable colaboración de Jesús Campos, un editor, “de los de antes” de los que cuidan cada obra como algo propio y único.

Sin AMAZON, la tesis habría sido distinta, y desde luego menos rica en referencias bibliográficas, que han enriquecido su contenido, sobre todo el de los primeros dos capítulos. Una gran parte de los libros utilizados, en particular casi todos los referenciados en lengua inglesa y editados en los últimos años, los adquirí a través de esta empresa de la nueva economía. En su página web me entretuve buenos ratos, escrutando las novedades y buscando nuevas aportaciones intelectuales de interés, que en buena parte se han integrado en el contenido y luego a la bibliografía de la tesis.

Aunque una referencia exhaustiva a mis deudas intelectuales sería casi imposible, aún con el riesgo de olvidar alguna, las que considero más importantes son las siguientes:

- Una buena parte de mi conformación mental y filosófica a la hora de acometer tanto la concepción como la realización de la tesis, – lo que WIENER llama, “gestación y cultivo de las ideas”–, la debo a POPPER, KHUN, LAKATOS, PEIRCE, CSIKSZENTMIHARYI, DIAMON, DYSON, PRIGONINE y como escritores y editores de temas biológicos a WAGENSBERG y AGUSTÍ.
- La intuición schumpeteriana de la relación dialéctica entre tecnología y crecimiento económico, de la que me siento seguidor, encontré en MOKYR, ROSENBERG, DOUGLASS, OWEN, DOSI, NELSON, WINTER, SAVIOTTI y HODGSON los soportes intelectuales más interesantes; y en particular la visión biológica de la economía de los dos últimos autores.
- En materia de crecimiento económico, mi percepción y por tanto la de la tesis, tiene mucho que ver con SOLOW, BAUMOL, ROMER, JONES y SALA I MARTÍN; con el añadido de GLEICK y ARTHUR, cuando se trata de adentrarse en la teoría del caos aplicada a la economía.
- La visión empresarial de los cambios operados en los tejidos productivos por la nueva economía que contiene la tesis es deudora de COASE, BRIAN, REIG y SENGE.
- El análisis de los impactos de las tecnologías de la información y la comunicación en la economía, tuvo en cuenta aportaciones de HALL y PRESTON, DENNING y METCALFE, y GILDER.
- Para la caracterización y examen de los principales rasgos de la nueva economía me interesaron en especial GREENSPAN y KELLY.
- La visión sociológica de los impactos de la nueva economía se benefició de consideraciones debidas a CASTELLS, SIMON y FUKUYAMA.

- Finalmente, de mis lecturas habituales, tres revistas de economía han sido mis principales compañeras en el seguimiento semanal, durante bastantes años, del acontecer de la nueva economía: BUSINESS WEEK, THE ECONOMIST y FORTUNE.
- Un trabajo de investigación, estadístico y de recopilación, organización y articulación de temas como el que contiene esta tesis, precisa muchas horas de dedicación. Si a ello se une que su autor no ha dejado en ningún momento de ocuparse de sus altas responsabilidades empresariales e institucionales, surge la –en este caso nada tónica– pregunta: ¿De dónde habrá sacado el tiempo? La respuesta es muy simple; de ver muy poco la televisión –un defecto como otros–, y disfrutar de un ambiente familiar proclive a crear espacios para el trabajo intelectual, además de para el deporte y el ocio. Aquí cumple un papel crucial mi esposa Mila, verdadera

compañera de viaje y cómplice, desde nuestro noviazgo, de una vida que ha combinado razonablemente bien la formación académica y profesional más exigente –ella es Ingeniero Químico, Licenciada en Derecho y Notario en ejercicio–, con la vida familiar, la educación cuidadosa de los hijos y el cultivo de las más diversas inquietudes – viajes, literatura, teatro, música, gastronomía, deportes, etc–, de una manera tan armónica que nadie, ni siquiera el autor, cree que tenga mayor mérito hacer lo que, al fin y al cabo, a uno le gusta y es compartido por tus seres queridos. Mis hijos Alejandro y Carolina, hoy estudiantes universitarios, y menos necesitados de la atención y dedicación paterna propias de la infancia, además de bromear con las cosas a las que se dedica su padre, siempre estuvieron disponibles para sacarme de los líos y las trampas que la informática e Internet siguen gastando a los usuarios de primera generación.

## PRESENTACIÓN

Desde hace ya algún tiempo y quizás como consecuencia del último y largo ciclo de crecimiento de la economía norteamericana así como de su productividad, que han discurrido parejos con el florecimiento y expansión del sector de las tecnologías de la información y la comunicación, y dentro de un ambiente de libertad de mercados, se ha acuñado un nuevo concepto de notable éxito mediático: la *nueva economía*, a la que se apela con frecuencia sin demasiado rigor conceptual (1).

Puesto que es un hecho notorio el creciente peso del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la formación de la riqueza de las naciones más desarrolladas y aún más evidentes los cambios que la electrónica, los ordenadores y las redes de telecomunicaciones están procurando por doquier, un análisis histórico y cuantitativamente riguroso de dichos fenómenos a nivel nacional puede arrojar luz y contribuir a desvelar junto con los nuevos patrones de comportamiento de los países más desarrollados, la existencia de una *nueva economía*, llamada así porque, aun conviviendo con la tradicional, parece escapar de su marco teórico y conceptual.

España, sin ser un país de vanguardia tecnológica en el ámbito de las TIC ni en nuevos comportamientos económicos y sociales, forma parte, sin embargo, del conjunto de naciones que, a distinto ritmo, más influencia y en consecuencia transformaciones están percibiendo de dichas tecnologías. De ahí que un estudio del sector electrónico y de telecomunicaciones, así como de los impactos de éste en la economía nacional, junto con un análisis más general de la evolución de la teoría y la realidad económica en los últimos tiempos, pueda arrojar luz sobre el porvenir económico español en el marco de una economía globalizada y por tanto de comportamientos cada vez más compartidos.

El concepto "*nueva economía*", acuñado y utilizado por los medios de comunicación, no ha tenido –hasta ahora– cobijo en el ámbito académico, mientras que los nuevos hechos económicos y los comportamientos sociales derivados de la eclosión de estas nuevas tecnologías, incluido el fenómeno paradigmático de Internet, en un marco de globalización económica, no hacen sino expansionarse.

No parece que esté de más, sino que más bien se justifica, un acercamiento sistemático y riguroso al nuevo epifenómeno económico en el que se delimite su ámbito, se midan sus más

singulares impactos y se describan sus características más acusadas desde las nuevas perspectivas teóricas evolucionistas.



Como consecuencia de la investigación y análisis llevados a cabo, y que más adelante se presentan, el autor sostiene la siguiente tesis:

“La emergencia y proliferación de nuevas tecnologías, sobre todo las basadas en la electrónica y sus principales aplicaciones: telecomunicaciones e informática, junto con la apertura de los mercados –al menos los de los principales bloques económicos–, están generando una especie de *nueva economía* que en ciertos aspectos parece escapar del comportamiento esperado desde una perspectiva teórica ortodoxa, es decir, neoclásica”.

El objeto central de este trabajo es examinar hasta qué punto la llamada *nueva economía* es una realidad distinta de la tradicional, así como medir en términos cuantitativos los impactos de las tecnologías que la soportan y dan vida, las TIC, en la economía española.

La tesis subyacente del trabajo es que una *nueva economía*, sustentada por el creciente, y ya muy considerable, peso económico del Hipersector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (HTIC) en la formación de la riqueza nacional y organizada de manera distinta a la del pasado, está adquiriendo carta de naturaleza propia. Tal *nueva economía*, aunque no escapa por completo de los paradigmas teóricos neoclásicos, sí presenta aspectos novedosos y paradójicos que, posiblemente, no puedan explicarse como meras anomalías de las teorías económicas preexistentes.

La *nueva economía* no representa tanto una alternativa paradigmática a la vieja economía, como una ampliación todavía inexplicada de aquélla. Por tanto, ni la *nueva economía* sustituye a la antigua, ni ésta puede considerar a aquélla como una mera anomalía circunstancial.

Como ya sucediera con la física de Newton, que reinó durante varios siglos; las nuevas fulguraciones teóricas de Faraday, Maxwell y Hertz ofrecieron herramientas a Einstein (2000) (2) para formular su teoría de la relatividad, que siendo compatible con la física clásica en muchos de sus campos de aplicación, ampliaba la respuesta de la ciencia a fenómenos que escapaban de aquélla. Posiblemente, el fenómeno de la *nueva economía*, de la mano de las nuevas teorías evolucionistas derivadas de la biología, la termodinámica, la teoría de sistemas y de la firma, y con el soporte de las nuevas ciencias de la complejidad, pueda terminar encontrando un encaje parecido al que encontró Einstein para la física, aunque en ningún caso con el carácter determinante del paradigma relativista.

De cualquier modo, para nada es despreciable la dimensión y los impactos de la *nueva economía*, ni sus paradójicos comportamientos; así como los avances que en teoría económica se están llevando a cabo para establecer nuevos marcos conceptuales que la abarquen.

La tesis está organizada en cinco bloques conceptuales, debidamente articulados para soportarla teórica y empíricamente.

Puesto que se trata de afrontar el epifenómeno de la *nueva economía*, se comienza por establecer su marco conceptual para describir después los hechos que la sustentan y, finalmente, relacionarla con la economía tradicional.

Las últimas décadas han producido notables y singulares aportaciones teóricas a la ciencia económica, que tanto desde el punto de vista del crecimiento económico como del comportamiento evolutivo de la economía y, sobre todo, del cambio tecnológico, tienen una estrecha relación con la tesis y que por tanto es consecuente incorporar a la misma.

Un problema de partida, que muy perspicazmente planteó desde el principio el director de la tesis, fue la delimitación estructural del sector protagonista de los hechos acontecidos; lo que según la lógica filosófica de Wittgenstein (1922) sería poner en concordancia el lenguaje y el mundo de que hablamos. Por tanto, un capítulo esencial de la tesis está dedicado, con el simbólico título “El árbol electrónico”, a definir, describir y articular el hipersector económico vertebrador de la *nueva economía*.

Después de definir y describir el alcance conceptual del HTIC, se pasa a conocer su dimensión y evolución histórica y, sobre todo, a medir sus impactos en la economía española.

Estos dos últimos apartados constituyen una novedad; tanto la delimitación y definición del hipersector como los datos históricos que se aportan, salvo ignorancia del autor, no habían sido evidenciados hasta ahora.

Para concluir el trabajo se presenta un nuevo panorama temático de política económica que, como consecuencia de los nuevos hechos económicos, parece evidente no puede seguir formulándose como si nada nuevo hubiese acontecido.

Los cuadros, el apéndice estadístico y los anexos con que se complementa el trabajo, además de soportar empíricamente las aportaciones teóricas, aportan una visión complementaria de hechos relevantes para mejor entender “la *nueva economía*” objeto de la tesis.

## INTRODUCCIÓN

### Una nueva era económica

La globalización de los mercados, la diseminación de las tecnologías de la información y la comunicación, el desmantelamiento de las jerarquías nacidas a mediados del siglo pasado son los rasgos esenciales de una nueva era económica caracterizada porque sus fuentes principales de riqueza son el conocimiento y la comunicación, frente a las tradicionales: recursos naturales y trabajo físico. En ella, la innovación es cada vez más trascendente y el trabajo intelectual desplaza al físico en el marco de un mundo esencialmente inestable y en proceso de cambio continuo.

Y no se trata tanto de un proceso evolutivo como de una verdadera revolución (1) ya que todo está sucediendo al mismo tiempo; las causas y efectos que lo realimentan puede que sean comparables en escala y consecuencias a la Revolución Industrial. La globalización de la economía es la expresión más evidente del cambio; y la electrónica, la tecnología que lo soporta. En el cuadro que sigue se observa cómo en los últimos cincuenta años las exportaciones han crecido en términos relativos mucho más que el PIB mundial, y en particular durante la última década; mientras que, según HEILBRONER (1995), en los últimos veinte años las empresas multinacionales han pasado de 7.000 a más de 35.000.

### Gráfico 1

El abaratamiento y la rapidez del transporte de bienes y servicios (voz, datos, imágenes) han hecho realidad la idea –antaño fantástica– de la aldea global. En 1970 habría costado 187\$ transmitir la Enciclopedia Británica en forma de datos de una costa a otra de EE.UU; hoy costaría 40\$ transmitir entre los mismos lugares toda la biblioteca del Congreso de dicho país. Una medida del ritmo de globalización la ofrece el crecimiento parabólico del tráfico comercial y telefónico internacional, según ponen manifiesto el cuadro anterior y el siguiente. Incluso después del fracaso de las últimas conversaciones del GATT en Seattle y como consecuencia de una larga era de paz mundial – los conflictos de esta segunda mitad de siglo han tenido un alcance más bien local –, los aranceles medios mundiales han ido bajando hasta convertirse en muchos casos en testimoniales. Las barreras económicas –todavía subsisten otras no menos importantes – son hoy prácticamente inexistentes.

Por primera vez en la historia, el viejo mito del mercado smithiano es una realidad. El empequeñecimiento virtual del mundo, alcanzado gracias a la mayor rapidez y menor

coste de los transportes y las comunicaciones, y la desaparición de las barreras arancelarias son las fuerzas económicas más importantes de nuestro tiempo. Y la resultante de las mismas, el aludido paradigma económico de la globalidad.

Un cambio estructural tan importante no acontece por casualidad; desde 1991 las inversiones norteamericanas en tecnologías de la información (TIC) y la comunicación, es decir, en las nuevas herramientas de la nueva economía (ordenadores y telecomunicaciones), han venido superando las inversiones industriales tradicionales.

El corazón de la nueva economía está conformado por la convergencia de las telecomunicaciones y la informática y para tener éxito en ella es necesario usar extensiva e intensivamente dichas herramientas. Una idea de su creciente uso la ofrece el cuadro siguiente, en el que se observan crecimientos exponenciales para las formas tecnológicas más avanzadas de información y comunicación.

La nueva economía está transformando la anterior y reduciendo su importancia relativa. La revolución industrial no acabó con la agricultura porque entonces y ahora necesitamos comer. La revolución de la información no eliminará a la industria tradicional, porque seguiremos necesitando consumir objetos tangibles. Los nuevos agentes de la nueva economía seguirán consumiendo alimentos, bebidas, casas, vestidos, coches, electrodomésticos, etc. que serán producidos cada vez por menos gente, cuyo volumen agregado de actividad tendrá un impacto relativo en la formación de la riqueza cada vez menor.

Globalización y tecnología se refuerzan mutuamente. Si la primera es una consecuencia de la segunda, un mercado global y por tanto más competitivo acelera el proceso de innovación tecnológica afirmando y consolidando con ello el nuevo marco global. En tanto la geografía se ha tornado irrelevante, las modernas redes de telecomunicaciones se han convertido en una necesidad vital para la competitividad de las naciones. Ningún país puede esperar, sin sólidas y avanzadas infraestructuras de telecomunicaciones, ser partícipe de las posibilidades de desarrollo que contiene la nueva economía.

## Gráfico 2

Las modernas tecnologías han difundido el poder globalmente a través de redes de telecomunicaciones hoy convertidas en auténticas telarañas que soportan las nuevas fuerzas del progreso. La nueva economía está poniendo en cuestión no sólo los instrumentos del quehacer humano; también los procedimientos. Así, al igual que la física cuántica ha desplazado a la de Newton y el paradigma de Einstein domina la ciencia de hoy, en el ámbito de la organización del trabajo y las finanzas, por utilizar dos ejemplos

de interés, se comienzan a desarrollar nuevas teorías desde ópticas distintas a la taylorista y financieras clásicas.

Hoy se comienza a hablar de “partículas financieras” y se prevé la próxima llegada de una banca verdaderamente global en la que individuos, empresas, inversores, gobernantes estarán comunicados mediante las TIC. Cada vecino de esta especie de aldea global de las finanzas será como una sucursal cuyas transacciones serán instantáneamente verificadas desde cualquier otro lugar del mundo mediante reconocimiento de voz, huella digital DNA y tecnologías criptográficas.

La característica esencial del cambio hacia la nueva economía es la presencia de un nuevo y emergente factor de la producción: el conocimiento, que tiende a desplazar a los clásicos: tierra, capital y trabajo. Un formidable ejemplo del poder del capital intelectual y el “trabajo del conocimiento” lo representa el hecho de que la cantidad de energía que se necesita para producir una determinada cantidad de PIB ha venido cayendo un 2% anual durante los últimos 20 años. En el mismo período, una importante y creciente parte del capital invertido en los países desarrollados ha sido empleado en tecnologías de la información.

La economía del conocimiento no tiene, a pesar de su gran y creciente importancia, una teoría que la sustente, cuando es evidente que, en buena parte, no se comporta de acuerdo con la existente. La competencia imperfecta parece ser inherente a la economía del conocimiento. Las ventajas iniciales adquiridas por la pronta aplicación y explotación del conocimiento –la llamada curva de aprendizaje–, pueden convertirse en permanentes e irreversibles. Ello implica que el libre comercio o el proteccionismo, por sí mismos, ya no sirven como política económica. Innovar es, desde este punto de vista, una manera de eludir la competencia, que cada vez se utiliza más.

Otra diferencia entre la industria del conocimiento y la tradicional viene dada por la heterogeneidad de sus productos. Así, mientras que diferentes partes de tierra o procesos

productivos tradicionales producen cosechas o productos cuyo precio se establece por cantidad, un nuevo conocimiento produce cambios en la economía por tres vías simultáneas –mejora, explotación e innovación– igualmente necesarias y cuyos costes e impactos económicos son cualitativamente diferentes pero imposibles de cuantificar.

El conocimiento no es barato. Se estima que los países desarrollados gastan un quinto de su PIB en la producción y diseminación del conocimiento. En estos, la escolarización viene a consumir cerca de un 10% del PIB; las empresas gastan puede que más de otro 5% en formación continua y entre un 3% y un 5% del PIB es gastado en I+D para producir nuevo conocimiento. Pocos países destinan una proporción similar del PIB a la formación de capital. Incluso Japón y Alemania, los líderes en este campo, raramente han excedido de un quinto del PIB destinado a formación de capital. En EE.UU. por muchos años no

rebasó ni el 20%. La formación de conocimiento es, por tanto, ya, la más grande inversión de los países desarrollados.

## **El caso norteamericano**

A finales de la década de los ochenta las expectativas de la economía norteamericana no se presentaban halagüeñas: una economía madura, con elevado nivel de deuda, una tasa de ahorro insuficiente y una supremacía militar innecesaria conllevaban a una visión pesimista del futuro.

Sin embargo, la innovación tecnológica y la creatividad empresarial resurgieron para mejorar la productividad y acelerar el ritmo de crecimiento. Una política monetaria perspicaz y activamente interesada por la nueva economía, junto con unos mercados financieros profundos y flexibles y la proverbial movilidad del mercado laboral hicieron el resto, hasta alcanzar uno de los ciclos de crecimiento económico más largos y virtuosos que se han conocido.

El último ciclo económico norteamericano responde más al comportamiento del sector electrónico y de las telecomunicaciones que al del automóvil y la vivienda. Convertido, quizás sin pretenderlo, en predicador de la nueva economía, Alan Greenspan (1999, 2000), el máximo responsable de la Reserva Federal norteamericana, con la autoridad que le caracteriza, ya hizo saber que las TIC, sin duda, realzan la estabilidad de la economía, y que los mercados ya asumen a veces funciones que antes realizaban las autoridades monetarias.

En el cuadro 3 se observa el creciente peso de las tecnologías de la información (TI) –un concepto más limitado que el hipersector TIC que más adelante se examina– en la formación y crecimiento del PIB norteamericano durante la última década.

La formidable evolución durante los últimos años de la economía norteamericana, en términos de crecimiento, mejora de la productividad y creación de empleo, en un ambiente de práctica estabilidad de precios, no puede explicarse sin el comportamiento relativo de su sector electrónico y de telecomunicaciones. Durante los tres últimos años, según el Departamento de Comercio de EE.UU., Department of Commerce (1999), el sector TIC ha contribuido un 27% como media al crecimiento de la economía, por un 14% la vivienda y un 4% el sector del automóvil. Además de remunerar crecientemente y mejor que otros sectores a sus trabajadores, cada nuevo empleo en el ámbito investigador de estas tecnologías, llega a crear hasta más de siete nuevos puestos de trabajo en otros sectores, según los estudios más recientes.

## **Gráfico 3**

Para una creciente corriente del pensamiento económico norteamericano, el sector electrónico y de telecomunicaciones, en su conjunto, funciona y se desarrolla contradiciendo la teoría económica convencional, según la cual el crecimiento de la demanda produce una subida de precios. En realidad, la expansión de la demanda de TIC, al subir la productividad hace bajar los costes, y con ello los precios, que a su vez animan y hacen crecer aún más la propia demanda. Se trata de un círculo virtuoso que, en la medida en que el sector participa crecientemente en la economía, afecta positivamente a ésta, contagiándola con sus bondades.

Después de mantener una tasa anual de crecimiento de la productividad del 1,4% durante el periodo 1975-1995, en EE.UU. la productividad creció un 2,9% anual desde 1996, situándose a mediados del año 2000 en el 5,2%.

Para Alan Greenspan (2000), la mitad de la mejora de la productividad norteamericana durante la última década provino directamente de las inversiones en tecnologías de la información; de la otra mitad, un 40% fue originada por ganancias de eficiencia en la producción de ordenadores.

Para Edward Zander (2), presidente de SUN MICROSYSTEMS INC´S, EE.UU. está viviendo el tercer año de un ciclo, que durará de 10 a 15 años de mejora de la productividad. A la aparición del ordenador personal y la difusión de Internet pronto se le unirá el B2B, que favorecerá la productividad de la actividad empresarial.

Al igual que la caída de la inflación, que conlleva bajos tipos de interés, permite ahorros financieros a los agentes económicos y las familias, que surten el mismo efecto que un aumento real de la renta disponible, el continuo descenso de los precios de los productos y servicios electrónicos permite, para un nivel dado de capacidad de compra, adquirir más bienes por el mismo dinero.

El nuevo ciclo económico, es evidente, está cada vez más vinculado a la salud del sector electrónico y de telecomunicaciones, que viene creciendo muy por encima de los demás sectores y ayuda a la expansión del PIB. La particular naturaleza de una expansión liderada por las tecnologías electrónicas explica por qué los EE.UU. han sido capaces de sostener un bajo nivel de desempleo con un rápido crecimiento y una baja inflación, que hasta ahora no parecía posible. El siguiente cuadro muestra cómo la economía norteamericana ha alcanzado una tasa de desempleo que se consideraba casi inalcanzable.

El ciclo económico no ha desaparecido e incluso existe el riesgo de que la relativa volatilidad de las altas tecnologías pueda generar crisis de consumo e inversión de efectos negativos para la economía, como los acontecidos a comienzos de 2001. Sin embargo, la globalización y la posibilidad, gracias de nuevo a las telecomunicaciones, de

difundir de inmediato nuevos productos y tecnologías en todos los mercados, puede hacer más suave la parte depresiva del ciclo.

## Gráfico 4

Toda una autoridad en materia tecnológica, como Andrew S. Grove, presidente de INTEL, la empresa más determinante de los ciclos de vida y precios de los productos electrónicos, sostiene que cada nuevo ciclo económico tiende a ser más largo que el anterior. A comienzos del siglo XX un ciclo económico norteamericano duraba unos 4 años, de los cuales a 27 meses de expansión le sucedían otros 22 de recesión. Desde entonces, la parte recesiva del ciclo se ha ido acortando. Tras la última recesión de 1982-1983, la economía norteamericana se ha expandido durante más de 17 años (208 meses) y contraído sólo 8 meses.

Además de su propia vitalidad y la que transmite a los demás sectores económicos en forma de nuevas tecnologías y servicios que mejoran su productividad y consecuente prosperidad, las TIC están siendo ya la locomotora que tira directamente de la demanda del resto de la economía. Los buenos tiempos del sector producen renta que alimenta a los demás sectores; su expansión genera gastos en publicidad, edificios, servicios de limpieza, etc., etc. Sus beneficios animan la inversión. Sus altos salarios y bonus generan compras de nuevas casas y automóviles. Las industrias proveedoras de las demandas corporativas y personales del sector ven crecer su actividad y con ella la necesidad de demandar nuevos productos y servicios electrónicos, que mantienen la expansión del sector, en un ciclo virtuoso (3) de la economía, como no se había conocido. Esencialmente, porque la espiral de la demanda, ahora, en tanto que crecientemente intensiva en productos y servicios electrónicos, cuyos precios descienden continuamente, no crea la inflación o “calentura” que deprimía la economía.

## Gráfico 5

Un riesgo todavía no experimentado por completo, pero ciertamente posible, del nuevo ciclo económico, podría estar relacionado con una cierta depresión económica que llevara a los agentes económicos a prescindir, al menos por un tiempo, de la renovación o incremento de sus demandas de tecnologías de la información. Pero en la medida en que la innovación tecnológica favorece la competitividad, las empresas que retardaran dicho factor perderían posiciones en el mercado, que tendrían que recuperar acelerando de nuevo sus inversiones en nuevas tecnologías electrónicas; porque las empresas están obligadas a gastar cada vez más dinero en tecnologías para poder seguir compitiendo.

En EE.UU. el crecimiento de los gastos en informática en los últimos años supera el 25% anual, pasando del 12% de todas las inversiones en 1982 a casi el 50% en el año 2000.



## Gráfico 6

Según la teoría del ciclo económico tradicional, guiados por la expansión de la demanda, los precios suben y la productividad crece hasta que las fábricas alcanzan el límite de su capacidad. En el sector electrónico, el crecimiento de la demanda hace bajar los costes de producción y, como consecuencia, los precios, lo que a su vez refuerza la demanda; según un círculo económico virtuoso que no genera inflación, y que por tanto desde esta perspectiva no pone fin a la parte alcista del ciclo.

En un estudio de Lehman Brothers (2001) se pone de manifiesto cómo las tecnologías de la información, a diferencia del factor trabajo y los bienes de capital, viven un acentuado declinar en sus precios que contribuye a enfriar la economía.

## Gráfico 7

La mayoría de previsiones que se conocen a medio y largo plazo aventuran un crecimiento de las TIC que, situándose próximo a los dos dígitos, seguirá siendo mucho mayor, dos o tres veces al menos, que el de la economía. Las nuevas olas tecnológicas llegan cuando las anteriores aún conservan vitalidad. Si Internet es hoy la ola emergente por antonomasia, que se suma, no sustituye, a las anteriores; nuevas constelaciones de satélites de baja órbita estarán pronto en el mercado, mientras que la TV digital espera su hora para inundar, con el nuevo siglo, todos los hogares, junto con la tercera generación de teléfonos móviles.

El comportamiento del hipersector, como es natural, no es homogéneo. Así, la electrónica de consumo, desde receptores de televisión a discos compactos pasando por los ordenadores personales, sigue la pauta de la demanda nacional, que suele estar estrechamente asociada al crecimiento de la economía. En el caso de las telecomunicaciones, cuando el tráfico era esencialmente de voz, la demanda de líneas venía asociada al crecimiento de la economía y la población. Pero en la medida en que la transmisión de datos crece, y lo hace mucho, las demandas empresariales hacen crecer la inversión en redes.

Las estadísticas oficiales norteamericanas, más abiertas y predispuestas a los cambios que las europeas, además de anticiparse en la medición de la nueva economía, han rectificado el modo de calcular el Producto Nacional Bruto. Hasta el año 1999 el software era considerado como una materia prima utilizable para producir otros bienes y servicios: ahora ha pasado a ser integrado como una inversión y, como tal, forma parte del PIB. Según una estimación de Business Week (20.09.99), el software habría incrementado el PIB norteamericano entre un 0,15% y un 0,30% durante los últimos tres años. El Bureau of Economic Analysis norteamericano, según MANDEL (1999), está considerando también nuevas maneras de medir la productividad de los servicios, así como la tasa de inflación

como consecuencia de la creciente presencia y peso de las tecnologías de la información en la economía.

Aplicando los nuevos criterios de medida del crecimiento económico y de la productividad en EE.UU., Peter Coy (1999) ofrece el siguiente cuadro:

## Gráfico 8

Para Roger W. Ferguson Jr., gobernador de la Reserva Federal norteamericana, una visión empírica de la realidad que apela a una posible relación causal entre inversiones en tecnologías de la información y telecomunicaciones y la mejora de la productividad, ofrece una respuesta positiva a dicha pregunta. Aunque no es posible medir con precisión los efectos de tales inversiones en el crecimiento de la productividad, ni se puede asumir que tal proceso no tenga límites, cada vez hay más evidencias lógicas y empíricas de ello. Los beneficios de una nueva tecnología no se alcanzan automáticamente, sino sólo después que haya sido ampliamente adoptada por el sistema económico. Ya sucedió así con el motor eléctrico, instalado por primera vez en 1881, y que sólo surtió efectos positivos sobre la productividad muchos años después, cuando se generalizó su uso.

La solidez del crecimiento económico norteamericano se sustenta en una creciente inversión en nuevas tecnologías que una sociedad particularmente conductiva de ellas difunde rápidamente, impregnando los tejidos productivos de nuevas facilidades que mejoran su eficacia. Otras instituciones, como el gobierno de las corporaciones –que orientado al resultado está obligado a una continua renovación tecnológica–, la flexibilidad del mercado laboral –que fácilmente cambia nuevas tecnologías por empleo–, el capital humano –más educado para el cambio tecnológico en los niveles medios y altos de edad–, la regulación de los negocios –leyes antitrust, competencia– y los mercados de capitales –bolsa, capital riesgo–, arrojan y justifican plenamente la positiva y consistente relación causal entre las tecnologías de la información y el largo ciclo de crecimiento económico norteamericano.

Alan Greenspan, el reputado y prestigioso presidente de la Reserva Federal, sigue reafirmando, después de haberlo anticipado hace un par de años, el decisivo efecto de las inversiones en tecnologías de la información en el crecimiento de la productividad y del PIB norteamericanos. La evidente aceleración del proceso schumpeteriano de “destrucción creativa”, originado por las tecnologías de la información, está haciendo crecer la economía allí donde éstas operan más intensivamente. Las tecnologías de la información, según Greenspan, expanden el conocimiento y disminuyen el riesgo de muchas decisiones económicas. Además de aumentar la producción por unidad de tiempo, reducen incertidumbres y con ello las horas requeridas para alcanzar ciertos objetivos, así como contribuyen al desarrollo de nuevos productos y servicios que aumentan la riqueza nacional.

¿Cuántas nuevas empresas que generan una grande y creciente actividad económica y empleo –caso ZARA en España– desaparecerían y con ellas una notable porción de la riqueza, si no existieran las tecnologías de la información?

## Gráfico 9

Una gran parte del PIB refleja costes de distribución y transacción que, según Greenspan, están sujetos a una reducción competitiva mediante Internet cuya capacidad de operar en este ámbito, tanto entre particulares como entre empresas, apenas si ha comenzado.

El crecimiento trimestral del PIB norteamericano, tal y como muestra el siguiente cuadro, ha discurrido parejo con el aumento de la productividad.

El círculo virtuoso de la nueva economía, sostiene Greenspan, se basa en que los incrementos de las inversiones en tecnologías de la información hacen aumentar la productividad, y con ella los beneficios de las empresas, que a su vez estimulan la inversión y el consumo. Las empresas, en estas condiciones, vacilan en aumentar sus precios, porque temen que los competidores, mediante nuevas inversiones tecnológicas, bajen los suyos y aumenten sus cuotas de mercado. Tales circunstancias determinan un muy favorable y sólido crecimiento económico unido a una baja inflación.

## Gráfico 10

En un extenso y riguroso estudio del crecimiento económico norteamericano en la última década, realizado por JORGENSON y STIROH (2000) para el Banco Federal de la Reserva de Nueva York, los autores sostienen que “cerca de dos puntos porcentuales del mismo se deben a: una rápida acumulación de capital, un aumento de las horas trabajadas y a un rápido crecimiento de la productividad. La aceleración de la productividad, motivada por las tecnologías de la información, es el hecho más remarcable del resurgir económico norteamericano”.

Después de constatar que entre 1995 y 1998 los precios de los ordenadores bajaron un 28% anual, los autores ponen de manifiesto que su contribución al crecimiento económico se multiplicó por cinco, alcanzando un 0,46% del PIB norteamericano; el software y las comunicaciones contribuyeron un 0,3% anual en el periodo citado.

En el cuadro siguiente, elaborado con datos de los mencionados autores, relativos al crecimiento de la “producción doméstica privada norteamericana” durante el periodo 1959-1999, se puede observar cómo aumenta la contribución de las TIC al crecimiento y la inversión.

## Gráfico 11

En un trabajo posterior, JORGENSON (2001) estudia la caída de precios de los semiconductores, los ordenadores, el software y las comunicaciones en EE.UU. durante el período 1948-1998 que considera relevante para explicar el resurgir económico norteamericano de la última década.

Para Jorgenson, la caída de los precios de los semiconductores (que puede observarse en el Anexo 7) es el fundamento de la reducción de costes de una amplia variedad de productos. Tras analizar las insuficiencias de la Contabilidad Nacional Norteamericana (NIPA), el autor sostiene que la inversión ha sido la más importante fuente de crecimiento en EE.UU. durante el último medio siglo.

La creciente participación de las TIC en la formación bruta de capital fijo, junto con la mejora de la productividad explican el resurgir de una nueva economía que, más rápida, mejor y más barata, captura “la velocidad del cambio tecnológico y la mejora de los semiconductores junto con su continua caída de precios”.

### La Unión Europea versus Estados Unidos

Aunque el fenómeno de la “nueva economía”, tal y como se acaba de glosar, ha estado hasta hace poco más bien asociado a la economía norteamericana, y hay buenas razones que más adelante se exponen, para ello, Europa occidental también se ha visto positivamente afectada por las TIC.

PAUL SCHREYER (2000), en un trabajo para la OCDE sobre la contribución de las TIC al crecimiento económico en el G7 (EE.UU., Canadá, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido e Italia), encuentra que la inversión en dichas tecnologías ha tenido un impacto importante en los siete países considerados y en especial en Estados Unidos.

Para el autor, resulta evidente la contribución de las TIC al crecimiento económico y al aumento de la productividad del trabajo; las TIC, generan beneficios que exceden su directa y remunerada contribución al crecimiento económico, tales como la aceleración del multifactor de crecimiento de la productividad. Un factor limitante del estudio del G7 es la

dificultad de utilizar datos homogéneos; y una necesidad metodológica para el futuro es la armonización internacional de precios de las TIC.

Entre las conclusiones del estudio cabe señalar que la producción de TIC, dependiendo de cada país y la específica definición del alcance de dichas tecnologías, contribuyó el año 2000 entre un 2,5 y un 4,5% al PIB en valores corrientes.

Otro reciente estudio macroeconómico de Werner Roeger (2001) acerca de la contribución de las TIC al crecimiento de las economías norteamericana y europea, es bastante esclarecedor al respecto.

Para Roeger, la evidencia empírica sugiere que mientras EE.UU. se ha beneficiado tanto de la inversión como de la producción de TIC, en Europa los efectos más significativos han provenido sólo de la inversión.

Tal y como se señala repetidamente en el capítulo 5 referido al caso español, siendo muy importante el efecto de la inversión sobre el crecimiento económico, aún puede serlo más la producción; que siendo compatible con aquella, añade directamente valor a la formación de la riqueza nacional.

Roeger, siguiendo la tradición neoclásica, considera cuatro vías por las que las TIC afectan positivamente al crecimiento económico:

- La inversión en TIC aumenta el potencial productivo.
- El progreso técnico ocurrido en la producción de la TIC conlleva mejoras de su productividad.
- Las TIC producen economías externas que pueden magnificarse por el efecto de las redes.
- La mayor demanda de TIC se extiende a otras formas de capital y trabajo.
- En el análisis empírico del citado autor para las economías europea y norteamericana, encuentra serias dificultades de comparación de datos de partida -precisamente lo que se trata de resolver en los capítulos 4 y 5 de este trabajo-; también encuentra problemas para el manejo de la evolución de los precios de las TIC para los diferentes mercados. Según sus estimaciones los precios de las TIC han declinado en Europa sólo la mitad que en EE.UU. en la última década.

Bajo todos los supuestos, verifica Roeger que la contribución de la inversión en TIC al crecimiento económico ha sido superior o muy superior en EE.UU. que en Europa, con la única excepción de Irlanda. Sus estimaciones, para la primera y segunda década de los años 90, oscilan entre el 0,4% y el 1,0% para EE.UU. y entre el 0,3% y el 0,6% para la Unión Europea.

Analizando el factor total de productividad (FTP) de la economía norteamericana para los periodos 1974-1990, 1990-1995 y 1995-1999, Roeger encuentra que los sectores informático y de semiconductores, no obstante su limitada participación en la producción nacional, han contribuido más de un 50% al crecimiento del mismo. Las comparaciones con la Unión Europea, salvando el extraordinario caso de Irlanda, sitúan a EE.UU. muy

por encima -dependiendo de diferentes supuestos del orden del doble- en cuanto a la contribución de las TIC al crecimiento de la productividad. Esta situación se ve reforzada por la mayor intensidad del esfuerzo norteamericano en I+D respecto a Europa.

El análisis de Roeger sugiere una fuerte relación causal entre las ganancias de productividad del sector TIC y la difusión de dichas mejoras de productividad en toda la economía vía inversiones en estas tecnologías; y es aquí donde, para el citado autor, reside la clave del fuerte crecimiento experimentado durante la última década por Estados Unidos.

La comparación de Europa con Estados Unidos pone en evidencia que mientras norteamérica se ha beneficiado tanto de la inversión en TIC como de su producción, en la Unión Europea los efectos de las TIC sólo se han manifestado como inversión; de ahí el escaso impacto de las mejoras de productividad de este sector sobre el resto de la economía en el caso europeo.

La rigidez de los mercados financieros y laborales de los países de la Unión Europea, no representan para Roeger, razones de peso que justifiquen el menor crecimiento europeo de la última de cada respecto de EE.UU. En última instancia, resulta cada vez más evidente en términos empíricos que las TIC están alentando el crecimiento económico, y que esta resulta mayor en la medida en la que además de consumir dichas tecnologías, estas son también desarrolladas y producidas en el seno de una economía.



## CARACTERIZACIÓN

### Introducción

Una vez examinados los aspectos más novedosos y relevantes de la nueva era económica que estamos viviendo así como analizado el largo e insólito ciclo de crecimiento económico norteamericano que ha dado lugar al concepto de nueva economía, en lo que sigue se trata de caracterizarla. De este modo cabrá verificar si los aspectos principales que la definen son suficientemente singulares y característicos como para reconceptualizar la economía.

Los atributos que se asignan en este capítulo para caracterizar la nueva economía, siendo, por separado, aspectos que de una u otra manera cabe encontrar en la economía tradicional, no se presentan en ésta de una manera tan evidente, simultánea y generalizada como en aquella.

Sumariamente los rasgos esenciales de la nueva economía, son:

- La emergencia y proliferación de los bienes intangibles (ideas, información, relaciones, ...).
- La creciente interconexión a través de las redes de telecomunicaciones e Internet de los sujetos y bienes económicos.
- La globalización –debida a las nuevas tecnologías y la liberalización de los mercados– de la economía.
- La red ha devenido la metáfora central por la que las ideas y la economía se organizan en forma de una nueva parasociedad, que Manuel Castells (1997) denomina: “Sociedad Red”. En la nueva economía el mundo lógico (soft) domina al mundo físico (hard). Las ideas, los bienes intangibles, los servicios tienden a comandar los objetos, los bienes físicos y la industria tradicional.

El Hipersector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (HTIC), esencialmente conformado por bienes intangibles corporeizados físicamente en objetos tales como: ordenadores, teléfonos móviles, etc., cuyo verdadero valor es mucho más lógico que físico (4), vertebrada y orienta la nueva economía, alcanzando en EE.UU. un 15% de su PIB (5) y en España más del 7% (6).

La nueva economía, como consecuencia de la velocidad de los cambios tecnológicos y regulatorios que la han hecho posible, ha madurado como realidad, mucho antes de que los economistas hayan advertido y teorizado completa y convincentemente acerca de ella.



En lo que sigue se trata de caracterizarla mediante la descripción y análisis de sus atributos más característicos que, de acuerdo con un cierto orden lógico, son: su ubicuidad, ya que se manifiesta al mismo tiempo en todos los lugares; su intangibilidad, pues los bienes económicos cada vez son más incorpóreos; su inestabilidad, debido a que los nuevos procesos económicos son más volubles y tienden a desarrollarse emulando los comportamientos biológicos de los seres vivos; sus rendimientos crecientes, que siendo relativamente excepcionales en la economía tradicional son casi la norma en la nueva economía; la mejora de la productividad del trabajo, como consecuencia de los rendimientos crecientes de las TIC; los precios menguantes, consecuentes con la mejora de la productividad; y, los nuevos monopolios, que resultan de una economía basada en las ideas.

Los descritos atributos, que más adelante se argumentan y desarrollan, contienen efectos sinérgicos, ya que todos ellos juntos se refuerzan recíprocamente.

## **Ubicuidad**

La red está siendo ya el símbolo del siglo XXI. Llegará un día en el que no sólo los seres humanos sino incluso la mayoría de los objetos contendrán algún chip y estarán permanentemente conectados a las redes. En los países más avanzados la telefonía móvil, junto con Internet, ya están comenzando a procurar la base de una nueva y vasta sociedad red en la que casi todo, y desde luego nosotros mismos, estará interconectado.

Si en la segunda mitad del siglo XIX el ferrocarril y el teléfono redujeron el coste del transporte y aumentaron la velocidad de propagación de las nuevas ideas y tecnologías en el mundo industrializado, en el siglo XX, las telecomunicaciones y la aviación aceleraron su tasa de difusión aún más. Una de las ventajas de la nueva economía es que afecta y mejora todas las partes del sistema económico; desde la agricultura a los servicios y la industria de cualquier tipo. Ahora, con Internet, los logros del siglo y medio anterior tienden a multiplicarse como consecuencia de su ubicuidad y de la posibilidad de incorporar al comercio internacional muchos servicios que permanecían ligados a un espacio físico próximo a su producción que hoy se extiende a todo el planeta.

Las TIC, según un estudio (ver ANEXO 10) para el mercado norteamericano del Banco de la Reserva Federal de Dallas, se están difundiendo a una velocidad mayor que sus predecesoras. Los automóviles necesitaron 35 años desde su invención hasta que una cuarta parte de los hogares norteamericanos tuvieron uno; el teléfono necesitó 49 años para alcanzar igual nivel de penetración social y el aire acondicionado 59. Los precios de todos los nuevos productos declinaron con el tiempo, pero más bien lentamente. Los ordenadores, por el contrario, sólo necesitaron 18 años para alcanzar la citada penetración; los teléfonos móviles 13, e Internet 7, y sus precios han caído mucho más rápidamente que cualquiera de los precedentes.

En España, más del 60% de la población disponía de un teléfono móvil antes de que terminara el año 2000, y antes de 5 años los países de la OCDE tendrán más de uno per cápita. Para entonces, no sólo las personas, sino sobre todo los objetos (vehículos, ascensores, animales domésticos, máquinas vending, puertas, etc.) estarán dotados de chips y conectados a la red. Hoy todavía el tráfico vocal domina las redes, pero a partir del 2001 los datos –de máquinas comunicándose con máquinas– superarán con creces el tráfico original.

Si hoy el mundo está poblado por más de 200 millones de ordenadores (que Andy Grove de INTEL estima llegará a 500 millones en el año 2002), el número de chips embebidos en objetos de lo más diverso ya alcanza los 6.000 millones, es decir, un chip per cápita en el mundo. Todo tiende a estar conectado con todo, con la particularidad de que las partes menos inteligentes, como sucede con el cuerpo humano, adecuadamente conectadas para formar una red proporcionan resultados inteligentes.

La potencia de la red para hacer crecer la inteligencia y la economía es extraordinaria. Grandes proyectos de investigación pueden compartirse en la red: El “Tree of Life” (<http://phylogeny.arizona.edu/tree/phylogeny.html>) es un catálogo vivo de taxonomía mundial de todas las especies del planeta, imposible de superar por nadie.

Un nuevo sistema operativo llamado LINUX emergió a finales de los años 90 para competir con el Windows de Microsoft. Concebido por un estudiante finlandés, el sistema está abierto al uso y mejora por quien libremente se conecte a la red. ¿Quién puede disputar a LINUX su expansión y dominio en la red?

## Gráfico 12

Parece evidente que la exploración y la explotación de las posibilidades de las redes descentralizadas aportará grandes beneficios a la economía en las próximas décadas. Una de las características de las TIC, –su ubicuidad–, permite que la difusión de sus ventajas tenga un alcance simultáneo y generalizado en las regiones económicas más predisuestas para su adopción. Tal predisposición está esencialmente vinculada al tipo de actividad económica y al perfil educativo de la población. Según Stephen P. Brown (2000), director de análisis microeconómico del Banco de la Reserva Federal de Dallas, desde la Segunda Guerra Mundial no se había producido en EE.UU. un crecimiento de la productividad tan igualado entre los diferentes Estados de la Unión.

Por otra parte, la tradicional “fuga de cerebros”, de los países pobres a los más desarrollados, está experimentando una transformación hacia una nueva red de relaciones económicas más beneficiosas para ambas partes; lo que constituye un ejemplo de cómo la globalización y la descentralización que procuran las redes pueden

promover la transferencia de trabajos de alta cualificación hacia los países pobres. Es el caso de la producción de software en la India y su exportación a EE.UU.

## Gráfico 13

La forma de desarrollo de este nuevo tipo de actividad reproduce clónicamente las curvas exponenciales de la nueva economía. En la última década, las ventas y exportaciones de la industria de software de la India han pasado de los 1.000 millones de dólares alcanzados al cabo de los primeros cinco años, a multiplicarse por ocho en los cinco siguientes.

“La conectividad que propicia la red puede constituir un elemento fundamental en la integración de los países en desarrollo en la *nueva economía* y con ello en el todavía diferenciado proceso de globalización”; sostiene EMILIO ONTIVEROS (2001), al analizar el caso de La India.

Si la primera revolución económica, la agrícola, que nació en un medio ambiente propicio, el “creciente fértil” o Mesopotamia (DIAMOND, 1997), tardó varios siglos en extenderse al resto del planeta y la segunda revolución, la industrial, tardó décadas en propagarse por otros países, la tercera revolución, la de la información, ha nacido ubicua por naturaleza y por tanto puede ser asimilada, casi en tiempo real, en cualquier lugar del mundo.

## Gráfico 14

### Intangibilidad

Para GREENSPAN (2000), el último ciclo económico norteamericano, además de ser el más largo, se caracteriza porque la producción económica cada vez es más conceptual – intangible– que física.

Paul M. Romer (1994) distingue entre bienes “rivales” o competidores, como la tierra, un automóvil, etc., que sólo pueden ser utilizados o consumidos para una finalidad; y los bienes “no rivales” o no competidores que, una vez producidos, no tienen rivales para su uso, como la música grabada digitalmente o un código de software cuya utilidad no se altera cualquiera sea el número de usuarios o consumidores. En la medida en que la segunda categoría de bienes económicos florece por doquier, la globalización económica hace crecer su consumo y, con él, la renta de los productores de estos bienes, que aun siendo de naturaleza intangible y por tanto de difícil medición, tienen sin embargo un creciente y acumulativo protagonismo en casi todas las áreas de la actividad económica.

La economía de los bienes físicos es consistente con mercados eficientes, pero la de los bienes lógicos requiere mercados imperfectos. Cuando un bien físico es vendido, el vendedor deja de poseerlo; pero cuando una idea es vendida, el vendedor la sigue poseyendo y puede seguir vendiéndola todas las veces que quiera. Si no hubiera límites a la copia de los bienes lógicos, tal y como se demuestra en el apartado dedicado a los Nuevos Monopolios, no se incentivaría su creación.

La nueva economía es intensiva en conocimiento y por tanto en desarrollo y producción de bienes intangibles. Cada vez más bienes físicos; desde un automóvil, a unas zapatillas deportivas, la mayoría de los productos que consumimos tienen embebido un significativo y creciente valor intangible en forma de diseño, servicio al cliente, novedad tecnológica, etc. Desde una perspectiva ortodoxa de la teoría económica, el conocimiento es un bien económico paradójico, ya que no responde a la ley de la escasez: un bien intangible no escasea por mucho que se consuma y su rendimiento puede, y de hecho es, creciente.

Durante el último siglo, según COLVIN (2000), el nivel de producción per cápita en dólares constantes en EE.UU. se multiplicó por cinco, mientras que el peso de la producción

disminuyó un 72%. Hoy las empresas son capaces de conseguir mayor valor a partir de materiales físicos más ligeros gracias a su capacidad intelectual. El material físico cada vez desempeña un papel menos relevante en el valor de los productos manufacturados. (Cuadro 15). Si en 1984 el 80% del coste de un ordenador era hardware y el 20% software, hoy el ratio se ha revertido.

El contenido intangible –de información y conocimiento–, de muchas actividades económicas es sorprendentemente grande, incluso si éstas son consideradas más bien convencionales. La electrónica embarcada en los automóviles, citada en otro lugar de este trabajo, es buen ejemplo. También lo es el hecho de que “cerca de un tercio del coste total sanitario en EE.UU. –del orden de 350 millardos de \$–, está constituido por la captación, almacenamiento, proceso y recuperación de la información (de los pacientes, la administración y los seguros), según señalan EVANS y WURSTER (2000).

En un estudio de la OCDE sobre la Economía del Conocimiento, que comprende las industrias de alta tecnología –informática y telecomunicaciones, fundamentalmente–, y los sectores caracterizados por una fuerza de trabajo altamente cualificada, plantea unos resultados que ponen de manifiesto la gran importancia que la economía intangible. Según se desprende del Anexo 17, desde 1996 la economía del conocimiento ya representa más de la mitad, como media, de la producción empresarial en los países de la OCDE. La inversión intangible, que incluye gastos en I+D, software y educación pública, supone en el área OCDE el 8% del PIB, frente al 20% de inversión en capital físico.

## Gráfico 15

La nueva economía ha cambiado las reglas de juego de los negocios. Las empresas con mayores beneficios son aquellas que más intensa y extensamente se basan en los intangibles y el conocimiento. En el cuadro siguiente, elaborado con datos de FORTUNE, se observa una relación directa entre la intensidad del conocimiento y los beneficios de los sectores económicos. Los sectores más intensivos en intangibles destacan, sobre todos los demás, por beneficios sobre ventas y activos.

## Gráfico 16

Singularizando en la industria de los ordenadores personales la evolución del contenido físico y lógico de los productos de la nueva economía, se observa cómo el software ha pasado de significar el 31,2% del mercado norteamericano en 1991 al 51,3% en 1999. Mientras que el valor del hardware en el mercado se multiplicó por diez en el periodo considerado, el del software lo hizo por veinticinco; y todo indica que seguirá creciendo la diferencia en el futuro. (Cuadro 17)

En 1985, (según Business Week, 23.09.00), una fábrica de automóviles gastaba 60.000 \$ cada vez que chocaba un coche contra un muro para analizar las consecuencias de un accidente. Hoy una colisión puede ser simulada por ordenador por cerca de 100\$. Los simuladores tridimensionales que se utilizan ahora para las prospecciones petroleras suponen un coste por barril de 1\$ frente a los 10\$ de coste de hace menos de diez años.

Cada vez hay más objetos físicos embebidos de bienes intangibles, con lo que se produce un mestizaje que responde más a las características de una nueva economía que a la de la economía tradicional.

Stan Davis y Chistopher Meyer (1998) sostienen que “nuestro tiempo está dirigido por tres fuerzas convergentes: la conectividad, la velocidad y el crecimiento de los valores intangibles”.

Cada vez más objetos, personas, empresas, instituciones, países y prácticamente cualquier cosa están conectados electrónicamente entre sí. Cada vez más aspectos de los negocios y las organizaciones operan y cambian en tiempo real. A esta ubicuidad operativa hay que añadir que la oferta y la demanda de productos intangibles crecen más rápidamente que las de los tangibles.

## Gráfico 17

Estas nuevas circunstancias conllevan a nuevas formas de competencia económica, que añaden a las de la economía tradicional –precios y calidad básicamente– otras muchas, entre las que cabe destacar:

- Los atributos intangibles de los productos.
- El tiempo de respuesta.
- La integración del producto con el servicio.
- La gestión en tiempo real.
  
- La ubicuidad espacial y temporal del saber hacer.
- La interactividad on line de la oferta.
- La personalización de los productos.
- No planear el futuro: adaptarse a él.
- Competir y colaborar al mismo tiempo.
- Convertir el producto en un estándar.
- Descentralizar el poder de la organización.
- Ser grande y pequeño al mismo tiempo.
- Cambiar jerarquías por redes.
- Situar los activos intelectuales por encima de los financieros y los físicos.
- El capital intangible es más importante que el tangible.
- Es más importante poseer los enlaces que los nodos de las redes.
- Prestar atención al mercado es el recurso más escaso de la economía de la información.
- La economía de los bienes físicos y la economía de la información son cualitativamente diferentes. La primera es relativamente compatible con mercados perfectos, desde la agricultura a los automóviles; la segunda requiere mercados imperfectos.

Quienes originan bienes intangibles no invierten en su investigación, desarrollo y producción si no están a salvo de la posibilidad de que se les copie libremente: el secreto, las patentes, los derechos de autor, son formas de proteger esta forma de propiedad. Pero estas formas de protección pueden favorecer, y de hecho así sucede y más adelante se verá, la formación de monopolios.

CAÑIBANO, G<sup>a</sup> AYUSO y SÁNCHEZ (2000) repasan la literatura sobre la contabilización empresarial de los intangibles y proponen una definición y medición de los valores intangibles de las empresas que ponen de manifiesto una floreciente rama de la economía orientada a la consideración y evaluación de activos empresariales inmateriales que configuran una ya muy importante y creciente forma de riqueza ignorada hasta hace poco por la teoría económica.

## **Inestabilidad**

Las tres grandes tendencias de la economía interconectada: la globalización, la desmaterialización de los bienes económicos y la ubicuidad de las redes parecen imparables y

determinantes de una nueva economía, que tiende a comportarse con una lógica biológica. Las empresas son como organismos que evolucionan en un ecosistema, que es la red. En él no está claro qué es lo óptimo ni si existe. Puede que al final de un proceso desarrollado mediante un gran y sostenido esfuerzo lo que encontremos carezca, entonces, del valor esperado.

En la nueva economía, los consumidores ven ampliadas sus posibilidades de elegir, y por tanto de cambiar; y los competidores de copiar el éxito. Para sobrevivir en tales circunstancias, la innovación se ha convertido en un nuevo medio de vida.

El concepto shumpeteriano de la “creación destructiva”, acelerada por las tecnologías de la información, cabe aplicarlo ahora no sólo a los productos y los servicios sino también a las organizaciones, que deben reinventarse a menudo para poder seguir habitando en la red. A la Enciclopedia Británica, cuando parecía encontrarse en una cumbre de éxito, el cambio tecnológico y la red la han situado en un modesto valle del nuevo sistema montañoso (7).

La economía interconectada facilita que el éxito se pueda alcanzar en poco tiempo y que su alcance sea mayúsculo, pero también efímero. Si el ciclo de vida de los productos tiende a acortarse, el de las empresas también. Sólo una adaptación permanente al ecosistema, que incluye saber salir bien del éxito, garantiza la vida a las empresas en la nueva economía.

Aunque se ha profetizado desde los más diversos frentes acerca del fin de la distancia, los lugares físicos convivirán con los espacios lógicos de las redes. Las redes están cuestionando la cadena de valor –es decir, los pasos de intermediación del productor al consumidor– por un acceso más directo, que en forma de espacio, es también una forma de intermediación. Al fin y al cabo todos los nodos de una red son intermediarios.

El acceso directo a través de Internet a la información y las transacciones está lleno de intermediaciones: el terminal, el operador telefónico, el proveedor de servicios, el buscador, el validador, etc. Aunque la red parece propiciar la proliferación de pequeñas unidades empresariales, y es cierto, ello no conlleva la desaparición de las grandes. Incluso puede que en la nueva economía las grandes empresas lleguen a ser más grandes que las de la era industrial. La integración empresarial de operadores de telecomunicaciones, medios de comunicación y conglomerados de entretenimiento que está comenzando a fraguarse es buen ejemplo de ello.

La economía basada en los precios comienza a trocarse en otra basada en los servicios post-venta a la medida del consumidor. En ésta, la concentración empresarial parece imparable, así como inicialmente incontrolable por los estados. Pero, después de un período de inestabilidad, augura B. Arthur (8), la nueva economía estará contrapesada “por nuevas entidades políticas globalizadas que constituirán un sistema nervioso de mando y control”. Las nuevas instituciones globalizadas no podrán ser unas nuevas ONU’s construidas de arriba abajo; tendrán que tomar forma de redes.

Pero la lógica de la red apoya la existencia de eficientes unidades económicas pequeñas y medianas:

- Los costes de transacción disminuyen gracias a la red y la información es más fluida y accesible.
- La comercialización y distribución de los productos y servicios es más fácil y menos onerosa.
- La ubicuidad de la red y del dinero electrónico permite crear espacios –verdaderos mercados– de transacción, que de otro modo no existirían.
- Frente a la visión equilibrada y armónica de la economía clásica, la nueva economía, sometida a la innovación constante, que resulta además acelerada por las redes, vive en desequilibrio. De nuevo la biología hace acto de presencia para dar sentido a una nueva situación económica que, derivada del cambio tecnológico, es cada vez más de tipo biológico.

El “continente invisible” –metáfora inventada por OHMAE (2000) para referirse a la nueva economía–, es difícil de observar desde el viejo mundo, porque está en perpetuo movimiento.

Una de las consecuencias menos deseadas de la inestabilidad de la nueva economía es la inseguridad en los puestos de trabajo, como consecuencia de la creciente obsolescencia de muchos oficios. La rapidez de la innovación y la impredecibilidad de sus resultados obligan a una considerable inversión en capital humano; porque sin la creatividad humana – fundamentada en una adecuada y alta educación -, las tecnologías de la información valen menos.

## **Personalización**

En la era preindustrial, los artesanos hacían casi todo bajo pedido, lo que resultaba lógicamente caro. Con la revolución industrial la producción en masa se impuso y los costes

bajaron, pero a cambio de una escasa, casi nula, diferenciación. El primer fabricante industrial de calzado en EE.UU. anunciaba sus zapatos como “rectos”, pues no distinguía entre el pie izquierdo y el derecho.



Hoy, una nueva economía sustentada por los ordenadores y las telecomunicaciones extiende considerablemente las relaciones económicas y diluye las fronteras que separaban a los productores de los consumidores. Clientes y empleados se confunden cuando el Business to Business (B2B) se generaliza. Los clientes y los empleados de las empresas compartirán y utilizarán la misma información. Alvin Toffler, en su libro *El Shock del Futuro* (1970) inventó un término: “prosumir”, que conjugaba la producción y el consumo en un mismo vocablo, que hoy vuelve a tomar vida, esta vez real.

El rasgo más acusado del “prosumismo” es la personalización masiva que afecta cada vez a más industrias. Las redes hacen posible, y de hecho ya está sucediendo, que el cliente pueda casi fabricar –en realidad hacer fabricar– a distancia el producto a su antojo. Los automóviles pronto entrarán en esta senda –ya lo están en parte– de la “prosunción”.

El foro “International Car Distribution Programme” (ICDP) con sede en Birmingham (Reino Unido) estudia cómo aumentar la productividad y reducir los almacenes mientras se fabrican automóviles personalizados al gusto del cliente. El objetivo sería la entrega de cada pedido en sólo tres días, de acuerdo con el proyecto “3 days car” del citado foro.

De acuerdo con esta vía de posibilidades de la economía interconectada, las empresas tienden a confundirse cada vez más con sus clientes:

- Produciendo lo que desee cada uno (personalización).
- Recordando sus deseos (la tecnología sigue la trayectoria de los gustos).
- Ofreciendo novedades que enriquezcan el ámbito de la elección (9).

En estas circunstancias, los clientes animan la vida de la red y las empresas, hasta el punto de que las mejores empresas son aquéllas que tienen mejores clientes: más exigentes y colaborativos.

Michael Dell, considerado por *Financial Times* “el Henry Ford de los ordenadores”, ha reducido las intervenciones de sus empleados en la línea de ensamblaje de un PC estándar de 130 a 60. Como resultado, más del 80% de los pedidos se fabrican, personalizan y distribuyen en ocho horas. Sólo trabaja con inventarios de siete días, y puesto que los PC’s se pagan antes de fabricarse, disfruta de un capital operativo negativo.

ZARA, un modelo de negocio de éxito a escala internacional, basa su estrategia en el acortamiento del plazo de entrega de ropa de moda interpretando, casi en tiempo real, los gustos cambiantes de los consumidores allá donde se encuentren. Para hacer ello posible, las TIC, en sus diversas aplicaciones –ordenadores, máquinas de control numérico, robots programables y redes de telecomunicaciones– juegan un papel esencial y son la clave de un proceso innovador sin fin que se renueva sin parar ajustándose, no

tendencial, sino realmente, en el tiempo a las demandas cada vez más individualizadas de los clientes.

La producción a gran escala, asociada a bajos costes y mercados estables, ve reducidas sus ventajas, merced a los efectos de las TIC que pueden facilitar una rápida mejora de los productos y los servicios e inventar otros nuevos a una velocidad adaptada a los gustos personales.

Si ya en la economía que hemos conocido hasta ahora, la confianza entre sus agentes ha venido siendo una clave esencial del éxito de su desarrollo (10), en la nueva economía la confianza en la red es aun más crucial. En la medida en que los mecanismos tecnológicos regularicen transacciones seguras por las redes, la confianza en su uso se irá extendiendo, configurando una nueva paraestructura o espacio social, que será la base de una nueva cultura, la cultura de la red, en la que la demanda personalizada de productos y servicios tiende a imponerse frente a la cultura industrial basada en una oferta uniforme e indiscriminada.

## **Rendimientos crecientes**

La microeconomía convencional está basada en los rendimientos constantes a escala. Con ellos las ganancias de productividad son muy limitadas conforme avanza la producción, ya que la productividad del trabajo se basa en su sustitución por capital y la productividad de éste es decreciente.

Los rendimientos crecientes tienen sus raíces allá por los años 20 del siglo xx, pero su aplicación a la economía es relativamente nueva. Para entonces ya se habían producido fenómenos, como el del telégrafo, que mostraban claramente formas exponenciales en su evolución.

## **Gráfico 18**

La teoría de los rendimientos constantes o crecientes del capital parece particularmente apropiada para las economías basadas en las modernas tecnologías, especialmente de la información. Brian Arthur (1994), estudiando precisamente el caso de un producto electrónico innovador, el videocasette, comenzó a establecer bases sólidas de realimentaciones positivas que generaban rendimientos crecientes. Los sistemas VHS y Beta fueron introducidos simultáneamente en el mercado, y aunque, según todos los técnicos, el sistema Beta era mejor, el VHS, ya sea por suerte o por estrategia comercial, comenzó imponiéndose en el mercado. Esta ventaja inicial, mediante la ley de los

rendimientos crecientes, se desarrolló exponencialmente hasta convertirse en definitiva, mediante el liderazgo en el mercado y su monopolización posterior.

La competencia entre la energía hidráulica y la del carbón para producir electricidad es otro buen ejemplo –en este caso contrario al anterior– de cómo pueden convivir dos tecnologías compartiendo un mercado en base a sus respectivas utilidades marginales.

Ya Alfred Marshall sostenía que los rendimientos decrecientes del capital en economía son propios de la agricultura y las minas, pues, en ambos casos, la fertilidad de la tierra o la riqueza mineral son limitadas. La fabricación puede, sin embargo, disfrutar de rendimientos crecientes por mejoras de la organización. Se podría concluir que en aquellos sectores económicos basados en recursos escasos, los rendimientos del capital tienden a decrecer mientras que en los sectores basados en el conocimiento los rendimientos tienden a ser crecientes. Ejemplos como el del videocasete son cada vez más regulares en la vida económica.

En un sector basado en el conocimiento se invierten grandes sumas en I+D –el coste inicial es fijo y muy alto– para colocar productos en el mercado, que, en el caso de tener éxito, tienen un coste de producción bajo y decreciente gracias a que la producción de más unidades mejora la experiencia y con ella la productividad. Desde la telefonía móvil, el fax y los productos electrónicos en general, este fenómeno económico se ha generalizado por completo en este sector industrial. (Cuadro 19)

La ley de los rendimientos crecientes, incluso antes de que se haya extendido conceptualmente en la enseñanza y la universidad, es de generalizada y casi absoluta aplicación en el mercado de los productos electrónicos. Las firmas, conociendo la ley de

rendimientos crecientes de su producción, confían tanto en ella –tanto como en la de la gravedad– que salen al mercado ofreciendo las primeras unidades de los nuevos productos al precio de la unidad enésima, cuyo coste de producción será mucho más barato que el de las primeras. De este modo aceleran el éxito en el mercado, y con él, el proceso de aprendizaje y mejora de la productividad, que hará posible que los costes sean decrecientes y los rendimientos crecientes, incluida la posibilidad cada vez más extendida de dominar el mercado alejándose de los competidores.

## Gráfico 19

En el caso de los productos telemáticos –ordenadores y equipos de telecomunicaciones– que requieren compatibilidad, el fenómeno de los rendimientos crecientes es común a todos ellos. Cuando un producto tiene éxito su demanda crece exponencialmente ya que el último usuario se beneficia de todos los que le antecedieron.

Los rendimientos crecientes cuestionan la competencia perfecta en los mercados. Según Brian Arthur (1994), en el mundo real, si varias empresas del mismo tamaño entran en un mercado al mismo tiempo, eventos fortuitos tales como pedidos inesperados, suerte con algunos clientes, aciertos en la dirección, etc., pueden ayudar a que una de ellas alcance importantes volúmenes de ventas antes que las demás, y que, merced a esta ventaja inicial, termine dominando el mercado.

La teoría de los rendimientos crecientes es también de aplicación, según Brian Arthur, en muchos casos de localización industrial. Si una empresa elige, por cualquier razón, una determinada localización geográfica para su implantación, una segunda firma puede localizarse al lado por razones ventajosas intrínsecas a tal hecho; una tercera puede hacerlo, por circunstancias parecidas, hasta conformar una concentración industrial. La industria española de electrónica de consumo se encuentra radicada en la comarca del Vallés en Cataluña por razones equivalentes a las esgrimidas por B. Arthur; y este hecho económico, incluso ha trascendido a Europa, pues en dicha región reside una de las más importantes concentraciones industriales electrónicas de la Unión Europea.

Los textos convencionales tienden a presentar la economía como un sistema newtoniano en el que las perturbaciones son contrarrestadas por fuerzas opuestas, y todo tiende al equilibrio. La economía de los rendimientos crecientes encuentra su soporte en los modernos sistemas físicos no lineales. Los materiales ferromagnéticos, los láseres de estado sólido y

otros sistemas físicos, que consisten en elementos que se refuerzan recíprocamente, tienen un notable parecido con el sistema económico de los rendimientos crecientes. Pequeñas perturbaciones, tiempos críticos, estados de mayor o menor energía son situaciones propias de ambos contextos.

También es posible encontrar paralelismos en la teoría evolucionista: pequeños eventos – las mutaciones de la historia– son a menudo partes importantes de las nuevas estructuras del desarrollo económico. Desde este punto de vista, economías inicialmente idénticas con sectores de rendimientos crecientes no se comportan necesariamente igual, más bien suelen diverger. Una economía de realimentación positiva requiere buena suerte y “buen tiempo”.

Para Brian Arthur (8), “la economía de los retornos crecientes no compite con la de los retornos decrecientes. Es la parte que faltaba. Como en la aerodinámica, pasada la barrera del sonido cambia la situación; así ocurre en esta nueva economía. La expansión de la economía norteamericana, aún basada también en la economía tradicional, debe su largo auge a la baja inflación provocada por una nueva economía basada en rendimientos crecientes”.

## Productividad del trabajo

La productividad es un concepto central en la economía industrial que nació con Adam Smith y alcanzó su madurez con la teoría de Frederick Taylor y la fábrica FORD. En una economía basada en el volumen y objetos idénticos, la medición de la productividad se presentaba bastante obvia. Bastaba comparar los outputs homogéneos producidos por unidad de input. El final de la historia de la productividad aparece cuando un robot puede sustituir la labor humana hasta el punto de que, como sucede en la producción de un teléfono móvil, la mano de obra incorporada al coste de fabricación –de sólo unos minutos por unidad– apenas tiene significado económico en el precio final.

Los avances logrados por la intensiva y extensiva aplicación de tecnologías electromecánicas y electrónicas ha conllevado tal mejora de la productividad que ésta se presenta asintótica en cada vez más sectores industriales. ¿Hasta cuántas horas menos de trabajo conllevará la fabricación de un automóvil? Después de las ganancias de productividad conseguidas hasta hoy, lo que queda por lograr cada vez tiene menos interés económico.

Puede que, llegados a este punto, el problema de la productividad no resida tanto en su nueva medición, sobre todo en el ámbito de los servicios, donde tan poco se ha avanzado (si es que se puede avanzar midiendo la productividad de un peluquero o un masajista), como en el hecho mismo de si la problemática medida de productividad tiene mucho sentido en la nueva economía.

Optimizar lo existente es equivalente a mejorar la productividad o, lo que es lo mismo, aumentar la producción por unidad de insumo. Pero la medida de la productividad requiere una producción y unos insumos homogéneos, típicos de la economía industrial, cada vez más difíciles de encontrar en la nueva economía.

Manuel Castells en su tratado sobre “La Era de la Información”, (1997) pone de manifiesto las crecientes dificultades de medición de la productividad en una sociedad red crecientemente dominada por estructuras productivas horizontales –la sociedad red– y un sector de servicios en expansión cuyo output es tan diverso como difícil de medir. De hecho, cada vez hay más gente empleada en trabajos como el entretenimiento, la comunicación, la información en los que es prácticamente imposible medir la productividad.

La productividad agregada de la economía se deberá y podrá seguir midiendo, así como la de aquellos sectores productores de servicios y productos relativamente homogéneos, pero no será una medida tan generalizable como lo fue en el pasado. En todo caso, dada la creciente participación e influencia en casi cualquier quehacer humano de las nuevas tecnologías, sobre todo de la información (telecomunicaciones e informática), y la cada vez más compleja relación del hombre con los nuevos instrumentos tecnológicos, la curva de aprendizaje y su impacto sobre la productividad cada vez se generalizarán más.

Los usuarios de las nuevas tecnologías sacan un partido (productividad) creciente a las mismas; o lo que es lo mismo, la productividad crece con la curva de aprendizaje, y éste es transmisible de una industria a otra. Por tanto, las innovaciones derivadas del aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías, al aumentar la productividad, primero verticalmente –en la misma organización– y luego horizontalmente en el resto del sector difunden las ventajas adquiridas de una manera extraordinaria.

Aquí reside, seguramente, una de las claves del círculo virtuoso de la nueva economía: las novedades se explotan y divulgan a mayor velocidad que en el pasado, y cuando sus mejoras de productividad comienzan a ser asintóticas, otra novedad reemplaza a la anterior. En tanto a una innovación la sustituya otra, el círculo virtuoso continuará; las novedades, directamente relacionadas con las oportunidades tecnológicas, no parecen tener fin. De

hecho, la tecnología crea necesidades más deprisa que las satisface. Bienes de lujo (la telefonía móvil) pasan poco tiempo después –gracias al abaratamiento de la tecnología– a ser bienes de consumo. Desde la electricidad a los automóviles, los electrodomésticos, los teléfonos móviles, se ha venido demostrando que la tecnología crea la demanda y con ella el progreso económico y social.

En este punto, conviene recordar que Robert Solow estimó en 1957 que la tecnología, de acuerdo con su formulación del crecimiento económico, podía ser responsable de un 80% aumento del PIB norteamericano. En la era de la economía interconectada parece razonable pensar que el efecto de la tecnología se multiplicará aún más.

Los críticos de la nueva economía utilizan las estadísticas gubernamentales para descalificar la contribución de las nuevas tecnologías a la mejora de la productividad. Los defensores de la nueva economía sostienen, sin embargo, que los ordenadores y las redes de telecomunicaciones son tecnologías altamente productivas. El problema reside, según estos últimos, en que las estadísticas gubernamentales están basadas en la contabilización de bienes tangibles, mientras que la nueva economía es productora de bienes intangibles.

La economía norteamericana está conociendo, desde 1983, la más larga era de expansión sin recesión de su historia. Las tasas de desempleo, apenas de un 4%, y los incrementos de las rentas salariales son los mejores que se recuerdan. Y todo ello acompañado de una tasa de inflación muy baja. De acuerdo con la teoría económica, un crecimiento alto y sostenido, junto con mejores condiciones de trabajo –más empleo y salarios mayores– genera necesariamente inflación, salvo que la productividad de los trabajadores crezca a un ritmo aún mayor. Aunque las estadísticas económicas no puedan recoger adecuadamente el crecimiento de la productividad de la nueva economía, sus efectos son tan obvios que están a la vista.

En el siguiente cuadro se observan diversos crecimientos de productividad, especialmente altos en el sector TIC y menores, pero positivos, en los demás sectores.

## Gráfico 20

El crecimiento real de la productividad en la década de los 80 no ha sido medido por las estadísticas oficiales. George Gilder (2000), sostiene que entre 1983 y 1990, en EE.UU., el empleo en la intermediación financiera sólo se dobló, mientras que el número de

transacciones diarias pasó de 5.700 millones a 63.800 millones. En 1999, las tres principales bolsas norteamericanas negociaron 1.630 millones de acciones diarias, casi tres mil veces más que en 1973, con muy escaso impacto en los datos oficiales de productividad.

En un ensayo publicado en 1998 citado por Gilder, titulado: “Más allá de la paradoja de la productividad”, Eric Brynjolfsson y Lorin Hill explicaban que las compras de equipos ATM (transmisión de paquetes de datos a muy alta velocidad) incrementaba la medida de los insumos de los bancos, mientras reducía su producción (cantidad de cheques procesados). Las nuevas tecnologías como ATM ahorran tiempo a los clientes, un factor ausente de las medidas de la productividad.

La atención sanitaria es otra área que desafía la medición de la productividad. La cirugía láser de cataratas es simplemente más rápida, barata y mucho mejor que los procedimientos anteriores; los análisis clínicos, igual, etc. Mientras tanto la productividad sanitaria apenas si registra aumentos.

La medida de la productividad de la industria asume que los productos cuyos precios disminuyen, tales como los electrónicos, también disminuyen su valor. Durante los últimos veinticinco años, el coste de los ordenadores ha caído aproximadamente un millón de veces, mientras que las estadísticas norteamericanas, según Gilder, muestran sólo caídas anuales que van del 6,7 al 14,9%. Se atribuye a Robert Solow una famosa frase, dicha en 1987: “Se pueden ver ordenadores por todas partes, menos en las estadísticas de productividad”.

Gordon Moore, cofundador de INTEL y autor de una predicción en 1965 que la experiencia ha terminado convirtiendo en ley –cada 18 meses se duplica la potencia de los microprocesadores y el precio se divide por dos–, interrogado en una entrevista de Newsweek (January 29, 2000), acerca de la productividad de la “nueva economía”, responde así: “...lo que los economistas llaman productividad no considera una gran cantidad de aspectos cualitativos. Nuestra industria vende hoy chips que contienen 67 millones de transistores por menos que un transistor individual antes de la era microelectrónica. Realmente, el coste ha caído 67 millones de veces, sin contar las

conexiones internas de los transistores, y ello no es revelado por los datos de productividad”. En la mayoría de los países, la productividad creció lentamente desde 1970 a 1990; el resurgimiento de la productividad en los EE.UU en la década de los 90 planteó el problema que se ha popularizado como la paradoja de la productividad.

¿Por qué tardan tanto tiempo en medirse los efectos sobre la productividad de las inversiones en tecnologías de la información? Un trabajo de Paul David, citado por The Economist, 23.09.00, mostraba que la productividad no se aceleró hasta 40 años después de la introducción del motor eléctrico en los años ochenta del siglo xix. Ello fue, parcialmente, así, porque hasta 1920 la mitad del parque industrial no estaba electrificado. Paul David sugiere que una tecnología no comienza a tener efectos significativos sobre la productividad hasta que no ha alcanzado una tasa de penetración de al menos un 50%. EE.UU sólo ha alcanzado esta tasa de penetración de los ordenadores muy recientemente; es decir, los ordenadores han alcanzado ahora la penetración que logró el motor eléctrico en 1920.

El modo en que las tecnologías de la información mejoran la productividad del trabajo es triple:

- Al aumentar la inversión en capital por trabajador, mejora su eficiencia;
- Los avances técnicos en la fabricación de las tecnologías de la información contribuyen a la mejora de la productividad global;
- Los demás sectores económicos mejoran su productividad por el uso de estas tecnologías.
- Para los escépticos de la nueva economía, las citadas evidencias son cuestionadas con argumentos del tipo: Internet no es una verdadera revolución, porque simplemente sustituye cosas que antes se hacían de otra manera. Siendo sólo parcialmente cierto dicho argumento, ignora que muchos de los productos que hoy disfrutamos, desde los teléfonos móviles a los juegos infantiles; bastantes prácticas industriales, como la simulación tridimensional; los nuevos servicios financieros, de información y entretenimiento, etc., no serían posibles sin las tecnologías de la información. Tampoco el progreso científico, cada vez más basado en instrumentos informáticos e intensivos usuarios de las redes, sería posible en los términos en que lo es hoy (11); el desarrollo de las nuevas tecnologías energéticas, la nanobiotecnología, las nuevas aventuras espaciales no serían posibles sin ordenadores ni redes de telecomunicaciones ubicuas, potentes y baratas.

“En el año 2000 casi la mitad de la población laboral norteamericana trabajará en industrias productoras o usuarias intensivas de tecnologías de la información”, según el Departamento de Comercio (1999) de EE.UU. Teniendo en cuenta que el valor añadido por trabajador en la industria de tecnologías de la información creció a una tasa anual del



10,4% en la década de los noventa, de mantenerse en esta trayectoria, las esperanzas de que la productividad siga creciendo son altas.

“Gracias al comercio electrónico, las tecnologías de la información prometen resolver la paradoja de la productividad”, sostiene Catharine Lo en WIRED, July 2000. En 1999 las tecnologías de la información y la comunicación contribuyeron con un 8,2% al PIB de EE.UU. y un 19,2% a su crecimiento. Con la generalización del B2B las mejoras de productividad que se esperan superan las ya elevadas de esta última década.

Robert Gordon (2000), un reputado analista de la productividad en EE.UU., en un estudio del período 1972-1999, encuentra un fuerte crecimiento (17,8% anual, desde 1971 a 1995 y un 41,70%, desde 1995 a 1999) de la productividad en el sector informático y un crecimiento menor en los demás sectores, que en la década de los 90, no se aleja demasiado del pasado. De ahí infiere Gordon, que la influencia de las tecnologías de la información en el crecimiento de la productividad no sea muy evidente. La paradoja de Solow seguiría vigente, por tanto.

Pero la argumentación empírica de Gordon no es demostrativa de la escasa o nula influencia positiva de las tecnologías de la información en el crecimiento de la productividad; para ello tendría que analizar cuál habría sido el crecimiento de la productividad si no hubieran existido tecnologías de la información. Las comparaciones internacionales parecen ir en sentido contrario de la tesis de Gordon. En Europa la productividad ha crecido menos, quizás porque las tecnologías de la información han estado menos presentes en la vida económica.

En un artículo editorial publicado el 10 de junio de 2000 por The Economist, [la revista económica más reticente a la nueva economía en oposición a Business Week que la defiende], se anunciaba de la publicación de un nuevo trabajo de Gordon (el principal especialista en la negación de los efectos de las tecnologías de la información sobre la mejora de la productividad de los demás sectores económicos) en la que cambia de posición. Otros trabajos de: Dale Jorgenson (Harvard University) y Stephen Oliner y Daniel Sichel (Federal Reserve) contribuyen a demostrar empíricamente, para los EE.UU., la decisiva influencia de las tecnologías de la información en el crecimiento global de la productividad.

Rafael Myro y Patricio Pérez –en su análisis del crecimiento económico de la UE, MYRO (2000)–, sostienen que la mayor eficiencia observada de la investigación tecnológica europea frente a la norteamericana “podría descansar en una inadecuada medición”. Pues bien, en Europa, la medida de la productividad no refleja en la década de los noventa mejoras comparables con EE.UU. Desde mediados de esta última década el crecimiento de la productividad más bien ha declinado en las estadísticas oficiales. Teniendo en cuenta que las inversiones en tecnologías de la información en Europa en ningún caso son tan distantes de las de EE.UU. como los datos de productividad pudieran reflejar, los analistas económicos

tienden a explicar la paradoja por las rigideces del mercado laboral europeo que no facilita la sustitución de mano de obra por ordenadores. En realidad, tal y como sostienen Myro y Pérez para la eficiencia en investigación, la productividad tiene serios problemas de medición.

El respeto, casi religioso o totémico, que se tiene al modo de medición de la productividad, tanto en EE.UU. como en la UE, puede estar siendo una barrera entorpecedora del análisis económico. A la tradicional, y aceptada, incapacidad de las estadísticas oficiales de medir la productividad de los servicios, o los atributos intangibles de los productos industriales, se le une un mercado de trabajo cada vez más heterogéneo y diferente del pasado. A la creciente dificultad de medición de los outputs intangibles, que cada vez representan una porción mayor de la producción, se le une una alteración sustancial y creciente de los inputs (formas de trabajo) que debería conllevar a una revisión metodológica. El empleo a tiempo parcial, el teletrabajo, los contratos por obra y otras modalidades de trabajo complican la imputación del valor añadido de la producción.

En las estadísticas norteamericanas de productividad, sectores como el de la salud, el editorial, la publicidad y los medios de comunicación parecen estancados. Ante este inexplicable, desde una elemental lógica apreciativa, hecho estadístico cabe preguntarse: ¿Qué sucedería con la productividad de dichos sectores si carecieran de tecnologías de la información y la comunicación? La producción y calidad de las actuaciones médicas, de la publicidad, de periódicos, libros y revistas, de programas de TV, etc., es impensable que no disminuyera drásticamente.

En realidad, las estadísticas agregadas nacionales parecen tener muy serios problemas para reflejar la evolución de la productividad. Si se contrastan con sectores concretos, las divergencias no pueden ser más acusadas. Es el caso en España de los sectores financiero y electrónico. Para las estadísticas oficiales la productividad apenas si ha crecido en los últimos años, mientras que rigurosos estudios sectoriales sostienen justamente lo contrario. El Servicio de Estudio de la Caixa (1999) para el sector financiero y los profesores Rafael Myro y TOMÁS RUIZ CÉSPEDES (2001) para el sector electrónico en sus respectivos trabajos sobre la productividad, no pueden ser más contundentes al respecto.

Mientras que los datos aportados por el Servicio de Estudios de la Caixa ponen de manifiesto una sensible disminución del empleo en el sector financiero que ha coincidido en el tiempo con una gran expansión de sus servicios, RAFAEL MYRO y TOMÁS RUIZ CÉSPEDES (2001), en un ilustrativo trabajo, ponen de manifiesto la infravaloración del crecimiento de la productividad del sector TIC en España según el INE, en relación con sus propias estimaciones basadas en datos de ANIEL. Mientras que para el INE la productividad de las

manufacturas TIC es negativa o ligeramente superior a cero, según los datos de ANIEL creció a un ritmo medio anual de 6,9% durante el período 1995-1999.

Una adecuada y rigurosa medición de la productividad se hace cada vez más necesaria dada su influencia en la orientación de las políticas económicas. Altos crecimientos de la productividad posibilitan crecimientos de la economía y los salarios sin inflación, que hacen viable políticas monetarias más laxas y fiscales menos expansivas.

GRILICHES (1994), considerado un clásico en esta materia, considera que “muchos de los bienes y servicios producidos usando las más avanzadas tecnologías no son adecuadamente medidos; lo que explica el sorprendente bajo nivel del crecimiento de la productividad observado en muchas industrias y servicios intensivos en TIC”.

## **Precios menguantes**

La caída de los precios de los chips (según la famosa Ley de Moore se dividen por más de dos cada 18 meses, y su potencia se duplica) ha invadido la electrónica, y con ella la fabricación de todo tipo de productos, que gracias a la creciente inteligencia de los ordenadores y los insumos electrónicos, cada vez más baratos, siguen una tendencia de precios a la baja. Desde los electrodomésticos a los coches, pasando por todo tipo de objetos, y fundamentalmente los electrónicos, no han dejado de bajar sus precios y aumentar su calidad en las últimas décadas.

La red acelera la difusión de todo tipo de mejoras en la productividad y aún lo hará más en la medida en la que más personas, instituciones y objetos están conectados a ella. George Gilder (2000) prevé que en los próximos diez años la anchura de banda de los sistemas de comunicación se cuadruplicará cada 12 meses. En la medida en que esta Ley de Gilder se cumpla, los precios de transmisión por bit se derrumbarán. Puesto que el coste del proceso de la información también tiende a abaratarse, el coste de la información cada vez será menor.

Este comportamiento en materia de precios de la economía interconectada subvierte la lógica de las curvas de la oferta y la demanda de la teoría económica tradicional. La oferta tiene una forma ascendente en la economía tradicional porque aumenta la cantidad ofrecida si los precios suben.

En la economía interconectada, la curva de la oferta tiene pendiente descendente porque la cantidad ofrecida aumenta conforme baja el precio. Es como, si asumiendo que la escala bajara los costes de producción, el oferente optara por adelantarse al mercado anticipando una bajada de precios. A medida en que la curva de oferta va cayendo, la curva de demanda aumenta, cruzándose en un nivel de precios cada vez más bajo. (Cuadro 21)

La oferta y la demanda ya no se mueven en función de la escasez de recursos y los deseos humanos, sino en función de la tecnología. Las empresas, en un mercado caracterizado por una constante caída de precios, la única manera que tienen de sobrevivir con éxito es que la demanda aumente. La demanda, a diferencia de la oferta, no tiene límites ya que el alcance de las necesidades y deseos humanos sólo está limitado por la imaginación humana y ésta es ilimitada. Por tanto, dada la inexorable caída de precios que conlleva una economía interconectada, la única manera de sobrevivir con éxito es inventar y comercializar nuevos productos y servicios a una velocidad superior a la de su comercialización.

Si el valor de los productos y servicios aumenta con su número y su precio disminuye con el valor, entonces, las cosas más valiosas serán aquellas que alcancen la ubicuidad y la gratuidad. Estas son las razones por las que los navegadores de Internet (MICROSOFT y NETSCAPE), los teléfonos móviles, y cada vez más cosas, se regalan (12). Decenas de miles de programas de software para múltiples usos están disponibles en la red de forma gratuita.

## Gráfico 21

Cada vez hay más vendedores de software que ofrecen su producto gratis y que sólo cobran si le gusta al usuario. En la economía interconectada cada vez se introducen más productos imperfectos en la red (versiones beta) que en la economía tradicional no tendrían sentido. Y ello no se produce, sostiene Kevin Kelly “como consecuencia de una situación desesperada por reducir costes; es la manera más inteligente de completar un producto cuando sus clientes son más listos que usted”.

Desde una óptica empresarial, la nueva economía conlleva precios menguantes, y ello por las siguientes razones:

- El coste marginal de los productos intangibles, que dominan crecientemente los mercados, además de ser muy bajo tiende tendencialmente a cero conforme las unidades producidas, -mejor dicho, reproducidas-, aumentan, impulsadas por el crecimiento exponencial de las redes.
- Los beneficios, en muchos casos, están siendo sustituidos como objetivo de la empresa, por otros como: cuota de mercado y velocidad de expansión.
- Las empresas que no son monoproduccionistas pueden flexibilizar su oferta, financiando a corto plazo una rápida introducción en el mercado de un nuevo producto o servicio, -que puede llegar a disfrutar incluso posición de monopolio- con los ingresos de otros.
- Regalar un producto, como de hecho sucede cada vez más a menudo y es un verdadero símbolo de la nueva economía, es una opción que según Shapiro y Varian (1998) tiene sentido:

- Para crear conciencia de marca o producto (las versiones básicas de Microsoft que vienen instaladas gratis en un PC facilitan la venta de productos más sofisticados, y por supuesto caros).
- Para promover ventas accesorias y/o complementarias.
- Para crear una masa crítica de consumidores o incluso de espectadores de publicidad.
- Para restar clientes a un competidor.

Los mercados financieros respaldan estas nuevas prácticas, con mayor o menor exageración, según se observa por el comportamiento de las bolsas de valores, basados en el supuesto de que “los costes de adquisición de clientes no harán sino aumentar en el futuro” (López Vives, 2000).

El capital riesgo es el agente que alimenta y da vida a estas nuevas formas de negocio; en las que el coste no es, como hasta ahora, la base fundamental del mismo, ni los beneficios a corto plazo un objetivo a perseguir. Según VentureOne, (citado por López Vives), la inversión en capital riesgo en empresas de Internet ascendió a 4,5 billones de pts. en 1999, lo que supuso un aumento del 310% con respecto al año anterior y un 68,4% de toda la financiación de capital riesgo en EE.UU.

En un futuro que no parece estar demasiado lejos, los servicios hoy considerados básicos de telecomunicaciones puede que tengan un precio más bien simbólico; pagaremos por los nuevos contenidos según los demandemos.

Otro modo de considerar la caída de los precios del sector de las TIC es comprobar cómo se comportan sus precios en el mercado. En las últimas tres décadas, el precio real de los procesos informáticos ha caído un 99,999%, lo que resulta equivalente a un 35% anual. El coste del teléfono, aunque más lentamente, también ha descendido: en 1930 una llamada telefónica de tres minutos entre Londres y Nueva York costaba más de 300\$ –en valor

actual–; la misma llamada cuesta menos de 0,20\$, lo que implica un descenso del 10% anual durante más de setenta años. Los ANEXOS 12, 13, 14 y 15 ilustran bien este fenómeno.

Los precios de las tecnologías de la información han descendido más y más rápidamente que los de cualquier tecnología previa. Según estudios históricos revelados por The Economist (23.09.00), el coste real de la máquina de vapor en 1850 era solamente un 50% menor que en 1790; los ferrocarriles redujeron el coste del transporte en EE.UU. un 40% entre 1870 y 1913, lo que es equivalente a una reducción anual del 3%; los precios de la electricidad cayeron más rápidamente, pero solo a una tasa del 6% anual desde 1890 y 1920.

Gracias a la extraordinaria caída de los precios de las TIC, su difusión está siendo más rápida y sus efectos también que en cualquier otra pretérita revolución tecnológica.

Además de las razones expuestas para justificar los precios menguantes de la “nueva economía”, la nueva élite del trabajo en red (HIMANEN, 2001) ahonda aun más dicha tendencia.

Si, según revela CASTELLS (2001), Bill Gates mantuvo que no era concebible un trabajo profesional gratis, ha puesto en crisis dicha concepción del trabajo. El sistema operativo LINUX, un trabajo no profesional para Gates, amenaza WINDOW en términos tales, que hacen insostenible, hoy, su famosa frase.

Al final del capítulo 6 se señalan los rasgos éticos dominantes de la nueva economía, y uno de ellos: no considerar el dinero como un fin en si mismo, abunda cultural y por parte estructuralmente, en la caída de precios de la Sociedad de la Información.

## **Nuevos Monopolios**

La economía de las ideas, cuya producción es intangible, al disfrutar de rendimientos crecientes que hacen bajar los precios, posibilitan alcanzar grandes cuotas de mercado en poco tiempo y por tanto posiciones cuasi monopolistas que tienden a perpetuarse hasta que una nueva tecnología cuestiona la anterior.

La formación de monopolios en la nueva economía tiene sus raíces en la lógica de la investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías intangibles.

Según sostiene Sala-i-Martin (2000), las aportaciones de ROMER (1999), LUCAS (1988), REBELO (1991) y BARRO (1991) sobre la competencia imperfecta en I+D demuestran cómo la sociedad premia a las empresas investigadoras con el disfrute de poder monopolístico.

Las teorías del crecimiento endógeno de la economía otorgan una importancia esencial a los gastos e inversiones en I+D, ya que éstos generan nuevas tecnologías que mejoran la productividad y posibilitan el crecimiento en la economía.

A diferencia de los bienes materiales, la producción de ideas requiere un elevado coste fijo inicial de I+D, que es muy superior al coste marginal de producir unidades adicionales. Como consecuencia, para que haya crecimiento económico, debe ser posible para las empresas recuperar, en el precio de sus productos, no sólo el coste marginal –que establece la teoría económica de la competencia perfecta–, sino también la amortización del coste incurrido en I+D, que suele ser mucho mayor que aquél. Para ello es fundamental que el inventor pueda asegurar la propiedad de su conocimiento intelectual, es decir, de la tecnología desarrollada. Esto conlleva a situaciones de monopolio.

La economía de las ideas no es compatible con la lógica de la libre competencia de la economía industrial. En ésta el equilibrio en el mercado se logra cuando los precios igualan los costes marginales; en aquélla, los precios, además de sufragar los costes marginales, deben incorporar los costes en I+D y ello sólo es posible en una situación de monopolio en el mercado.

Una de las consecuencias más evidentes de las propiedades de las redes es su tendencia a crear monopolios aparentes. Si al crecimiento exponencial del valor de las redes se le añaden los bienes intangibles que pueden usarse y/o comercializarse a través de ellas, la posibilidad de que se creen monopolios de hecho es tan grande que, seguramente, será uno de los atributos distintivos de la nueva economía.

Los monopolios de la nueva economía provienen de la mezcla de dos hechos económicos: la emergencia de los bienes intangibles y el valor exponencial de las redes, que tienden a acelerar la consecución del éxito en términos que pueden resultar inalcanzables para los seguidores.

Paul Romer y Bob Metcalfe son dos distinguidos estudiosos de los nuevos comportamientos de la economía que están derivando en concentraciones empresariales desconocidas hasta ahora. Paul Romer en el ámbito de los bienes intangibles y Bob Metcalfe en el de las redes.

Para Romer (1993), un bien intangible, una vez producido, no tiene competidores o rivales para su uso. Su coste de producción es, básicamente, fijo. Las empresas gastan grandes sumas de dinero en desarrollar este tipo de bienes, que luego pueden reproducir a un coste casi nulo. Aunque Romer no entra a considerar cómo las redes pueden multiplicar el éxito en el mercado de este tipo de bienes, no ignora que en cualquier caso estos productos lógicos tienden a crear monopolios. De ahí que haya trabajado –ROMER (1993)–, en modelos de incentivación de la I+D de estos bienes que eviten concentraciones de poder.

Intel, Microsoft, Sun, Cisco, Oracle son vivos ejemplos de este tipo de monopolios, que sin embargo se diferencian de los de la economía industrial porque bajan los precios y aumentan la calidad de sus productos para beneficio de los consumidores. Este tipo de monopolios, basados en productos intangibles innovadores cuyo éxito inicial resulta acentuado por la red, pueden ser deseables en el marco de una economía interconectada ya que, debido a los rendimientos crecientes, el valor exponencial de una gran unidad empresarial es superior al de varias más pequeñas.

El mayor peligro de estas nuevas instituciones es que puedan ser monoinnovadoras, no monovendedoras. Mientras la innovación tecnológica sea libre, la red, como ya está sucediendo con LINUX, fomentará la aparición y desarrollo de novedades que terminarán sustituyendo los productos ya establecidos.

Los rendimientos crecientes no son exclusivos de las TIC; Alfred Marshall ya puso de manifiesto, hace un siglo, que el gas, la electricidad y los ferrocarriles generaban rendimientos crecientes. Pero todo indica que debido a su estructura de costes, los rendimientos crecientes de las tecnologías de la información y la comunicación son muy superiores a aquellas que revelaba Marshall.

En la economía industrial, si una firma es el doble de grande que su rival, el coste unitario de sus productos puede ser del orden de un 10% menor. En la economía de la información, si una empresa, por ejemplo de software, tiene una dimensión que duplica la de su competidor, sus costes unitarios pueden ser un 50% más bajos. Ello sucede así porque los costes fijos, siendo altos, son iguales para todos los competidores, mientras que los costes variables son muy bajos o casi despreciables. En tales circunstancias es natural que la estructura del mercado sea monopolista (13).

Elevadas ventas no reducen los costes de producción, pero aumentan el valor de los productos para los demás usuarios, por lo que en tales mercados una firma tiende a

convertirse en dominante. Además, los estándares, una vez difundidos suficientemente, determinan una fuerte lealtad de los clientes por el producto, de manera que un entrante en el mercado tiene que persuadir a los consumidores para que cambien, lo que es muy costoso y de resultados inciertos.

Las redes, como con secuencia de la ley de Metcalfe que se describe en el capítulo siguiente, multiplican los efectos de la economía de la información y contribuyen a crear enormes barreras de entrada. Las externalidades de las redes de telecomunicaciones ya se mostraron como tales hace un siglo, pues determinaron los monopolios de servicios que han dominado el sector hasta hace muy poco (14); ahora se añaden a ellas contenidos intangibles que contribuyen a acentuar y ampliar sus economías externas.

Los monopolios tradicionales maximizan sus beneficios restringiendo su oferta y aumentando los precios. Los nuevos monopolios hacen exactamente lo contrario; de ahí el peligro de defender la competencia con instrumentos propios de la era industrial, que al limitar la cuota de mercado del dominante contribuyen a aumentar los precios. En la nueva economía, el mayor incentivo para producir cierto tipo de bienes es la posibilidad de disfrutar temporalmente de posición de monopolio, lo que permite situar los precios al nivel de los costes marginales, sin recuperación de los altos costes fijos.

“El cambio tecnológico asociado con la Revolución Industrial requirió el previo desarrollo de un conjunto de derechos de propiedad que posibilitaran una creciente tasa de retorno a la invención y la innovación”, sostiene [North] (1981). La economía de la información requiere mercados imperfectos para que los innovadores puedan recuperar sus inversiones; de ahí que el oligopodio resulte consustancial con la nueva economía.



Schumpeter, mediante su teoría de la destrucción creativa, planteó como el monopolio podía estimular la innovación y por tanto el crecimiento. Esta posición monopolista, que maximiza la creación de riqueza, no debe confundirse con su uso para competir en otros mercados mediante subvenciones cruzadas de precios o prácticas abusivas contra otros competidores.

Las autoridades que velan por la competencia en los mercados van a tener ahora más trabajo que nunca; pero sus instrumentos ya no podrán ser los de la economía industrial, deberán ser los de la nueva economía. Internet es, por sí misma, una buena arma de combate contra los monopolios: reduce las barreras de entrada y permite comparar precios, factores ambos que aumentan la competencia en los mercados.

Con motivo del debate, todavía no resuelto, acerca del caso Microsoft, en EE.UU. parece haber un creciente consenso acerca del hecho de que las leyes antimonopolio de la economía convencional quizás no sean útiles para resolver las formas monopolistas de la nueva economía. Tales leyes estaban concebidas para mejorar la eficiencia y la competitividad de la economía, así como para rebajar la inflación; justamente lo que contribuyen a conseguir los nuevos monopolios tecnológicos. Además, la competencia en la nueva economía no se basa en productos idénticos que compiten en precios, sino más bien en tecnologías rivales que luchan por su supremacía.

Los monopolios tecnológicos suelen basar su razón de ser en invenciones, desarrollos y aplicaciones que, después de costosos esfuerzos en tiempo y dinero, son protegidos legalmente mediante patentes. La literatura económica siempre ha atribuido al buen sistema de patentes norteamericano el liderazgo mundial de dicho país en materia de innovación tecnológica (15). La nueva economía, como es natural en ella, ha incrementado notablemente el ritmo de registro de patentes en EE.UU. En los últimos cinco años según mostraba *The Economist* (april, 8, 2000), compañías como SUN, MICROSOFT y ORACLE han registrado miles de patentes siguiendo un ritmo de crecimiento exponencial, que parece reproducir la forma de crecimiento de sus respectivos negocios.

El fenómeno de las patentes se ha disparado en los últimos años como consecuencia del creciente peso del conocimiento en la economía, así como de la posibilidad de registrarlo (Cuadro 22). Sin negar la necesidad de proteger el fruto del conocimiento, que anima la aplicación de recursos a I+D, puede que haya llegado la hora de discriminar, por su naturaleza, el alcance de dicha protección; alargando la protección de los derechos de las invenciones de hardware frente a las de software, y cuestionando el registro de métodos para hacer negocios. Si bien los inventores y creadores necesitan protección, la generalización indiscriminada de privilegios exclusivos puede entorpecer, en vez de alentar, la invención.

## Gráfico 22

El premio Nobel Gary S. Becker (2000) con motivo del debate abierto en torno al caso Microsoft, sostenía que mayor competencia en el mercado no significa necesariamente más innovación. Para Becker, “la tasa de progreso tecnológico es más importante para los ordenadores e Internet que cualquier efecto monopolista sobre los precios”. Los argumentos teóricos que sostienen que la competencia anima el progreso tecnológico son más bien

débiles, según Becker, y en todo caso menos sólidos y convincentes que los de Schumpeter a favor de los monopolios.

Durante las últimas cuatro décadas, la industria informática ha experimentado una de las más prolongadas y rápidas tasas de progreso tecnológico que nunca se han conocido. Según datos aportados por el experto en productividad Robert J. Gordon (citado por Becker), la tasa de productividad mejoró anualmente un 20% entre 1961 y 1999, mientras que los precios cayeron anualmente también a la misma tasa. Antes de romper trayectorias tan brillantes, las autoridades deberían andarse con mucho cuidado, concluye Becker.

ROBERT E. LITAN y WILLIAM A. NISKAKE (1999), después de asumir que las tecnologías que definen la era digital tienden a ser monopolios porque el recurso especializado en la era digital no es el capital sino la creatividad humana, ponen en duda que las normas antimonopolio concebidas para un mundo analógico sean aplicables a la nueva economía. “Las autoridades deberían conformarse con garantizar que los mercados sean disputables y que ninguna empresa dominante discrimine a sus competidoras”.

## LA ECONOMÍA INTERCONECTADA

### Introducción

La nueva economía, y sus más singulares atributos: ubicuidad, intangibilidad, inestabilidad, personalización, rendimientos crecientes, aumentos de productividad, precios menguantes y nuevos monopolios, está dominada por las redes de telecomunicaciones; hasta el punto de que si hubiera que denominarla por su propiedad más enjundiosa, debería recibir el nombre de “economía interconectada”.

Los atributos de la nueva economía, siendo relativamente autónomos e independientes entre sí, alcanzan su verdadero valor gracias a las redes, cuyas propiedades realzan y dan sentido a aquélla. Las redes, por sí mismas, no constituyen la nueva economía, pero sin ellas los atributos de éstas no podrían expresarse de la manera que lo hacen. Cabe decir que las redes son una condición necesaria de la nueva economía y los atributos de ésta, su condición suficiente.

Utilizando una metáfora botánica, las especies más singulares de la nueva economía—sus atributos—, que permiten hablar de un nuevo ecosistema, crecen y se cultivan en el fértil territorio de las redes; sin el que las especies podrían existir pero no desarrollarse y madurar hasta constituir una nueva configuración botánica.

La nueva economía quedaría constituida por tanto por los ocho atributos “verticales” ya descritos y un noveno “horizontal” que recapitula sinérgicamente aquellos. La ubicuidad, aun no estando exclusivamente asociada a las redes, si lo está esencialmente. Las redes posibilitan la hiperdifusión instantánea, sin fronteras geográficas, de los nuevos conocimientos y bienes económicos de naturaleza intangible, lo que genera situaciones de inestabilidad casi permanente.

Las redes permiten una recombinación de insumos y una distribución de la producción que hacen posible una creciente personalización de la producción y los servicios, sin perder las ventajas de la escala, propias de la era industrial.

Aunque los rendimientos crecientes están asociados a los bienes intangibles, las redes potencian enormemente sus efectos, así como difunden las consiguientes mejoras de la

productividad que permiten sustanciales caídas de precios, favoreciendo en última instancia, la creación de monopolios.

Siendo por tanto la interconexión sinérgica de sus atributos singulares el fundamento de la nueva economía, es obligado detenerse a analizar la naturaleza, anatomía y propiedades de las redes que la hacen posible.

## Naturaleza de las redes

La moderna economía sería mucho más pequeña si no existieran los transportes, las telecomunicaciones y la información. Las redes de telecomunicaciones se han extendido tanto y afectan cada vez a más nodos, que han creado una suerte de nueva lógica económica que afecta a las unidades interconectadas de una manera distinta a la de las unidades desconectadas.

Formalmente, una red está integrada por nodos y enlaces. Los elementos de la red son complementarios y todos necesitan a todos. Cabe clasificar las redes por la dirección de los flujos que discurren por sus enlaces; así cabe distinguir dos tipos básicos de redes: unidireccionales y bidireccionales. La electricidad, la radio y la TV son del primer tipo; los ferrocarriles y las telecomunicaciones pertenecen a la segunda categoría. Tanto en las redes unidireccionales como en las bidireccionales el factor crucial es la relación de complementariedad de los elementos de la red. Así, la relación entre la industria auxiliar del automóvil y los fabricantes es típicamente unidireccional. Las bolsas de valores son, sin embargo, redes típicamente bidireccionales.

Bob Metcalfe, profesor de computación y estudioso del comportamiento tecnológico de las redes de telecomunicaciones, formuló en 1980 una ley, luego conocida con su nombre, según la cual “el valor de una red crece al cuadrado del número de sus miembros”. Esta simple regla proviene de una elemental aplicación aritmética: cuatro personas, suponiendo como sucede en las redes de telecomunicaciones que la comunicación es bidireccional, pueden establecer hasta 12 comunicaciones diferentes. Si se agrega un miembro más al grupo las comunicaciones posibles se elevan entonces a 20; y así sucesivamente, según la fórmula:  $C =$

$n(n-1)$ , siendo  $C$  el número de comunicaciones posibles en la red, y  $n$  el número total de nodos.

Cuando el número de miembros de una red es suficientemente alto el número total de comunicaciones se puede aproximar, simplificadaamente, a  $n \times n$ , es decir a  $n^2$ . Es evidente, por tanto, desde la lógica matemática, que un nuevo suscriptor o abonado a una red de telecomunicaciones añade mucho más valor a la red que el coste de su incorporación.

Esta lógica matemática aplicada a las redes de telecomunicaciones estaba precedida por una observación empírica que caracteriza estos servicios en relación con los demás. Así,

mientras que en todos los servicios públicos un nuevo usuario hace disminuir la utilidad marginal de los demás (en una piscina, en un autobús, usando el agua potable, la electricidad, etc. la utilidad del nuevo usuario resta utilidad a los demás), en los servicios de telecomunicaciones el nuevo suscriptor obtiene utilidad aumentando la de los demás.

Si se comparan las telecomunicaciones con cualquier tipo de transporte o suministro de gas, electricidad, agua, etc., el resultado no puede ser más concluyente. Puesto que el coste marginal de dar servicio a un nuevo cliente es muy bajo respecto al ingreso marginal que aporta su incorporación a la red, las infraestructuras suelen estar sobredimensionadas, mientras que se llega a pagar (regalando un terminal) para captar nuevos clientes. Esta política no puede aplicarse al transporte, al gas, al agua o la electricidad, ya que dichas redes no producen externalidades. La incorporación de un nuevo usuario, en el mejor de los casos, no procura ninguna utilidad añadida a los existentes.

Pero el valor de las redes de telecomunicaciones, según John Browning (16), puede que sea incluso mayor del estimado por Metcalfe. Las redes, en la vida real, proporcionan oportunidades por más de las dos vías contempladas por Metcalfe. La comunicación simultánea, la videoconferencia, por ejemplo, supone una multilateralidad que va más allá de la bidireccionalidad de partida. Si ya en los albores de las telecomunicaciones, la telegrafía comenzó a mostrar una trayectoria exponencial, las nuevas posibilidades tecnológicas de las redes no hacen sino acentuar dicha forma evolutiva.

Las redes de telecomunicaciones fueron analizadas, hasta los años 70 –cuando la desmonopolización de ATT en los EE.UU.–, bajo la asunción de estar asociadas a una sola empresa. En tal caso la cuestión principal era el análisis de las mejoras de eficiencia como consecuencia de la interrelación de los elementos complementarios de la red. Pero con la

ruptura de los monopolios de las telecomunicaciones en diversas redes, la investigación económica se focalizó hacia dos nuevas cuestiones: la interconexión y la compatibilidad.

En una red de redes propiedad de varias firmas, la interconexión, la compatibilidad, la interoperatividad y la coordinación de la calidad de los servicios es de extraordinaria importancia. Siguiendo a George Gilder (2000), quien en su obra *Telecosm* sostiene que la infinita banda ancha de las redes revolucionará nuestro mundo, las propiedades más significativas de las redes de telecomunicaciones que afectan a la economía, y que permiten hablar por tanto de una suerte de economía interconectada, son las siguientes:

- Si según la ley de Metcalfe, el valor de una red crece al cuadrado de su número de usuarios, la potencia de los terminales conectados determinará en última instancia dicho valor. El tráfico de Internet crece al menos mil veces cada cinco años, lo que conlleva a que una típica compañía de Internet está afrontando, por tanto, entre el 0,1 y el 1% de su volumen potencial de la siguiente media década.

- Según la ley de Gilder: el ancho de banda de las redes crece, al menos, tres veces más rápido que la potencia de los ordenadores (que se duplica cada 18 meses); por lo que el poder de comunicación se cuadriplica cada año.
- La eficiencia digital de las comunicaciones declina conforme su potencia aumenta; de ahí que, según este principio debido a Shannon, la eficiencia mejore con menor consumo energético.
- El espectro radioeléctrico es esencialmente infinito: el ancho de banda crece conforme menos energía eléctrica se utiliza.
- Por cada unidad de descenso en el precio de la banda ancha, la demanda crece cinco veces.
- Según la ley de Amdahl (diseñador de ordenadores), la velocidad de un sistema está determinada por su componente más lento.
- Un sistema económico esencialmente interconectado a redes, que además de brindar enormes posibilidades de innovar, producir y distribuir bienes intangibles, pero también tangibles, está en permanente renovación según las reglas de comportamiento que se acaban de describir, es un sistema de naturaleza más biológica que mecánica, abierto al cambio, inestable y, por tanto, extraordinariamente rico en oportunidades de crear riqueza.

## **Disputa y estandarización tecnológicas**

Los mercados que toman forma de redes, desde las de ferrocarriles a las eléctricas, y luego los de telecomunicaciones, se enfrentan necesariamente a disputas entre sistemas tecnológicos incompatibles que deben resolverse necesariamente a favor de uno u otro para que el mercado pueda prosperar.

Cuando a finales del siglo XIX se establecieron los ferrocarriles, muchos de los estándares que se terminaron imponiendo lo fueron por accidente. Pero como los mercados en red ponen de manifiesto, la tendencia a seguir al líder terminó arraigando sistemas que no eran necesariamente los mejores, sino simplemente los que tuvieron éxito antes. Los gobiernos, como grandes compradores, han tenido mucha influencia en este tipo de decisiones.

El caso de la corriente eléctrica, que Thomas Edison promovió tomara forma continua frente a George Westinghouse que sostenía la forma alterna, es otro buen ejemplo de las disputas entre sistemas tecnológicos en el ámbito de una economía interconectada. Ambas tecnologías no competían inicialmente, pues se adaptaban a mercados distintos: la corriente continua era más atractiva para áreas densamente pobladas, mientras que la alterna lo era para vías de comunicación y pequeñas ciudades. Posteriormente, con los

avances tecnológicos en las corrientes polifásicas alternas y los convertidores rotativos, la corriente alterna se fue imponiendo en el mercado. Los avances tecnológicos lideraron el triunfo del sistema de corriente alterna, convirtiéndolo en un estándar, a pesar que la corriente continua apareció antes en el mercado. Pero la corriente continua siguió operativa gracias al uso de convertidores-adaptadores con el sistema triunfante (17).

La experiencia habida en las redes telefónicas es también muy ilustrativa. A finales del siglo XIX, Norteamérica vivía una creciente depresión económica que junto con la caducidad de muchas patentes de los Laboratorios Bell hizo proliferar compañías telefónicas independientes que terminaron siendo mayoritarias en el mercado. De hecho, más de la mitad de las ciudades con servicio telefónico tenían más de un operador. Sin embargo, en este ambiente, dominado por una extraordinaria proliferación de agentes, el sistema Bell se terminó imponiendo a nivel nacional, gracias al servicio de larga distancia que en 1900 apenas sí vehiculaba un 3% de las llamadas. Aunque inicialmente el sistema de larga distancia sólo era usado por las compañías telefónicas locales, Bell fue abierto muy pronto a todas las demás no afiliadas que no competían localmente y además adaptaban sus estándares técnicos a los de Bell.

La lección clave aquí reside en que quien controla el interface de conexión y, por tanto, establece las condiciones de entrada, tiene todas las posibilidades de reinar en el mercado. Es lo que sucedió con AT&T y en lo que basó su largo monopolio.

La TV en color es también otra experiencia muy interesante. La TV es el producto más ubicuo de la economía interconectada: hay más en el mundo que teléfonos o incluso que cuartos de baño.

El advenimiento de la TV en color ya había sido pronosticado por los Laboratorios Bell en 1929, doce años antes de la inauguración comercial en USA de la TV en blanco y negro. El primer sistema de TV en color operativo fue desarrollado por CBS, pero apenas si tuvo éxito en el mercado al no ser compatible con los receptores de TV en blanco y negro existentes, a pesar de haber sido adoptado por la FCC (Federal Communications Commission) en 1950. RCA desarrolló por su parte un nuevo sistema que, siendo compatible, obligó a la FCC, en 1953, a revisar su decisión anterior. Sin embargo, hasta 1960, después de haber gastado enormes sumas de recursos en el nuevo sistema, RCA no tuvo éxito comercial. Fue necesario que Walt Disney's Wonderful World of Color entrase en escena y, con sus contenidos, estableciese las bases de un mercado que luego creció exponencialmente.

La experiencia de la TV en color enseña que una nueva tecnología se introduce muy lentamente en el mercado si la relación precio de consumo/valor de percepción es muy alto. Un televisor en color, inicialmente caro y sin contenidos reales –hasta que llegó Walt Disney– tenía muy poco valor para el usuario. Por otra parte, no siempre el primero en el mercado, en este caso CBS, es el que triunfa. RCA llegó más tarde y venció.

La TV en color también puso de manifiesto que si la ventaja inicial en el mercado –la FCC comenzó asumiendo el estándar CBS– no va seguida de una apuesta industrial adecuada, y por supuesto arriesgada, no es posible cosechar el éxito. Por último, escudarse en el dominio del mercado con una tecnología previa y resistirse al cambio es habitualmente una estrategia equivocada. RCA triunfó porque, siendo líder tecnológico y de mercado en TV en blanco y negro, fue quien más arriesgó en la nueva frontera tecnológica.

Las principales lecciones históricas que pueden obtenerse de las disputas tecnológicas en una economía interconectada son que:

- Existen realimentaciones positivas, propias de procesos dinámicos, que refuerzan el éxito, pero también el fracaso.
- El comportamiento de las tecnologías asociadas a sistemas de realimentación positiva sigue un patrón bastante típico: un comienzo lento, un crecimiento explosivo y la saturación.
- Los consumidores aprecian más las tecnologías más extendidas que las menos usadas, lo que resulta multiplicado por las redes. Esta es, quizás, la principal causa de los rendimientos crecientes de la economía de la información.
- La realimentación positiva se ve potenciada por las grandes redes, y apenas favorecida por las pequeñas.
- Las expectativas de los consumidores son vitales para obtener la masa crítica que alimenta el crecimiento.
- La introducción de nuevas tecnologías y productos en una economía interconectada encara problemas de compatibilidad (sistemas “abiertos” o “propietarios”) cuya resolución suele ser crucial para el éxito.

Una economía interconectada plantea la estandarización de las tecnologías interconectadas, lo que no siempre acontece. De hecho, mientras que los sistemas y equipamientos de telecomunicaciones han venido siendo compatibles y estandarizados, en informática no ha sucedido así; ni siquiera en la era Internet.

La visión de la estandarización difiere según sea el ángulo que se adopte. Así, para los consumidores, generalmente los estándares son bienvenidos; pueden disfrutar de mayores externalidades. Pero la estandarización también significa una pérdida de variedad, y por tanto de oportunidades a elegir. Además, como en el caso del teclado QWERTY (18), el estándar puede ser una mala, incluso pésima, elección.

La actual batalla entre Microsoft, Sun, Oracle y Netscape para imponer estándares en Internet es muy ilustrativa al respecto. Para los oferentes de complementos al estándar, éste es crucial; sin él, no harían negocio. Los mercados de entretenimiento de audio y video son bastante representativos al respecto. Así, el seguro éxito del estándar DVD se debe a que los proveedores de contenidos, tales como estudios de cine y software houses ofrecen complementos al nuevo disco estándar, que amenazan dejar obsoleta la cinta magnética.



Para quienes ya están establecidos, el estándar puede alimentar un ciclo de rendimientos positivos y ayudar a lanzar nuevas tecnologías que pueden llegar a canibalizar ventas desde una tecnología más vieja. Es lo que probablemente sucederá en telecomunicaciones móviles, con el UMTS: los operadores del GSM seguirán exprimiendo de manera muy positiva sus recursos anteriores.

Los operadores establecidos tienen, frente a un nuevo estándar, tres elecciones:

- Tratar de evitar la competitividad con la nueva tecnología.
- Introducir su propia nueva generación de equipamientos compatible con los anteriores.
- Aliarse con la nueva tecnología para beneficiarse de su marca comercial y presencia en el mercado.
- Los innovadores, por su parte, tienden a estar a favor de los nuevos estándares porque expanden el mercado y ofrecen nuevas oportunidades. Las tarjetas chips son un buen ejemplo de las oportunidades que puede brindar a los innovadores la introducción de una nueva tecnología. El extraordinario éxito histórico, a nivel mundial, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y el reciente, a nivel europeo, del GSM animan a pensar en un creciente desarrollo de estándares que favorecerá la Sociedad de la Información.
- La historia de la electrónica y las telecomunicaciones está llena de experiencias negativas cuando los estándares entran en guerra. El caso norteamericano en telefonía móvil es un buen y reciente ejemplo en este sentido; los resultados están a la vista frente al caso europeo. Frente a la proliferación de estándares en EE.UU., el sistema GSM se ha convertido no sólo en el estándar único de un mercado, el europeo, que ha alcanzado gracias a ello una dimensión mucho mayor que la norteamericana; se ha expandido también al resto del mundo.

En una economía interconectada la resolución de una guerra entre estándares depende de la posición de partida de todos los agentes involucrados:

- La base instalada, si es suficientemente grande, induce a los incumbentes a bloquear las nuevas tecnologías.
- Los poseedores de derechos de la propiedad y de patentes se encuentran en una posición fuerte frente a los nuevos estándares.
- La capacidad de innovar puede ser utilizada para detener un nuevo estándar, como ha venido demostrándose en el software y hardware informáticos.
- Quien primero desarrolla una tecnología en el mercado puede utilizar la curva de aprendizaje para desanimar a los siguientes.
- Las habilidades fabriles pueden utilizarse para captar una parte considerable del mercado y así dominarlo.

- El liderazgo tecnológico en ciertas especialidades se ve favorecido por diversidad de estándares que permiten extender, complementariamente, el éxito en el mercado.
- La reputación y el reconocimiento amplio en el mercado permiten la introducción con éxito de soluciones tecnológicas propietarias.
- La estrategia comercial orientada a bajos precios iniciales de penetración en el mercado, auxiliada por los rendimientos crecientes de una economía interconectada, también juega a favor de productos no estandarizados.
- En la nueva economía, los antiguos estándares se están convirtiendo en “plataformas” que sin mediación del Estado ni de las oficinas de patentes o de estandarización se imponen por doquier: VISA, WINDOWS, VHS son plataformas abiertas que ofrecen nuevas oportunidades, una vez consolidadas como obligadas referencias de hecho.

## **Compatibilidad e interconexión**

Desde 1988, diversos autores (Matutes, Regibeau, Economides, Sacop, ...) han estudiado modelos de demanda que muestran externalidades de red. Cuando la demanda híbrida es pequeña, una firma no quiere la compatibilidad; por tanto, es posible, con dos firmas integradas verticalmente, que una prefiera compatibilidad –porque tiene una pequeña demanda de productos propios comparada con la demanda de productos híbridos– mientras que la otra prefiere incompatibilidad –porque la demanda de productos propios es mayor que la de híbridos–. En casos de conflicto la incompatibilidad gana, incluso si la tecnología es bien conocida.

Si la compatibilidad no es recíproca, el incentivo de las firmas para alcanzar la compatibilidad depende de la sustitución cruzada entre ambos productos así como de los híbridos. Esta cuestión se complica si hay más de dos firmas.

La compatibilidad de decisiones es menos flexible que la integración vertical de decisiones, según demostró Economides (1996) analizando la elección de la propiedad de activos como consecuencia de una elección tecnológica. En presencia de externalidades de red, un monopolista exclusivo propietario de una tecnología puede tener incentivos a invitar a los competidores e incluso incentivarlos (19).

La realización de las externalidades requiere grandes producciones y un monopolista puede no tener credibilidad para lograr por sí mismo el volumen necesario y licenciando su tecnología a otros competidores puede lograrlo. Esta invitación a entrar tiene dos efectos: el efecto competitivo y el efecto red. Economides (1993 y 1996) demostró que si la externalidad de la red es suficientemente alta es mayor que el efecto competitivo.

Muchas redes de telecomunicaciones, de aviación y de ferrocarriles tienen algunas partes de las redes en régimen de monopolio y cuyo uso tiende a denegarse, salvo que haya incentivos para ello.

Baumol y Sidak (1994) propusieron, para el caso del acceso a las redes locales, un precio de interconexión igual al coste marginal del suministro del servicio más el coste de oportunidad en el que incurre la compañía telefónica local. Este planteamiento es correcto si:

- El precio del servicio completo es competitivo.
- El entrante produce el mismo servicio complementario (larga distancia) que el incumbente.
- No hay economías de escala en los demás servicios complementarios.

Economides y White (1995) demostraron que si la competencia entre el entrante y el incumbente reduce el poder de este último, la entrada puede aumentar el bienestar social incluso si el entrante produce a un coste mayor que el incumbente. Es lo que realmente ha sucedido en el mercado español de telefonía móvil.

En los mercados de redes, las externalidades y los eventos históricos son particularmente importantes en la velocidad de adopción de una innovación que cree servicios sobre una red. En los inicios de una red ésta puede expandirse tan rápidamente que muestre precios en aumento incluso si los costes marginales siempre disminuyen. Este análisis vale para el FAX en Japón y USA.

La posibilidad de introducir adaptadores de una tecnología con otra puede reducir el bienestar social ya que algunos consumidores comprarían el adaptador que alargaría la vida de una tecnología inferior y retrasaría la introducción de una nueva superior.

## **Economías externas de las redes**

La economía interconectada, por su propia naturaleza, determina rendimientos crecientes como consecuencia de que el valor de las redes crece mucho más que los nodos o elementos que las integran.

Esta tendencia de las redes a expandirse generando economías externas conlleva rendimientos crecientes. En la economía industrial clásica el aumento de clientes de un

negocio –salvando el efecto escala de producción que afecta por igual a las redes– tiene una consecuencia lineal sobre el mismo. Las economías industriales de escala aumentan normalmente el valor gradual linealmente, y exponencialmente hasta cierto punto, mientras que en las economías interconectadas el valor crece exponencialmente de forma continua. La diferencia entre ambas es tan grande como la que existe entre las formas de interés simple y compuesto.

Por otra parte, en la economía industrial los avances en el rendimiento tienen un origen individual, que puede en el mejor de los casos ser imitado, pero no compartido sinérgicamente con otros como sucede en la economía interconectada. Los ejemplos del Tree of Life y de LINUX, citados anteriormente, son categóricos al respecto.

Las externalidades de las redes están dando lugar a múltiples estudios e investigaciones académicas para analizar su naturaleza y consecuencias posibles.

Más adelante se señalarán las primeras líneas de investigación en esta materia.

Internet no es tanto una radiación de conexiones como una malla de constante innovación y producción colaborativa. A través de la prueba y el error, la red enseña a cada “aventurero” las leyes de la resonancia: qué esfuerzos reverberan en los demás. La red promueve ideas que rinden más de lo que cuestan, lo que garantiza su expansión. El crecimiento exponencial del correo electrónico es un buen ejemplo de la explosiva evolución de Internet. (Cuadro 24)

En las redes de telecomunicaciones el valor unitario de una unidad de la red crece con el número de unidades vendidas. Ello es lo mismo que decir que el valor unitario del bien crece con las expectativas del número de bienes que pueden ser vendidos.

## Gráfico 24

La razón clave de la aparición de las externalidades de la red es la complementariedad entre sus componentes. Las externalidades, dependiendo de la red, pueden ser directas o indirectas. Cuando los clientes se identifican con los componentes –caso de los usuarios telefónicos–, la externalidad es directa.

Una red de telecomunicaciones, típicamente bidireccional, tiene  $n(n-1)$  potenciales usuarios. Un cliente adicional  $(n+1)$  suministra externalidades directas a todos los demás usuarios de la red, añadiendo  $2n$  potenciales nuevos usos a través de la provisión de un enlace adicional.

En una red unidireccional –la de radio y televisión– la externalidad es sólo indirecta. Cuando hay  $m$  diferentes componentes A y  $n$  diferentes componentes B y todos ellos son compatibles entre sí, existen  $mn$  potenciales usuarios compuestos. Un cliente adicional cosecha externalidades indirectas de los demás usuarios, por medio del crecimiento de la demanda de componentes de los tipos A y B y por lo tanto, (debido a la presencia de economías de escala), incrementa potencialmente el número de variedades de cada componente que están disponibles en el mercado.

Las redes financieras ofrecen externalidades de dos maneras: en el acto del intercambio de activos o bienes financieros y en el conjunto de servicios relacionados verticalmente que componen la transacción financiera –incluyendo los servicios de intermediación, la comparación de ofertas, el contenido de las mismas, etc. El acto del intercambio ofrece dos servicios complementarios: la oferta y la contraoferta y crea un servicio compuesto: la transacción. Los servicios originales son complementarios y el uno no vale sin el otro. Los mercados financieros también exhiben externalidades de escala: una alta participación disminuye la varianza del precio esperado y aumenta la utilidad (de la aversión al riesgo) esperada de todos los participantes.

Las externalidades de las redes han sido estudiadas, principalmente, por ECONOMIDES y HIMMELBER (1995), así como por KATZ y CHAPIRO (1985), tanto desde un punto de vista micro como macroeconómico.

Desde una óptica macroeconómica, dichos autores han demostrado que la competencia perfecta suministra redes más pequeñas y por tanto socialmente menos óptimas. La telefonía móvil en España ha maximizado el tamaño de las redes, y por tanto su utilidad social, gracias a una competencia imperfecta bien regulada.

## **El valor de las telecomunicaciones**

Las telecomunicaciones han devenido los servicios más ubicuos de la postmoderna sociedad industrial. Su extraordinaria fertilidad tecnológica anima y fecunda la innovación de los demás rectores económicos, contribuyendo directa e indirectamente al crecimiento económico.

Para comprender el ritmo y dirección de los cambios tecnológicos que afectan al sector de las telecomunicaciones, ROSENBERG (1994) caracteriza esta industria por:

- La importancia de la dependencia del camino recorrido, ya que toda evolución tecnológica se asienta sobre todas las precedentes;
- Su naturaleza sistémica, que se ve reflejada en la larga vida de las inversiones y la necesidad de estándares de compatibilidad;
- El importante papel de la I+D, e incluso de la colaboración de la investigación básica universitaria con la aplicada de las empresas; y
- La influencia de la política gubernamental en la regulación de los mercados y el establecimiento de estándares.

Las telecomunicaciones son consideradas fuente de economías externas, abaratadoras de costes de transacción, difusoras de la información y fomentadoras de nuevas tecnologías y servicios. Las inversiones en infraestructuras de telecomunicaciones

proporcionan significativas externalidades: su presencia facilita a las unidades productivas producir mejor. La importancia de las externalidades crece conforme el contenido de información de la producción aumenta, esto es, en la medida en que los procesos de producción son más intensivos en telecomunicaciones. El impacto de la mejora en las infraestructuras de telecomunicaciones sobre la economía es similar al impacto de un incremento de la innovación.

Son numerosos los estudios que demuestran la existencia de una relación causal entre telecomunicaciones y productividad; para los EE.UU. la parte del crecimiento agregado de la productividad debido a mejoras de las telecomunicaciones fue del 25% en el intervalo 1974-1999, según [Roeger] (2001). Finanzas, transporte, comercio, construcción y refinamiento de petróleo fueron los sectores que individualmente resultaron más beneficiados por las telecomunicaciones en su mejora de productividad.

Las telecomunicaciones, más que un bien público de alcance general, son en realidad un factor de la producción, como demuestra el análisis de la intensidad con que las telecomunicaciones participan en la creación directa de riqueza, en la indirecta de otros sectores y en la generalizada mejora de la productividad de la economía toda. Cada vez es más frecuente encontrar teorías del desarrollo económico regional que consideran las telecomunicaciones como un motor del crecimiento.

Las telecomunicaciones contienen dos ventajas económicas. Una, común a las demás infraestructuras, en términos de valor añadido, productividad y empleo. La otra tiene que ver con la naturaleza mallada de las telecomunicaciones, que permite la transmisión y generalización de las ventajas así como las más diversas sinergias entre diferentes regiones y ambientes económicos.

Las teorías económicas de los costes de transacción, que tanto poder explicativo tienen en los más diversos ámbitos, encuentran en las telecomunicaciones y los nuevos modelos de crecimiento endógeno una de sus aplicaciones más convincentes. Norton, en 1992, modelizó los costes de transacción entre telecomunicaciones y crecimiento. Considera Norton "coste de transacción", desde un punto de vista macroeconómico, el gap de equilibrio entre los precios de compra y venta debido a la imperfecta información con que se toman las decisiones en el mercado. En un análisis empírico de 47 países, desde 1945 a 1977, en el que separó las variables estándar de crecimiento de variables adicionales relacionadas con las infraestructuras de telecomunicaciones, confirmó la hipótesis de que la eficiencia generada por la rebaja de los costes de transacción es más importante que la tasa de inversión en infraestructuras de telecomunicaciones, por sí misma. También se obtuvo del análisis un efecto muy positivo de las telecomunicaciones sobre la estabilidad monetaria del crecimiento.

Las ventajas derivadas de las telecomunicaciones no sólo tienen que ver con los beneficios del cambio tecnológico o la disponibilidad de nuevos servicios públicos, sino

también con su característica forma mallada, tal y como se puso de manifiesto en el apartado “Naturaleza de las redes”.

## **Los costes de transacción**

En 1937, un seminal artículo titulado “La naturaleza de la firma”, hoy considerado un clásico, escrito por R.H. Coase (1990), Premio Nobel de Economía de 1991, introducía el entonces revolucionario concepto de los “costes de transacción” en la teoría económica. Examinando la naturaleza de “la firma”, en tanto que organización que transforma los inputs en outputs y que resulta vital en la moderna economía, Coase comenzaba por asombrarse del escaso interés mostrado por el pensamiento económico por el análisis de una institución, la empresa, fundamental del sistema económico. Para definir los límites de su dimensión encontró que los costes de transacción eran la clave para entender su desarrollo corporativo.

George Stigler, en los años 60, formuló el llamado Teorema de Coase como: “El mundo de coste cero de transacción es tan extraño al mundo económico como para el mundo físico sería el rozamiento cero”. En dicho mundo perfecto las compañías de seguros no existirían.

Examinando la naturaleza de la empresa, Coase encontró que, en su seno, el mecanismo de los precios que opera en el mercado, en sentido amplio, no funcionaba. Su trabajo consistió en tender un puente que diera sentido económico a dos mundos interrelacionados con reglas de comportamiento distintas. Por una parte, el mercado y el mecanismo de los precios, y de otro, la figura del emprendedor que decide el comportamiento de la empresa. Partiendo del supuesto de que la incertidumbre económica es la que justifica la existencia de la empresa, la experiencia pone de manifiesto que las decisiones empresariales no están, generalmente, sometidas a la racionalidad del mecanismo de precios del mercado.

En un artículo posterior, de 1972, titulado: “La organización industrial: una propuesta de investigación”, Coase desarrollaba el concepto de “costes de transacción” al establecer que la manera en que una industria se organiza depende de la relación entre los costes de transacción con el mercado (externalización de actividades) y los costes de organizar las mismas operaciones en el interior de la empresa al menor coste posible. Es evidente que Coase estaba vaticinando lo que luego ha sucedido: la transformación del paradigma fordista, en la “sociedad red” de hoy. Y ello, necesariamente, de la mano de las telecomunicaciones.

En la medida en que los costes de transacción, merced a las crecientes facilidades y los costes decrecientes de los transportes y las telecomunicaciones, han ido disminuyendo, los grandes conglomerados industriales se han ido desintegrando hasta configurar un nuevo paisaje industrial en forma de red, en el que las transacciones se han convertido

en las nuevas protagonistas del sistema económico. Paradójicamente, Coase, el precursor de los costes de transacción, vino a recibir la máxima distinción intelectual, el Premio Nobel, en vísperas de que su teoría comenzara a tener otro sentido explicativo.

Un buen ejemplo de cómo los costes de transacción han declinado en los últimos años lo ofrece el cuadro 25.

La maquinaria empresarial “coasiana” se sustentaba en un mundo viscoso en el que las piezas sufrían un rozamiento que desviaba su comportamiento hacia un ecosistema distinto de su medio ambiente. El progreso tecnológico y la extensión y abaratamiento de las

telecomunicaciones ofrecen un ambiente cada vez más fluido, en el que los rozamientos comienzan a ser, si no teóricamente, al menos prácticamente, irrelevantes. En las nuevas circunstancias, los costes de transacción siguen siendo igual o más importantes que antes, pero, ahora, para justificar un comportamiento empresarial opuesto al del pasado.

## Gráfico 25

Las telecomunicaciones, además de convertir hogaño en real la antaño virtual aldea global, y posibilitar una verdadera aproximación al mercado perfecto de Adam Smith, han venido a resolver el desigual comportamiento de la empresa y el mercado. Hoy ambos sistemas tienden a funcionar de igual manera. El sistema de precios, por la vía de las accesibles y baratas telecomunicaciones, ha entrado en la empresa y domina su comportamiento.

Las revoluciones tecnológicas previas a la actual, –la máquina de vapor, el ferrocarril y la energía eléctrica–, incrementaron el tamaño óptimo de las empresas al reducir los costes de producción y transporte, y aumentar las economías de escala. Internet, por lo contrario, reduce las economías de escala debido las oportunidades de outsourcing, – subcontratación externa–, y la reducción de los costes fijos que se producen cada vez en más sectores económicos. La teoría de la firma de Coase, sostenida sobre la base de la imperfecta información de los mercados y la necesidad de reducir los costes de transacción, se ve cuestionada por Internet.

Si, en el pasado, la integración vertical fue la respuesta de las empresas a los problemas de información imperfecta, Internet reduce ahora los costes de transacción entre las empresas a través de aplicaciones “B2B” y mejora el acceso a la información, por lo que las empresas tienden a centrarse en lo que mejor saben hacer mientras que compran fuera todo lo demás. Ello reduce el tamaño óptimo de las empresas; Internet ofrece a las pequeñas y medianas muchas de las ventajas de las grandes.



Las tecnologías de la información aumentan y disminuyen al mismo tiempo la competencia en los mercados, lo que no es paradójico; en sectores en los que se producen externalidades económicas, –asociados a redes de telecomunicaciones–, favorecen el gigantismo para explotar economías de escala, mientras que en los demás sectores aumentan la concurrencia en los mercados ya que Internet ofrece igualdad de oportunidades.

## **La creciente importancia de las redes**

La economía interconectada ha creado una nueva sociedad caracterizada porque las redes de conocimiento sustituyen a los conglomerados de capital, mientras que la propiedad tiende a descentralizarse. Según Jeremy Rifkin (2000), estamos asistiendo al enfrentamiento entre dos grandes sistemas económicos: el mercado formado por compradores y vendedores, y la red basada en servidores y clientes.

Una característica distintiva de la economía interconectada es que ni su centro ni sus fronteras están claros; todas las partes de la red están igualmente equidistantes entre sí. Las empresas que tienen éxito en la red tienden a alimentarlo canalizando recursos para que nuevas empresas incorporen sus productos, servicios, servicios e ideas a la red reforzando el éxito de aquéllas. INTEL, SUN, ERICSSON y en España RETEVISIÓN invierten en start-up con dicha finalidad.

El trabajo –como sostiene Manuel Castells (20)– no lo proporcionan tanto las empresas como la red. Lo mismo sucede con el capital, cuyo origen cada vez está más descentralizado. En Alemania, según revelaba recientemente el profesor Castells, ya hay más capitalistas –accionistas en bolsa– que trabajadores sindicados. Los medios de producción de la nueva economía cada vez pertenecen a más gente.

La captación de recursos para invertir en las empresas y el acceso al crédito se descentralizará, como de hecho ya está sucediendo con el capital riesgo y los microcréditos al tercer mundo. La red alimenta el enjambre capitalista hasta conformar un mundo más inestable, indeterminado e incierto, atributos definitorios de la propia red que, por naturaleza, excluye la rigidez, las estructuras cerradas y los valores establecidos.

Asumir la lógica de la red y aceptar sus reglas forma parte de una nueva cultura económica global: la de la nueva economía. En la economía interconectada, la red se impone a las empresas, tanto en el ámbito laboral como en el del consumo. Adquiere un protagonismo propio, que explica aparentes paradojas de la economía tradicional. Un buen ejemplo de las consecuencias de una economía en red lo proporciona el sector automovilístico. Además de las decisivas ventajas de la aplicación de las tecnologías de la información a la fabricación de automóviles –un sector altamente intensivo en su uso–,

la economía interconectada promete nuevas rebajas de precios como consecuencia de la mejora de los costes de transacción en la gestión de pedidos y ventas de las unidades fabricadas y todas sus piezas.

Según la revista FORTUNE (17.04.2000), con datos de los fabricantes de automóviles, el precio medio de un automóvil, cuando el B2B sea una realidad, pasará de los 26.000 de hoy a 22.357\$. (Cuadro 26)

La influencia de la economía interconectada sobrepasa la propia red. Las nuevas tecnologías electrónicas y los nuevos materiales son absorbidos por la red, que los desplaza hacia otros sectores económicos impregnándolos de nuevas y mejores maneras de aumentar su productividad.

La electrónica en forma de chips se encuentra cada vez más embebida en todo tipo de objetos de la vida cotidiana. Un coche tiene hoy más capacidad informática que un PC y la electrónica que embarca vale más que el acero empleado en su fabricación. Todavía estamos lejos de conocer cómo será el coche del futuro, gracias a las nuevas tecnologías difundidas por la red.

## Gráfico 26

Cada vez más objetos inanimados tomarán vida conectados a las redes de información sometidos a sus reglas; puesto que las redes tienden a expandirse, algún día todos los objetos y transacciones se comportarán según su lógica. Al igual que la producción industrial sustituyó la artesanal –no la eliminó–, la economía interconectada suplantará la economía industrial, de manera que lo excepcional será estar desconectado.

En la economía interconectada, el éxito inicial en el mercado permite avanzar por la curva de aprendizaje convirtiendo una pequeña ventaja de partida en una barrera insuperable para los competidores. Brian Arthur (1994) describió cómo la tecnología VHS se impuso a la BETAMAX, no tanto porque fuese mejor, sino porque “se situó por delante –ya fuera por estrategia o por suerte– y los rendimientos crecientes aumentaron la ventaja inicial hasta alcanzar una situación de dominio del mercado”. Ser el primero ayuda, pero no es una garantía de éxito en el mercado. Lo que sí es seguro es la amplificación de las ventajas iniciales por la red. La mayoría de los éxitos derivados de una economía interconectada no se producen de improviso ni pueden evitar una cierta travesía del desierto. Antes de tomar forma parabólica, las trayectorias iniciales del fax, Microsoft, la telefonía móvil e Internet permanecieron mucho tiempo asintóticas a los bajos rendimientos.

Las curvas de trayectoria de los más significativos ejemplos de éxito en la economía interconectada toman forma biológica. De ahí que la nueva teoría económica evolutiva, que propugnan Hodgson, Nelson, Saviotti, etc., tenga buenas razones para seguir adelante.

Tres ejemplos de empresas de la nueva economía interconectada: CISCO, ZARA y NAPSTER, pueden servir para glosar un nuevo modo empresarial de hacer las cosas, que tenderá a generalizarse en el futuro. Si FORD simbolizó la era industrial, estas empresas ya están simbolizando la era de la información y el conocimiento. Son tan representativas de los nuevos tiempos, que ninguna de las tres existiría sin las redes. CISCO, destacado líder mundial en su ámbito de actuación, –equipamientos electrónicos (“routers”) para la integración a gran escala de los ordenadores y las telecomunicaciones–, es una empresa industrial propia de una economía interconectada; en realidad es una red de empresas, que desarrolla nuevas tecnologías, las fabrica y las distribuye por todo el mundo, mediante un sistema integrado de gestión en tiempo real basado en aplicaciones informáticas y telecomunicaciones. Sin tales factores la empresa, simplemente, no existiría; tal es la importancia que cobran las tecnologías de la información en su concepción y desarrollo corporativo. ZARA operando en un ámbito más convencional, el de la fabricación y distribución de ropa de moda, se ha consolidado como un fenómeno a escala mundial, debido a su modelo de gestión, que utiliza intensiva y extensivamente las tecnologías de la información y las redes para lograr la más rápida respuesta posible a las volubles demandas del mercado; su éxito radica en la optimización del acortamiento del ciclo: captación del gusto, desarrollo del producto-respuesta, fabricación y distribución, casi sin almacenes intermedios. Como en el caso anterior, sin las TIC, ZARA no existiría en su dimensión y perspectivas actuales.

NAPSTER (21), es uno de los últimos fenómenos de la nueva economía empresarial. Nació proporcionando servicios gratuitos, –música vía Internet–, a sus usuarios; a los que después convirtió en suscriptores. Por una tarifa mensual de 1.000 pts se puede acceder, sin límite, a un enorme catálogo de grabaciones musicales. Mientras que en los mercados tradicionales se intercambian mercancías físicas, en la red se accede a experiencias durante un tiempo convenido. Después de esta experiencia, la industria cinematográfica seguirá probablemente un camino similar.

Los tres ejemplos considerados no son sino puntas de un enorme iceberg, –la nueva economía interconectada–, que, siendo ya muy grande, seguirá creciendo y ocupando una porción cada vez mayor, y puede que en un próximo futuro dominante, del “océano económico”.

## **Efectos económicos de Internet**

Internet es posiblemente el agente más poderoso que ha existido para propagar y acelerar la creatividad tecnológica y con ella el progreso económico. Las tecnologías de

la información y en particular Internet, amplifican el poder del cerebro económico, de la misma manera que las tecnologías de la revolución industrial amplificaron el poder muscular de la economía, según Brad DeLong (2000).

El ferrocarril, el telégrafo y la electricidad generaron cambios, incluso más importantes que Internet; ya que las invenciones que tienen más impactos sociales no son necesariamente las que generan más beneficios económicos. En términos científicos, Internet puede no tener el enorme significado de la imprenta, el telégrafo o la electricidad, pero en términos económicos puede superarlos. En el cuadro siguiente puede observarse que la caída de los precios de los ordenadores (22) ha superado entre tres y seis veces la de las pretéritas tecnologías.

El coste de las telecomunicaciones ha descendido más rápidamente que el de cualquier tecnología previa, y su difusión y uso se ha extendido más en menos tiempo. Sus impactos sobre la organización de los procesos de producción, haciéndolos mucho más eficientes, están siendo mucho más repentinos que los del motor de combustión interna, el ferrocarril e incluso la electricidad.

Los impactos de las TIC sobre la mejora de la productividad de la economía, en todos los mercados y sectores económicos simultáneamente, sobre los productos existentes y creando nuevos productos, no tienen parangón histórico. En EE.UU. llevan toda una década disfrutando ampliamente tales consecuencias.

## Gráfico 27

Paul Saffo, director del Instituto para el Futuro de California, cree que la revolución de Internet apenas ha comenzado, tanto en términos de innovación como de adopción de nuevas tecnologías. Los gastos corporativos en I+D han estado aumentando fuertemente los últimos años, lo que sugiere que la innovación está bien alimentada. Todavía solo el 6% de la población mundial está conectada a las redes, y en los países industriales, con un 35%, la

saturación está lejana. Si el mundo se encuentra a la mitad de la curva de penetración de los ordenadores, en Internet todavía se está despegando.

“El impacto económico de Internet se puede describir como un “shock” de oferta positivo que permite a las empresas bajar sus costes de producción”, según el IESE (2000). Las tecnologías de la información reducen el coste de un importante –y cada vez más–, factor productivo, la información.

La mejor manera de analizar el impacto de Internet sobre la economía es comprobar como ha caído el coste de un insumo: la información. La nueva manera de afrontar los negocios, el B2B, (business to business) que procura Internet, reduce sensiblemente los

costes de las compras: facilitando la búsqueda de los proveedores más competitivos y reduciendo los costes de transacción mediante aplicaciones on line. Esta práctica se ha convertido en una ventaja competitiva decisiva para el liderazgo mundial de CISCO.

## Gráfico 28

Los costes de distribución también se ven extraordinariamente reducidos, e incluso casi anulados, por Internet. Los servicios financieros, el software, la música, etc. son manifiestos ejemplos de ello. Además, los costes de los inventarios y de almacenamiento no solamente se reducen sino que los riesgos de obsolescencia también disminuyen.

Los fabricantes de automóviles: General Motor, Daimler-Chrysler, Ford y Renault-Nissan prevén ahorrar hasta el 14% del coste de producción de cada coche mediante la interconexión electrónica de 60.000 proveedores y un volumen de transacciones de 250.000 millones de \$, según revelaba The Economist, 23.09.00.

Estos ejemplos de los efectos económicos de Internet ponen de manifiesto que, más allá de los considerables y crecientes impactos directos de la nueva economía en la formación de la riqueza de las naciones industrializadas, lo verdaderamente importante es la manera en que las tecnologías de la información mejoran la eficiencia de todas las partes de la economía, especialmente la vieja.

Internet, es evidente, reduce el precio de la información y puesto que es un insumo cada vez más importante en el sistema económico, ello conlleva efectos positivos. Partiendo de una economía en equilibrio en el punto  $[P1, Q1]$  en el que las curvas de oferta y demanda se cortan, si se añade el potencial productivo de Internet (y se supone, por ahora, que la

demanda no varía) el precio de equilibrio se reduce y la cantidad ofertada aumenta, en un nuevo punto de equilibrio  $[P2, Q2]$ .

## Gráfico 29

Internet hace más fácil a compradores y vendedores comparar los precios, reduciendo costes de transacción y las barreras de entrada en el mercado. Si según Ronald Coase la principal razón de la existencia de las empresas es la minimización de los costes de transacción, Internet, al reducir dichos costes, favorece la disminución de la dimensión óptima de las empresas. Internet reduce los costes, aumenta la competencia y mejora el funcionamiento del mecanismo de precios, promoviendo, por tanto, el traslado de la economía real al modelo teórico de la libre concurrencia de los libros de texto, en los que los costes de transacción y las barreras de entrada no existen.

Una de las consecuencias del uso de Internet es la posibilidad de disfrutar de rendimientos de escala que llevan a situaciones de monopolio, debidas a la conjunción de los bajos y decrecientes costes marginales de los bienes intangibles –software– y los efectos de red –permite llegar a muchos clientes o usuarios simultáneamente– que amplifican el mercado.

Con la emergencia del nuevo modo de interrelación de las empresas, el B2B, es posible reducir los costes por tres vías:

- Reducción de los costes de búsqueda.
- Mejora de la cadena de aprovisionamiento.
- Reducción de inventarios.

Un reciente informe de Martin Brookes y Saki Wahhaj para Goldman Sachs aventura que las cinco primeras economías del mundo podrían reducir sus precios, gracias al B2B, en casi un 4%.

Además del evidente desplazamiento hacia la derecha de la curva de la oferta agregada, la demanda también tiende a desplazarse en la misma dirección como consecuencia del llamado “efecto riqueza” que disfrutaron los inversores en las bolsas de valores durante los ciclos alcistas, como la última década del siglo XX.

Si los costes se reducen, las empresas tienden a producir más, para un precio dado; de este modo el nivel de equilibrio, a largo plazo, de la producción crecerá de Q1 a Q3 mientras que los precios tenderán a bajar aún más debido a un desplazamiento de la curva de la oferta, que responde con caídas de precios a los aumentos de demanda.

Pero incluso si, como sucede en 2001, la demanda agregada, como consecuencia de la crisis de la bolsa de valores no aumenta la oferta mantiene el comportamiento descrito anteriormente, aunque para una cantidad menos de Q3.

### Gráfico 30

El citado informe de Goldman Sachs sobre el B2B sostiene que este nuevo modo de comercio procurará un incremento de la producción del 5% en los próximos 10 años, lo que conllevará a un crecimiento –por este solo motivo– del 0,25% anual del PIB en los primeros cinco países del mundo.

Este crecimiento del PIB debido a Internet es, si se produce, equivalente al que se estimó para los ferrocarriles. Estudios norteamericanos han puesto de relieve que el ferrocarril incrementó un 10% el PIB de los EE.UU. en un período de dos décadas. Las

telecomunicaciones y la informática vienen a significar cerca del 12% del stock de capital de los EE.UU.; lo que no está demasiado lejos de las cifras contabilizadas en el siglo XIX para los ferrocarriles.

Internet ofrece algunas ventajas adicionales sobre las revoluciones tecnológicas pretéritas:

- Además de afectar a la producción y distribución de bienes, afecta también a los servicios.
- Sus precios se reducen más drásticamente que los de cualquier otra tecnología previa; lo que anima su creciente uso.
- Aunque los efectos de las nuevas tecnologías sobre la productividad se presentan con retraso –puede que el aumento de productividad de los EE.UU. de ahora provenga de las inversiones en tecnologías de la información de los años 50-60– pues requieren cambios organizativos y tiempo para su asimilación, la velocidad de penetración de Internet podría producir resultados antes.

“Internet, es el hecho más deflacionista de nuestra vida; ha potenciado los consumidores con información perfecta”, afirma SLIFER (2000), quien añade que según Lehman Brothers, los precios de Internet son entre un 15% a un 20% más baratos que en las tiendas.

Puesto que la tecnología Internet está siendo adoptada 10 veces más rápida que la electricidad; 5 veces más que la televisión y 5 veces más que los ordenadores personales, ver ANEXOS 9 y 10, sus evidentes influencias positivas en el devenir económico están propagándose más extensa e intensamente que las de las pretéritas revoluciones tecnológicas.

Aunque a primera vista pudiera parecer que Internet sólo afecta a la oferta agregada de producción, en realidad puede animar también a la demanda. Si los precios de las acciones de las empresas suben y también lo hacen los salarios por el aumento de la productividad, la producción y los beneficios de las empresas, la demanda debería aumentar y por tanto el riesgo potencial de mayores precios y por tanto de inflación.

Si bien a corto plazo los precios de las acciones tienden a subir ante las expectativas de beneficios crecientes, éstos animan a nuevos entrantes en el mercado, que terminan reduciendo los márgenes. Gran Bretaña también sufrió una especie de ferrocarrilmanía allá por los años 40 del siglo XIX, que hizo subir el precio de las acciones de las empresas de ferrocarriles. Luego muchas líneas no fueron capaces de alcanzar las expectativas de la bolsa.

Pero incluso sucediéndole a Internet lo mismo, ello no significa que no seguirá prestando, como los ferrocarriles, su función en el sistema económico. Puede que ahora, como

entonces, los inversores en bolsa pierdan, pero los consumidores y los trabajadores ganarán precios menores y salarios más altos.

Internet traslada el poder del centro a la periferia: de los productores a los consumidores. La tasa global de beneficios puede que no varíe mucho, pero será redistribuida. EE.UU., como consecuencia de haber comenzado mucho antes que Japón y Europa a invertir en informática, telecomunicaciones e Internet, está comenzando a disfrutar también antes sus ventajas.



## INTRODUCCIÓN

Las redes de telecomunicaciones han acercado las tecnologías a nuestras vidas. El espacio económico y social ha sido invadido por las nuevas tecnologías y el comportamiento humano comienza a adaptarse a un mundo esencialmente cambiante. De ahí que el éxito siga un modelo biológico, el fracaso también. La Enciclopedia Británica, una institución empresarial de éxito en la economía industrial, ha fracasado cuando el CD-ROM ha dado la vuelta por completo a un negocio basado en la imprenta, que ahora tiene que aprender a sobrevivir de otra manera.

La nueva cultura tecnológica facilita que tanto los éxitos como los fracasos tiendan a ser efímeros. Los ciclos de vida de los productos tienden a acortarse en una sociedad red abierta al cambio tecnológico, que ha pasado a formar parte de nuestras vidas. Las nuevas tecnologías se difunden merced a la evangelización de sus propios usuarios. El fax y la telefonía móvil son dos ejemplos singulares –que ya están siendo seguidos por la videoconferencia– del modo en que, en una economía interconectada, se difunde una novedad tecnológica.

Paradójicamente, las primeras máquinas de fax y los primeros teléfonos móviles costaban mucho más que ahora y, sin embargo, aportaban menos valor al estar conectados a un número reducido de usuarios. El éxito de una tecnología en la economía interconectada hace bajar su precio y sin embargo aumenta su valor. Ello es contradictorio con la economía tradicional, en la que la abundancia reduce el valor.

Conforme aumentan los automovilistas, el valor del uso del coche disminuye –atascos, congestión de tráfico–; mientras que cuando aumentan los usuarios telefónicos el valor de uso del teléfono aumenta exponencialmente, según la ley de Metcalfe. Un programa de ordenador, la música, o cualquier “bien no rival” vendido a través de Internet disminuye su precio al tiempo que su valor de uso aumenta al ser compartido por más usuarios.

La economía interconectada es riquísima en oportunidades. Un producto, una idea, un servicio, aumentan su valor conforme a más redes puedan conectarse. “La red es una fábrica de posibilidades” sostiene KELLY (1998) porque “la economía interconectada se rige por la abundancia. Expande ampliamente el número de cosas, incrementa el número de los

intangibles con facilidad, multiplica el número de conexiones exponencialmente, y crea nuevas oportunidades repetidamente”.

A nivel microeconómico, parece evidente, como señala GREENSPAN (2000), que las tecnologías de la información y la expansión de la información y el conocimiento que conllevan reducen la incertidumbre de la empresa. Además, muchos procesos intermedios de distribución son obviados o eliminados; y todo ello es irreversible, como también son irreversibles y permanentes las ganancias de productividad generadas por el conocimiento.

Las tecnologías de la información impregnan todo el sistema económico; cualquier empresa, en cualquier sector de la actividad económica, se beneficia de sus aplicaciones. Mientras que las ganancias de productividad derivadas de la Revolución Industrial se concentraban en la industria y la distribución, las de las tecnologías de la información también afectan a los servicios; desde la salud, a las finanzas, la educación e incluso la administración pública. Esta posibilidad, ya experimentada, no es una cuestión menor: los servicios representan la mayor parte de las economías industriales.

## Gráfico 31

Los mercados, merced a las tecnologías de la información, son ahora más eficientes; hasta el punto de que se haya propuesto la denominación economía desnuda, en vez de nueva economía, para señalar su mayor transparencia. La economía se aproxima, cada vez más, a la de los libros de texto; la competencia cada vez es más perfecta, ya que la información en los mercados es más abundante y compartida, la globalización procura muchos agentes –compradores y vendedores–, las barreras de entrada son casi inexistentes y los costes de transacción se aproximan a cero. Todo ello es compatible con la proliferación de nuevos monopolios, según se trata en otra sección.

Las TIC son verdaderamente globales; la globalización e Internet se refuerzan mutuamente. La reducción de los costes de las telecomunicaciones está globalizando todos los mercados, incluido el del trabajo software. Las innovaciones, tan pronto se generan, se trasladan a todos los rincones del planeta. Dada la creciente velocidad y bajo coste del tratamiento de la información, la innovación se ve favorecida y por tanto incrementada. El tiempo de diseño, pruebas y producción se ha reducido tanto, que la innovación permanente se ha convertido en un negocio; véase el caso de ZARA en España.

Los datos (1) provenientes del largo ciclo expansivo de los EE.UU. ponen de manifiesto una gran divergencia entre las tasas de crecimiento del sector de las TIC y el resto. Las industrias de este sector han experimentado un rápido crecimiento y un descenso de sus precios, permitiendo un alto ritmo de crecimiento sin inflación y suponiendo una parte cada vez más importante de la producción y el empleo. El aumento de la productividad y los beneficios de estas nuevas industrias atrae capital y mano de obra; y en la medida en

que el peso sea cada vez más significativo, los incrementos de productividad se extenderán al resto de la economía.

El hipersector electrónico, informático y de telecomunicaciones, motor de la nueva economía, contiene tres atributos estructurales, es decir, esencialmente invariables, que siendo ya determinantes directos de los beneficios que ésta aporta, lejos de debilitarse, todo parece indicar que seguirán aumentando su influencia en el futuro:

- La caída de los precios de los productos y servicios electrónicos, por su alcance, consistencia y vigencia futura, seguirán beneficiando la economía, no se sabe hasta cuándo; pero sí durante mucho tiempo más, según todas las previsiones tecnológicas.
- La mejora de la productividad de los sectores económicos usuarios de las tecnologías electrónicas también es una tendencia de largo alcance. Aunque todavía se discute acerca del posible aumento de la productividad derivado del uso de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones, así como del eventual alcance de la misma, no debería haber dudas acerca de la pérdida de productividad de cualquier unidad económica en la medida en que dejase de utilizar la tecnología electrónica. ¿Existe un solo sector económico que no disminuiría su producción per cápita en ausencia de estas tecnologías? Puesto que la productividad es conceptualmente un concepto reversible, si es segura su caída por el abandono de las tecnologías electrónicas, parece razonable suponer que su asunción la debe necesariamente mejorar. ¿Existe hoy un solo oficio – peluquero, fontanero, médico, mecánico, ...–, una sola empresa industrial – automóviles, química, ...–; una sola empresa de servicios –sanidad, turismo, ...–; que no hayan visto mejorada su producción per cápita por el uso más o menos extensivo de tecnologías electrónicas?
- Por último, la tasa de crecimiento de la producción del hipersector, no sólo es mucho más grande que la de la economía, sino que todo indica que continuará por mucho tiempo; y aquí no parece haber controversia.

Un sector en expansión, que aumenta de manera muy considerable y sostenida su participación en la formación del PIB, que al mismo tiempo disminuye consistente y

ostensiblemente sus precios y hace crecer la productividad del sistema económico, es necesariamente beneficioso para la economía en general. Esta beneficiosa influencia en el sistema económico, que se manifiesta de manera más clara en los países más avanzados en el uso de estas tecnologías – EE.UU. y los escandinavos europeos -, no es sin embargo una panacea.

En todo caso, todas las pruebas empíricas están a favor de la beneficiosa influencia de las TIC en el devenir económico. Puede discutirse el alcance actual y futuro de sus impactos, pero no su existencia, dados los hechos económicos que, como se expone a continuación, están transformando los tejidos productivos.



## LOS NUEVOS TEJIDOS PRODUCTIVOS

### Introducción

Una cierta metamorfosis se está produciendo en la economía que afecta a sus tejidos productivos. La globalización que vivimos es lógica, económica y física. Los sucesivos desarmes arancelarios; la extensión, la mayor rapidez y seguridad, y el bajo coste del transporte y las comunicaciones; y por último, el extraordinario desarrollo de la logística, han determinado un nuevo y coherente mundo en el que la producción a gran escala se aleja de los países ricos, por la ruta de los bajos salarios, hacia los países menos desarrollados, en tanto que las microorganizaciones se imponen por doquier como respuesta a un mundo en metamorfosis, que nunca dejará de cambiar, y en el que la nueva palabra clave quizás sea: reconfigurable.

ARNO, PENZIAS (1996), un prestigioso científico de los laboratorios Bell, plantea una evolución histórica de los sistemas económicos de acuerdo con el siguiente cuadro.

### Gráfico 32

La perspicaz clasificación, en eras, de la evolución de la organización y los modos de hacer de los tejidos productivos que propone Penzias no puede ser más descriptiva de una realidad histórica trufada de influencias tecnológicas determinantes del cómo hacer las cosas, además de qué nuevas cosas se pueden hacer. La última era de la armonía es también la de la complejidad, dada la gran cantidad de nuevos aspectos –muchos de ellos externos a las propias organizaciones– que es preciso abordar de un modo armónico.

### La nueva complejidad

En New Mexico, EE.UU., hace algún tiempo que un nuevo intento revolucionario está siendo tramado. Los activistas no tienen nada de anarquistas. Se trata de premios Nobel en física y economía tales como Murray Gell-Mann y Kenneth Arrow, quienes, junto con un grupo de graduados, matemáticos y científicos, han formado un iconoclasta gabinete de estrategia llamado Instituto Santa Fe con la firme idea de crear una ciencia llamada Complejidad.

Dicho grupo comparte un profundo rechazo por el tipo de pensamiento lineal y reduccionista que ha dominado la ciencia desde tiempos de Isaac Newton. Por lo que se

dedican a recoger nuevas ideas acerca de la interconectividad, coevolución, caos, estructura y orden, con las que forjar una nueva y unificada vía de pensamiento acerca de la naturaleza, la conducta social humana, la vida y el universo. Tratan de conocer por qué antiguos ecosistemas, a menudo, permanecen estables durante millones de años, desvaneciéndose en un instante geológico, así como tales eventos tienen que ver con el súbito colapso del comunismo soviético a finales de los ochenta.

El Instituto quiere conocer por qué la economía puede conducirse por caminos impredecibles, que los economistas no pueden explicar, y cómo el proceso aleatorio de la selección natural darwiniana produce tan intrincadas y maravillosas estructuras como el ojo y el riñón. Por encima de todo, quieren conocer cómo el universo se las arregla para producir de aquí para allá complejas estructuras como las galaxias, las estrellas, los planetas, las bacterias, las plantas, los animales y el cerebro.

Desde esta nueva perspectiva epistemológica, nuevos paradigmas económicos están sustituyendo a los viejos. Para los economistas relacionados con las nuevas ciencias de la complejidad, la vieja y la nueva economía son discernibles por los modos de operar que se exponen en el siguiente cuadro.

### Gráfico 33

Las teorías de la complejidad estarían buscando una especie de segundo principio de termodinámica, aplicable con carácter generalizado a la economía y otros ámbitos. Dicho principio viene a decir que el universo tiende a moverse del orden al desorden. Claro que si la respuesta final de esta pretendida nueva ciencia es, de nuevo, la entropía, no valdrá de mucho.

En todo caso, un mundo tan abierto y comunicado dinámicamente como el presente cuestiona muchos de los paradigmas del pasado y abre las puertas a nuevas teorías que expliquen los nuevos fenómenos emergentes. Una constante, en un mundo en permanente cambio, es la humana añoranza por la estabilidad, la predecibilidad y el orden. Para darle sentido a estas pretensiones, los físicos y científicos sociales buscan aislar las piezas del sistema ideando modelos mecanicistas que producen en serie aparentes resultados de confianza. Pero, como los empresarios conocen, cuando se intenta predecir el futuro, casi

siempre nos equivocamos porque el mundo real no está tan bien ordenado como parece, sino más bien admirablemente desarrollado y complejo.

En el amanecer de la nueva era de la economía inteligente, la adaptabilidad y autonomía de los organismos vivos deviene en modelo de referencia para los sistemas diseñados por el hombre: desde las telecomunicaciones a las últimas tecnologías, desde la economía global a los procesos de fabricación.

El viejo mundo mecanicista está en decadencia. Al mismo tiempo que asistimos al colapso de la economía dirigida de la ex-Unión Soviética, vemos el espontáneo e incontrolado nacimiento de Internet. En software, en animación, en programas de transacciones para bolsas globales, ya se han constituido sistemas que se aproximan a la complejidad de la naturaleza, sistemas neo-biológicos que funcionan con capacidad propia de réplica.

“La ciencia clásica privilegiaba el orden y la estabilidad, mientras que en todos los niveles de observación hoy reconocemos el papel primordial de las fluctuaciones y la inestabilidad”, sostiene PRIGOGINE (1997).

## **Transformaciones empresariales**

Un automóvil de hoy contiene menos de la mitad de su valor en acero; la mayor parte del mismo es electrónica. Tal y como el motor de combustión interna impulsó la circulación de la “sangre” de la vieja economía durante décadas, el microprocesador es el órgano vital de la nueva economía. Las TIC no definen por completo la nueva economía, pero hay muy pocos aspectos de ésta que no estén sometidos a su influencia. La deslocalización industrial y los nuevos tejidos productivos en tela de araña, no serían posibles sin el microprocesador, la informática y las telecomunicaciones.

Las nuevas tecnologías por sí mismas no habrían desencadenado los cambios de una economía que ya estamos comenzando a vivir, pero sin ellas el cambio no habría sido posible.

En la era de la información, la llamada convergencia digital permite que casi toda profesión, industria o comercio tengan una estructura tecnológica común: la digitalización de sus “output” en unos y ceros, lo que permite una comunicación de contenidos, imposible hasta ahora.

Un formidable ejemplo de fertilización cruzada entre tejidos productivos, merced a la citada convergencia digital, lo representa la conexión, hasta no hace mucho completamente disparatada, entre la industria cinematográfica de Hollywood y el Departamento de Defensa norteamericano.

Así, a mediados de los setenta del pasado siglo, Georges Lukas, mientras rodaba la película *La Guerra de las Galaxias*, creó una pequeña empresa llamada *Industrial Light & Magic* para explorar las posibilidades de la edición digital de películas. No mucho más tarde, en 1984, el Departamento de Defensa norteamericano comenzó a invertir en un controvertido programa: *Misil para la Guerra de las Galaxias*, que no llegó a culminarse, pero ayudó a varios fabricantes como Sun Microsystems, Silicon Graphic, etc. a alcanzar su liderazgo actual en el mismo campo.

Una década después de su fundación la compañía de George Lukas usó un ordenador gráfico de tres dimensiones para crear una nueva generación de efectos especiales para películas, - su mayor éxito fue Terminator 2 -, cuyas aplicaciones fueron vendidas a otros clientes, como Ford. El fabricante de automóviles pudo desde entonces acortar en 3 semanas el ciclo de pruebas de un nuevo prototipo, y hablar de realidad virtual y conducir automóviles que todavía no existen.

Estos cambios en el origen y destino de las nuevas aplicaciones tecnológicas, que hace posible la convergencia digital, han conllevado a su vez un cambio espectacular en el liderazgo tecnológico. Sí desde la Segunda Guerra Mundial éste fue protagonizado por la industria militar, hoy lo está cada vez más por la industria del entretenimiento.

Robert Reich (1991), en su libro *The work of nations*, examina los cambios que está viviendo la economía occidental como consecuencia de la crisis de viejos valores, tales como la división del trabajo taylorista y la producción a gran escala; al mismo tiempo que plantea la emergencia de unidades empresariales de menor dimensión y creadoras de alto valor añadido y la nueva figura profesional del analista simbólico, que tiene por misión identificar nuevos problemas y posibilidades a los que aplicar soluciones a la medida.

Salvo raras excepciones, la clave del desarrollo de los nuevos tejidos productivos se encuentra más relacionada con las capacidades intangibles (intelectuales y de servicios) que las tangibles (edificios y maquinaria). La tecnología, el diseño, la presentación, el marketing, atributos todos ellos relacionados con la creatividad y la innovación, resultan hoy decisivos para el éxito en el mercado.

La globalización implica un incremento de demandas similares de los consumidores finales, lo que equivale a decir de productos globales. Competir en un mercado de consumidores globales plantea, como ineludible, la necesidad de considerar los costes diferenciales de los insumos y factores de la producción, que resultan determinantes de la competitividad, y ello conlleva la convergencia de los modelos de tejidos productivos.

La evolución, como el progreso tecnológico, es una destrucción creativa. La nueva economía originada por el progreso tecnológico no escapa a esta ley. Nuevas estructuras y tejidos productivos emergen y sustituyen a los obsoletos. El prototipo de moderna organización es una orquesta sinfónica donde cada uno de sus numerosos componentes es un especialista de alto nivel.

La velocidad y la agilidad son tan importantes que la empresa tiende a no cargar con grandes costes generales y debe ser capaz de cambiar de dirección rápidamente cuando encuentre nuevas conexiones entre problemas y soluciones en su ámbito de conocimiento tecnológico.



La organización moderna es desestabilizadora porque, al contrario de las instituciones tradicionales como la familia, la comunidad y la sociedad, su función debe ser poner el conocimiento a trabajar para un cambio constante. Siguiendo el concepto argumental de Joseph Schumpeter acerca de “destrucción creativa”, la organización de hoy debe ser un agente desestabilizador, consecuencia de la intensiva aplicación del conocimiento asociada a la descentralización de las decisiones. Las jerarquías son contrarias al uso intensivo de la inteligencia y a la creatividad.

Desde el punto de vista de la microeconomía, como no podría ser menos, la vida de las empresas se ha visto progresivamente transformada, por la emergencia de nuevos paradigmas que han puesto en crisis muchos de los viejos valores que sustentaban la vida de éstas. La aceleración del cambio tecnológico acorta el ciclo de vida de los productos y los negocios. Antes de la revolución industrial un ciclo de vida a menudo se medía en siglos. Hoy se habla del tiempo Internet y de ciclos de vida próximos a cero. El cambio y la innovación no se detienen siguiendo un ciclo casi continuo, que ya no tendrá fin.

Cada vez se crean más empresas basadas en las posibilidades de las redes de telecomunicaciones. YAHOO, CISCO, DELL, ZARA (2), NAPSTER, AMAZON, etc. no existirían, sin las redes. Y aunque los productos que ofrecen podrían –y de hecho se puede, pues tienen competidores– producirse de otra manera –menos intensiva en TIC y– su sobresaliente éxito en el mercado se basa precisamente en las nuevas formas de hacer que propicia Internet.

Si FORD simbolizó durante la era industrial el “cómo hacer” de referencia; basado en la división del trabajo y las formas tayloristas de organización, ahora las citadas empresas son las referencias de la nueva economía.

Un modo de determinar el alcance de la nueva economía es verificar hasta qué punto las TIC son esenciales en un negocio o actividad económica. En la medida en que no puedan sobrevivir sin dichas tecnologías podríamos establecer que tales actividades pertenecen a la nueva economía. Pero esta delimitación conceptual, en la práctica, no es fácil de llevar a cabo; son muchas las empresas y actividades económicas que contienen elementos de la vieja y la nueva economía simultáneamente. Es el caso del sector financiero y del automóvil, en el que se combinan prácticas propias de la era industrial con aplicaciones basadas en las tecnologías que soportan la nueva economía. Incluso en estos sectores, una vez que las nuevas formas económicas se incorporan a los procesos productivos, ya no hay manera de volver atrás sin graves riesgos.

Aunque seguramente siempre seguirán existiendo actividades económicas (peluquero, fontanero, asistente, ...) que no se fundamenten en las tecnologías de la información y la comunicación, cada vez será más difícil librarse de un uso más o menos intensivo de éstas.

Las empresas norteamericanas, desde hace más de una década, invierten más y crecientemente en tecnologías de la información que en otros equipamientos. Según

SUFRE (2000), la razón de ello es porque “en el mundo de hoy, las empresas necesitan invertir en estas tecnologías para permanecer en el negocio”.

### **“Outsourcing”, “Coopetencia” y “Adhocracia”**

La subcontratación cada vez sustituye más actividades internas de las empresas. Si en 1927 Ford inauguraba una línea continua de producción en el marco de una estructura estrictamente vertical por la que todo se hacía dentro de la factoría, hoy los fabricantes de automóviles apenas si manufacturan internamente un tercio del valor de un automóvil.

Las nuevas estrategias industriales se basan más en comprar bien que en fabricar. Hoy, hasta los gobiernos comienzan a externalizar sus actividades. La definición del core business de una compañía y su potenciación y desarrollo se ha convertido en el núcleo de toda estrategia empresarial que mire al futuro. La desmantelación de la producción es la consecuencia natural del progreso tecnológico y la competencia.

Los únicos antídotos frente a este proceso son las barreras de entrada a los mercados nicho y una velocidad de innovación suficientemente rápida como para permanecer fuera del alcance del pelotón de los competidores. Un nuevo fenómeno asociado a la nueva era económica es la creciente deslealtad de los clientes, que cada vez disponen de más posibilidades de decidir acerca de nuevos o mejores productos. Los pioneros del comercio electrónico establecieron nuevas formas de lealtad con sus clientes, pero enseguida surgieron especialistas en romper dicha relación. Si la evolución tecnológica es continua, el cuidado y atención permanentes de los clientes es también una necesidad vital para las empresas.

Una nueva palabra, que traducida del inglés cabría expresar como “coopetencia” (4), es decir el acrónimo de cooperación y competencia, define un nuevo modo de relacionarse en el mundo empresarial. Competir y colaborar son dos verbos que se conjugan hoy en el mismo tiempo entre empresas, que han descubierto las nuevas posibilidades de crear valor maximizando simultáneamente los intereses de cada una de ellas, caso por caso y según las conveniencias de cada momento.

Los cambios tecnológicos y de los mercados obligan no sólo a adaptarse dinámicamente a las cambiantes circunstancias, sino que, cada vez más, determinan la necesidad de reestructurar las empresas. La destrucción creativa “schumpeteriana” ha pasado de los productos y procesos a las corporaciones, las cuales en muchos casos deben poco menos que reinventarse a sí mismas para poder seguir adelante. La discontinuidad de muchos negocios, en los que cambian incluso los estándares por los que los cambios acontecidos pueden ser medidos, y que en el pasado estaba típicamente asociada a la guerra, es hoy un lugar común en la nueva economía.

Las decisiones empresariales por su parte se mueven cada vez más del centro a la periferia. El nuevo eslogan empresarial: compañía global que piensa y decide localmente, es una nueva forma de descentralización de la economía de la información, en la que las comunicaciones y el proceso de la información son cada vez más poderosos y baratos.

Parafraseando a Schumacher, en la nueva era económica cabe decir que “lo pequeño es bello”. La dimensión media de una compañía norteamericana es hoy un tercio más pequeña que hace 25 años, tanto en ventas como en empleo. Ello no conlleva, sin embargo, al menos en aquella economía de libre mercado, a menos trabajo. Si en los felices años 50 americanos el nivel de ocupación era la mitad de la población, hoy dos tercios de la misma están empleados en una economía en crecimiento.

La nueva forma organizativa de las mejores empresas de este fin de siglo se ha dado en llamar: “adhocracia”, que cabría definir como una organización sin estructura. Esta forma organizativa no es esencialmente nueva. Ha sido la manera tradicional de funcionar de las empresas creativas, tales como estudios de cine, agencias de publicidad y centros de investigación. Las tareas fijas y descripciones precisas de puestos de trabajo están siendo sustituidas, animadas por los ordenadores y la red, por gente que siendo capaz de compartir información, desarrolla misiones mediante la coordinación informal entre las personas que participan en ellas. Relativamente poca gente trabaja hoy en este tipo de empresas bajo las tradicionales relaciones de estabilidad de empleo y salarios, en las economías más desarrolladas.

## **El nuevo trabajo**

Los tecnófobos ya hace tiempo que advirtieron que los ordenadores serían la pérdida de los trabajadores, y por tanto cualquier incremento de la informática se suponía eliminaría empleo. La realidad sin embargo es bien distinta. Las tecnologías de la información, más que sustituir, complementan y enriquecen el trabajo.

Un muy divulgado estudio del Instituto Tecnológico de Masachussets, realizado bajo la dirección del profesor Brynjolfsson (1994), reveló que cada 1% de incremento de inversiones en informática hacía caer el empleo en EE.UU., (el país desarrollado con un mercado de trabajo más liberalizado), un 0,13% al cabo de uno o dos años. Por tanto se detecta escasa evidencia de canje de empleo por ordenadores. La más probable razón de esta aparente paradoja es que las empresas están abandonando su integración vertical y están cada vez subcontratando más. Así, mientras las ventas y valor añadido por las empresas caen, las inversiones en tecnologías de la información crecen.

Los nuevos tejidos productivos intensivos en información requieren, para mantener su vitalidad y regenerarse, prestar cada vez más atención a la formación de sus trabajadores. Una encuesta reciente en Estados Unidos revelaba que las firmas líderes

en esta materia dedican entre un 3 a un 6,8% de los salarios a dicho menester y entre 25 y 109 horas por empleado al año en formación.

Uno de los más significativos cambios estructurales que se han operado en el mercado de trabajo de los países de la OCDE es el creciente número de trabajos full-time que se han convertido en part-time. El autoempleo es otra opción que se está expandiendo rápidamente en algunos países. La frecuencia del trabajo a tiempo parcial varía sustancialmente dentro de los países de la OCDE. Así, mientras que en los países mediterráneos sólo representa menos del 5% del empleo total, en Holanda supera el 30%. En todos los países el trabajo parcial es realizado en sus 2/3 por mujeres y el resto por hombres. “El hombre de la organización está en decadencia frente al auge de la mujer flexible”; observa MANUEL CASTELLS (2001) al analizar las relaciones laborales en “Galaxia Internet”.

Los informes de la OCDE sobre la materia ponen de manifiesto que la flexibilización del mercado de trabajo y su apertura a nuevas formas de contratación es el mejor antídoto contra el desempleo. La nueva economía y sus implicaciones tiende a abaratar los viejos oficios al tiempo que ofrece otros nuevos, además de brindar pleno empleo a los emprendedores. En comparación con el tráfico convencional de bienes y servicios, el comercio del conocimiento, gracias a que las barreras de entrada a dicho mercado son muy bajas y requiere poco capital, ofrece oportunidades a todo el mundo. La distribución electrónica de muchos productos y servicios hace posible acceder desde cualquier lugar a otro sin fronteras.

El trabajo, tal y como lo conocemos ahora, dejará de existir algún día. Si definimos como trabajo una serie de derechos, con salario fijo, jornada de trabajo regular y una posición invariable en una estructura de una organización, estaremos hablando de un obsoleto artefacto social, destinado a desvanecerse junto con el también decadente sistema burocrático industrial.

Frente al paradigma fordista basado en la división taylorista del trabajo, que exigía un bajo nivel de formación, las nuevas tecnologías obligan al trabajador, dignificándolo, a formarse permanentemente en el manejo de las herramientas de su trabajo. La flexibilidad es un arma imprescindible para competir en la nueva economía, en la que el trabajo a tiempo parcial, el trabajo femenino y, sobre todo, el autoempleo, son actividades en expansión en las economías más evolucionadas.

Desde 1970, el cambio tecnológico ha aumentado, en un mercado relativamente libre como el norteamericano, la prima a los trabajadores de elevada cualificación. En EE.UU., donde el seguro de paro es relativamente pequeño y de corta duración, el pleno empleo se consigue

pagando menos a los trabajadores menos formados, mientras que en Europa el paro es la lacra del sistema.

A finales de los años 70 un titulado superior no ganaba mucho más que un trabajador experto no titulado. Hoy la diferencia de remuneración se agranda con el nivel de cualificación profesional. El cambio tecnológico ha encarecido el coste del trabajo cualificado y ha obligado, además, a las empresas a aumentar el nivel medio de cualificación de sus fuerzas de trabajo.

La demanda de trabajadores no cualificados ha caído, no porque haya cambiado el “qué” producimos, sino el “cómo” lo producimos. La tecnología industrial temprana no sólo era ahorradora de trabajo sino que también utilizaba gran cantidad de capital, con lo cual, los empresarios invertían lo que se ahorraban en salarios. Hoy los beneficios del cambio tecnológico no van a la inversión en capital, sino hacia el trabajo cualificado.

Pensando a largo plazo, no es seguro, sin embargo, que la tendencia que favorece la desigualdad entre diferentes niveles de cualificación profesional sea perenne. Cabe que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación puedan ser ahorradoras, en vez de intensivas, en educación superior, cuando las nuevas máquinas evolucionen lo suficiente para sustituir parte de la inteligencia humana.

Freeman y Soete (1994) ofrecen fórmulas para acabar con el paro que afecta, fundamentalmente, a la Europa continental. Entre sus aportaciones más convincentes, dos interesan especialmente: en primer lugar, el aumento de las inversiones en telecomunicaciones; y en segundo lugar, el desarrollo de bienes y servicios no comercializables, asociados a los servicios personales.

Uno de los límites de la globalización viene dado, precisamente, por el crecimiento de bienes no comercializables, lo que tiene profundas raíces tecnológicas. La productividad de la industria ha crecido tanto, que los bienes que produce, esencialmente comercializables, representan una porción cada vez más pequeña de la economía mundial. Es elocuente, en este sentido, el declive de los tradicionales sectores primario y secundario de las economías más avanzadas, en la formación de la riqueza nacional.

De hecho, las actividades no comercializables ocupan hoy a la mayoría de la gente en las ciudades, donde, precisamente, reside la mayoría de la población. Este planteamiento es relativamente coherente con las previsiones del Departamento de Trabajo de Estados

Unidos, acerca de las profesiones con mejores perspectivas de empleo. Las actividades relacionadas con la electrónica y las telecomunicaciones aparecen en primer lugar,

seguidas de la educación, los servicios de atención personal, las reparaciones y el mantenimiento.

Es evidente, por tanto, desde cualquier perspectiva, que las TIC son las principales protagonistas de la creación de riqueza y empleo, tanto directo como indirecto, de la nueva era económica.

Una interesante paradoja de este fin de siglo es que el extraordinario crecimiento de la productividad, lejos de conllevar el ansiado fin del trabajo, cada vez genera más. La desaparición del trabajo es por tanto un sueño que nunca se hará realidad, porque la gente prefiere trabajar más para vivir mejor.

Los ordenadores no reemplazan el pensamiento humano sino que lo potencian, de manera que no hay razón por la que el trabajo debiera reducirse. Por lo contrario, dada la capacidad del ser humano para comunicar ideas crecientemente complejas, el trabajo debería aumentar. Que es realmente lo que está sucediendo.

Si la fuerza laboral norteamericana es ahora dos tercios de su población y en los años cincuenta solo la mitad, la jornada laboral también ha aumentado. Una reciente encuesta revelaba que las horas de trabajo que un trabajador norteamericano decía cumplir eran 50 a la semana en 1997, frente a 40 en 1973. En la nueva era económica, cada vez tiene menos sentido un trabajo de por vida, anclado a un lugar concreto y basado en destrezas profesionales inmutables.

Lo que quizás sí haya que ir cambiando es la tradicional medida del trabajo. La vieja idea de una jornada de 8 horas es una creación de la revolución industrial que es difícilmente encajable ahora, cuando el trabajo no se hace necesariamente en una fábrica o en una oficina, sino en la mente.

Hoy, más que nunca, resulta empíricamente evidente la relación entre progreso tecnológico, económico y social. Nunca en toda la historia de la humanidad ha habido más gente ocupada, merced al círculo virtuoso de una nueva economía basada en el aumento simultáneo de la productividad, la producción y el empleo.

En la nueva era económica, caracterizada por la crisis del fordismo y la emergencia de la producción flexible organizada en red, el trabajo a tiempo parcial, el autoempleo, la mayor ocupación laboral de la mujer, el trabajo a distancia y la formación permanente de los trabajadores son los nuevos factores clave para el progreso económico y social de una nación.

Según datos de la OIT y la OCDE el número de trabajadores empleados en la Unión Europea en el período 1975-1995 apenas si varió. En el Sureste Asiático, en dicha década, aumentó un 60%, en Estados Unidos, un 40%, y en Japón, un 25%. La penetración de las tecnologías de la información, —teléfonos, ordenadores personales, etc. “per cápita”— aumentó más en dicho periodo en las regiones que más empleo crearon. Dentro de la Unión Europea, la tasa de desempleo por países está asociada a una relativamente baja tasa de penetración de estas nuevas tecnologías, además de a las distintas rigideces del mercado de trabajo.

El profesor CASTELLS (1997), en su obra *La era de la información*, establece de manera categórica, sobre la base de exhaustivos análisis empíricos, una estrecha relación entre creación de empleo y aumento de la penetración social de las TIC.

Transformaciones tiempo-espacio

El mundo ha devenido una aldea global, como postulara MC. LUHAN (1998). El fin virtual de las distancias, ocasionado por la liberalización de los mercados y los avances tecnológicos operados en las telecomunicaciones, ya está configurando una nueva estructuración de la economía y la sociedad de alcance planetario.

En los últimos tres cuartos de siglo, según un reciente estudio del Banco Mundial, el coste del transporte y las telecomunicaciones se ha reducido drásticamente:

- El transporte marítimo, un 70% en los últimos 70 años.
- El transporte aéreo, más de un 80% en los últimos 60 años.
- Las telecomunicaciones internacionales, más de un 95% en los últimos 50 años.

Por su parte, la capacidad de transmisión de las redes de telecomunicaciones transatlánticas se multiplicó por 60 en la década 1986-1996, y las transpacíficas, por 400.

Las características que ya se observan o se vislumbran de este emergente nuevo mundo, siguiendo a CAIRNCROSS (1997), sugieren un mundo futuro caracterizado por:

- La distancia ya no determinará el coste de las comunicaciones y el creciente comercio electrónico del futuro.
- La localización de las actividades tecnológicas y económicas carecerá de la estabilidad del pasado, pasando a redefinirse dinámicamente en el nuevo ciberespacio.
- La dimensión será cada vez más irrelevante. Pequeñas compañías ofrecerán productos y servicios que en el pasado estaban asociados a la escala de la producción.
- El valor de las marcas, los nuevos inventos y las creaciones humanas se explotará universalmente.

- Los negocios nicho proliferarán para beneficio de los emprendedores y los consumidores. Los ciudadanos y las instituciones se verán cada vez más interconectados entre sí en forma de telaraña que se teje y desteje sin parar.
  - La atención a los clientes será cada vez más personalizada.
  - El diluvio de información que se desparramará por las redes exigirá filtros que la hagan útil.
  - Los lazos entre comunidades profesionales y artísticas se extenderán en un mundo en el que se compartirán crecientemente intereses y experiencias.
  - Cada vez más empresas y consumidores tendrán acceso a una mejor información, de manera que los costes de transacción que introdujera en la teoría económica el Premio Nobel R.H. Coase, serán decrecientes e incluso nulos.
  - La movilidad se acentuará porque la información será accesible desde cualquier lugar.
  - Mientras que las compañías más grandes tendrán que focalizarse localmente, las pequeñas empresas desplegarán globalmente sus destrezas.
  - La empresa red, basada en la lealtad y la confianza de sus conexiones externas, será la forma dominante de la actividad económica del próximo siglo.
  - La puesta en marcha de los nuevos negocios tendrá menores costes de entrada, pero serán más volátiles. La nueva sociedad red obliga a optimizar permanentemente los proyectos empresariales.
  - Los fabricantes tenderán a convertirse en proveedores de servicios porque aceptarán mayores responsabilidades y se ocuparán de todo el ciclo de vida de sus productos.
  - El trabajo ubicuo, gracias a las telecomunicaciones móviles, será una parte creciente de la actividad profesional.
  - La nueva educación, los medios de comunicación e Internet harán proliferar nuevas ideas como antes nunca se conoció.
  - Una nueva forma de confianza, que cabría denominar electrónica, sustituirá a la que según Francis Fukuyama ha constituido la base moral del progreso económico hasta ahora.
- 
- Las personas, sobre todo aquéllas más creativas, que representan el último recurso escaso, serán la clave del éxito de las empresas.
  - El mercado del ahorro será planetario y los gobiernos tendrán que competir fiscalmente para captarlo.
  - El poder regulatorio de los gobiernos se desvanecerá. La responsabilidad individual aumentará al tiempo que la intervención gubernamental irá disminuyendo.
  - Las comunidades culturales, o fenómenos identitarios en lenguaje sociológico, se verán reforzadas.



## Nuevas reglas de juego

Salvo raras excepciones, la salud económica y el poder industrial de una moderna corporación se basan cada vez más en sus capacidades intelectuales y de servicios que en sus activos fijos –terrenos, edificios y equipos–. Además, el valor de la mayoría de los productos y servicios depende primariamente del desarrollo de conocimientos intangibles como know how, diseño, presentación, entendimiento del cliente, creatividad personal e innovación.

Generar la máxima efectividad cada vez depende más de la dirección de los servicios intelectuales de la empresa que de acciones físicas directas de los trabajadores o del despliegue de sus activos tangibles. No son pocos los desafíos que se plantean a la dirección en estos tiempos de cambio, ni muchas las respuestas precisas de que se dispone para afrontarlos.

La nueva economía plantea nuevos desafíos a la dirección de las empresas entre los que cabría señalar, según QUINN (1992):

- Identificar, desarrollar y medir los activos intelectuales en sus productos.
- Maximizar el valor añadido y la productividad de las actividades más creativas, que son el corazón de los nuevos tejidos productivos.
- Guiar y motivar a la gente cuyas actividades son intensivas en conocimiento a maximizar la productividad y calidad de sus trabajos.
- Seleccionar y gestionar las actividades que no tengan que estar integradas verticalmente y puedan realizarse mejor externamente.
- Practicar la reingeniería de las organizaciones.

El nuevo dirigente es responsable de la aplicación y realización del conocimiento en tanto que el antiguo dirigente era responsable de las realizaciones de la gente. ¿Cómo identificar, desarrollar y medir los activos intelectuales y los outputs que producen? ¿Cómo captar su valor internamente y convertirlo en riqueza?

¿Qué proceso de dirección habría que utilizar para optimizar el output y la productividad de los profesionales especializados y de los servicios creativos? ¿Cómo dirigir de la mejor manera posible los drásticos cambios organizativos y su transición?

Un posible orden lógico de actuación para operar en una nueva economía abierta, cambiante y globalizada sería:

- Definir sobre la base de la mejor información disponible, el estándar de referencia mundial.
- Optimizar la organización, previa identificación de las insuficiencias competitivas y su arreglo o eliminación.
- Sensibilizar a todos los trabajadores de la imperativa realidad exterior.

- Asumir la superación de las dificultades que, de todo tipo, es esencial afrontar.
- Establecer etapas intermedias en el proceso del logro de los objetivos, sin incorporar “castigos intermedios”.
- El proceso descrito no tiene fin. Es un camino que hay que volver a recorrer continuamente. El perfil profesional asociado al cambio que estamos viviendo reclama individuos con una formación cada vez más amplia y multidisciplinar, con sus sentidos abiertos a todo lo interesante que sucede en el mundo, incluida la salud, para seguir conviviendo en un mundo en el que el relax no está permitido.

La nueva economía se basa en la prueba y el error. Equivocarse rápidamente, rectificar y acertar después es la vía de éxito de muchas iniciativas. Esta típica manera de hacer de la investigación científica, cada vez tiene más cabida en el mundo de los negocios.

La economía del conocimiento y la información ha creado nuevas necesidades organizativas. La flexibilidad y la potenciación de las responsabilidades personales resultan claves hoy. Todo indica que la rapidez y la responsabilidad personal orientadas al logro de soluciones a la medida del cliente son claves en el éxito. El directivo de hoy tiene que pensar como un piloto de combate. No siempre se puede tomar la decisión correcta. Hay que aprender a adaptarse a cada situación ajustando las decisiones.

En los medios universitarios y empresariales más avanzados ya se habla de una quinta disciplina, que viene a significar: “Un cambio de mentalidad, desde una visión de las partes a una visión de conjunto, desde una visión de la gente como reactores incapaces, a una visión de las personas como activos participantes conformando su realidad.” Es decir, del “El arte y la práctica de la “learning organization” que cabría traducir por “organización cultivada”.

“La capacidad de aprender más rápido que tus competidores puede ser la única ventaja competitiva sostenible en el tiempo”, sostenía recientemente Arie De Geus, Director de Planificación de Royal Dutch-Shell. La organización que sobresaldrá verdaderamente en el futuro será aquella que descubra cómo explotar los compromisos y las capacidades de su gente para aprender a todos los niveles.

Si en pleno siglo de la ilustración y en tanto que contemporáneo de la naciente revolución industrial, Kant explica la idea nuclear de la época como: “Autoliberación por el conocimiento”, hoy, cabe renovar el conocimiento, como núcleo vertebrador de la nueva era económica. Siguiendo a SENGE (1990), cinco nuevos componentes tecnológicos están hoy convergiendo para innovar las organizaciones:

- Sistemas pensantes: Marco conceptual formado por conocimientos y herramientas que ayudan a cambiar las pautas de comportamiento.

- Maestría personal: Disciplina que permite clasificar y profundizar la visión personal y localizar las energías, desarrollando la paciencia y la búsqueda de la realidad objetivamente.
- Modelos mentales: Para comprender el mundo y tomar decisiones.
- Visión compartida: Si una idea acerca del liderazgo ha imperado en las organizaciones desde siempre es la capacidad de tener una visión compartida del futuro que se busca crear.
- Equipo aprendiente: Para los griegos, dia-logos significaba un libre flujo de significados a través de un grupo, permitiendo a éste descubrir pericias no alcanzables individualmente.

Si una organización fuese un ingenio físico como un avión o un ordenador, los componentes recibirían el nombre de “tecnologías”. Para una innovación de la conducta humana, los componentes necesitan ser vistos como “disciplinas”.

La “quinta disciplina” son los sistemas pensantes. Se trata de una disciplina de disciplinas, cuyas leyes Peter Senge formula así:

- Los problemas de hoy vienen de las soluciones de ayer.
- Cuanto más fuerte empujes tú, más fuerte empujará el sistema.
- La salida fácil usualmente mira al pasado.
- El remedio puede ser peor que la enfermedad.
- Lo más rápido es lo más lento.
- Causa y efecto no están estrechamente relacionados en el tiempo y el espacio.
- Pequeños cambios pueden producir grandes resultados, pero las áreas de mayor influencia son, a menudo, las menos obvias.
- Se puede hacer un pastel y también comerlo, pero no a la vez.
- Dividiendo un elefante por la mitad no se obtienen dos elefantes.
- La culpa no está fuera.

Quizás, por primera vez en la historia, el género humano tiene capacidad de crear mucha más información de la que se puede absorber, fomentando tan grande interdependencia que cada uno puede manejar y acelerar el cambio tan rápidamente como la habilidad individual permita. Las organizaciones sólo aprenden a través de los individuos que la componen. Pero el aprendizaje individual no garantiza el organizacional. No obstante, sin el primero, no es posible el segundo.

Estas son algunas de las nuevas aproximaciones al modo de enfrentar y manejar los nuevos problemas de una sociedad global, hipercomunicada y extraordinariamente dinámica. Las actividades, que podrían denominarse “inteligentes”, ocupan ahora un lugar central en las cadenas de valor añadido de las principales empresas, ya sean éstas de servicios o industriales.

La interrelación de los servicios con la industria es ahora la clave de las principales estrategias industriales. La competitividad de las empresas y de los países depende cada vez más de un adecuado e inteligente manejo de las nuevas tecnologías asociadas a dicha interface. Si en una actividad una empresa no es competitiva a nivel internacional, y no cambia su estrategia, (por ejemplo subcontratándola en mejores condiciones), estará sacrificando el resto de sus actividades más competitivas, que pagarán esta ineficiencia.

Cada compañía debería localizar su estrategia hacia aquellas competencias, esencialmente las más inteligentes, en las que pueda alcanzar y mantener, a largo plazo, un adecuado nivel de competitividad. La escala de producción, la especialización y la eficacia de los subcontratistas han cambiado los límites de la industria y favorecido su desintegración

vertical. Ninguna compañía puede esperar ser mejor que los especialistas externos en todos los eslabones de la cadena de valor añadido.

La desvertebración de las antiguas estructuras industriales y su paulatina sustitución por organizaciones en forma de telarañas, sólo ha sido posible por las facilidades otorgadas por las nuevas tecnologías de la información. La nueva sociedad industrial, a la que cabría adjetivar de transaccional, es progresivamente intensiva en información.

La actividad empresarial en este nuevo marco de economía global e inteligente debe ser profundamente reconceptualizada, de manera que los negocios vienen a ser un conjunto de conocimientos interconectados basados en las posibilidades de las nuevas tecnologías. El proceso de cambio es más bien inconfortable, pero el premio puede ser alto. En todo caso, el coste de no cambiar podría ser comparable a la de los industriales que no transitaron a tiempo desde el carbón a la energía eléctrica.

Con raras excepciones, el poder económico y productivo de una moderna corporación debe más a sus capacidades intelectuales y de servicios que a sus activos materiales. Similarmente, el valor de la mayoría de productos y servicios depende principalmente de los desarrollos intangibles basados en el conocimiento como: el saber hacer tecnológico, el diseño, la presentación, la comprensión de los clientes, la creatividad personal y la innovación. Todo ello depende más del manejo de los recursos intelectuales de la empresa que de las actividades físicas de sus trabajadores o el despliegue de sus activos tangibles.

La nueva empresa podría describirse como un conjunto sumamente desagregado de conocimientos y servicios concentrados en torno a un núcleo de destrezas que constituyen su inteligencia.

- Las tecnologías se han globalizado y su acceso facilitado en tiempo real; las fronteras económicas son casi inexistentes –al menos entre las primeras regiones

económicas—, por lo que el mercado es prácticamente único; las experiencias culturales, incluidas las modas, son cada vez más globales y los valores sociales también; las naciones son como nodos del nuevo hipersistema que conforman las redes.

- En un sistema económico y social globalizado e interconectado por las redes, abrirse es la mejor opción. Permanecer de espaldas a la red es una estrategia que conduce inexorablemente al fracaso.
  
- En la nueva era ya no es posible controlar el presente. La economía interconectada, que imita a la naturaleza, es un sistema fuera de control; en él hay que dejarse llevar.
- Para sobrevivir integrados en un sistema abierto en continuo crecimiento es preceptiva la adaptación permanente, siendo el ser humano la única especie que puede elegir conscientemente la mejor manera de hacerlo.
- El único mecanismo que existe de adaptación al mundo de hoy es la capacidad de aprendizaje. Disponer de un alto bagaje educativo es necesario, pero no es suficiente en la nueva economía. El aprendizaje continuo es el mejor vehículo de captación de oportunidades en una era económica especialmente rica en ellas.
- Si la innovación ha cumplido un papel esencial a lo largo de toda la historia, en la economía interconectada su valor es aún mayor. La nueva economía es rica en emprendedores que, conectados a Internet, bombean sin cesar novedades de todo tipo.
- La economía del conocimiento está sustentada en su complejidad. Ante la progresiva incapacidad de entenderlo por completo, se impone una actitud tolerante y comprensiva hacia lo ajeno.
- Para que todas las posibilidades de una economía interconectada puedan llevarse a cabo, será necesario que se consolide una nueva forma de confianza cibernética que, con carácter ecuménico, envuelva el nuevo planeta Internet.

Si el liderazgo empresarial de la era industrial estaba basado en la toma de decisiones, el de la era de la información y el conocimiento radica en la atracción y el mantenimiento de talento profesional y dinero; los factores de la producción más volátiles.

## **CONVIVENCIA DE LA “NUEVA” Y “VIEJA” ECONOMÍA**

Las características que perfilan y dan sentido a la nueva economía ni son nuevas en la escena económica ni estrictamente exclusivas de ésta. Sin embargo, el peso que cobran ahora y su sinérgica relación con las TIC abren nuevos campos a la investigación económica que apenas sí han sido abordados hasta ahora dada la irrelevancia de sus consecuencias en el pasado.

Mientras que las transformaciones estructurales de la revolución industrial discurrieron más bien aisladamente en algunas regiones del planeta, la nueva economía, siendo ubicua por

naturaleza, se presenta simultáneamente en todos los lugares. No en todos ellos con la misma intensidad e influencia, pero sus gérmenes ya están presentes en casi todas las economías, que ahora tendrán que esperar menos para su cultivo y desarrollo. Ni siquiera los regímenes políticos más cerrados pueden evitar por completo su existencia, aunque todavía tenga un alcance marginal en ellos.

El contenido intangible de los bienes económicos, aunque tiene un origen antiguo, alcanza hoy un peso tan determinante en la formación de la riqueza de las naciones que su investigación y análisis ya no podrán ser marginados ni obviados como sucedió en el pasado; tampoco sus consecuencias para las decisiones empresariales y de política económica.

La relativa predecibilidad del acontecer económico está siendo sustituida por estructuras productivas de naturaleza inestable cuyo comportamiento se aproxima más a los fenómenos de naturaleza biológica que a los derivados de comportamientos deterministas. El nuevo análisis económico no podrá, en adelante, considerar como meras anomalías hechos económicos de carácter biológico que tienden a dominar crecientemente la economía.

La personalización de los productos y servicios, auspiciada por las nuevas tecnologías que la economía industrial sustituyó por la producción estándar, toman vida de nuevo –en la economía preindustrial eran la forma dominante–, para caracterizar cada vez más una nueva y arquetípica manera del quehacer económico.

Los rendimientos crecientes, que en el pasado económico se presentaban aisladamente, tienden a generalizarse en la producción de bienes y servicios –sobre todo los intangibles– gracias a la difusión e intensidad de uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La ciencia biológica y la teoría del caos ya están ofreciendo nuevos horizontes analíticos que irán incorporándose a nuevas formulaciones de la economía de carácter más evolutivo que determinista.

La llamada paradoja de la productividad, que cabría plantear como una simple disparidad lógica entre los sólidos argumentos teóricos que amparan su crecimiento gracias al uso de las nuevas tecnologías y la incapacidad de las estadísticas oficiales de medirla, tendrá que resolverse mediante la reformulación de los métodos de una economía industrial que resultan insuficientes para abarcar la nueva economía.

Los precios de los productos y servicios de la nueva economía, incluso si las estadísticas oficiales todavía no los miden con rigor, tienden a disminuir como consecuencia de la presencia de rendimientos crecientes que resultan potenciados por la ubicuidad de las redes.

Este fenómeno tendrá consecuencias en el ciclo económico, que a partir de ahora tendrá que ser estudiado desde una nueva perspectiva.

Los monopolios de la nueva economía, lejos de presentar una anomalía que debe ser reconducida por la política económica tradicional, son hoy una emergente forma del quehacer económico que debe ser tratada de una manera distinta a la del pasado. Dadas sus positivas economías externas, la cuestión central ahora no residirá tanto en evitarlos como asegurar que la libre entrada y salida de los mercados y sobre todo la libertad para innovar, no quede sojuzgada por ellos.

Las formas emergentes de la nueva economía ni son excluyentes de la economía tradicional ni la sustituyen. Ambas seguirán conviviendo y sólo el tiempo dirá qué atributos serán más dominantes de la economía toda a lo largo del tiempo.

La descripción que hace de la nueva economía uno de sus más conspicuos tratadistas, Brian Arthur, es de naturaleza “popperiana”. Según señalaba KARL Popper (1992) en un simposio celebrado en Viena con motivo de su octogésimo aniversario: “Hasta hace aproximadamente un siglo, se creía que el campo de la mecánica descubierto por Newton había de englobar el dominio de la ciencia en su totalidad. Pero hacia 1890 apareció un campo totalmente nuevo con el descubrimiento de los electrones, obra de J.J. Thomson, esto es, el campo de la electrónica. Ello dio lugar a una revolución que pasó desapercibida a casi todas las personas ajenas al mundo de la ciencia. Se trataba de la revolución de la física atómica, en la cual vivimos inmersos hoy día”.

Este aparente cuestionamiento de la teoría newtoniana para explicar el mundo atómico, en ningún caso puede entenderse como una desconsideración de la misma. El propio Popper consideraba la teoría de Newton, como una grandiosa hipótesis científica. Para Popper, la teoría de Newton llega un momento en que carece de capacidad explicativa de los nuevos fenómenos que emergen en el siglo XX. Es Einstein quien con sus teorías explica los fenómenos físicos que quedaban fuera del alcance newtoniano.

Entre la nueva economía y la tradicional cabe plantear una analogía popperiana en el sentido de que la nueva presenta realidades que refutan la teoría tradicional, que sin embargo sigue estando vigente para explicar el resto; todavía la mayor parte del sistema económico.

Establecida la analogía lógica entre la epistemología popperiana y la evolución de la ciencia económica, es necesario resaltar que el “Einstein” de la nueva economía no existe todavía.

La nueva economía, en sus diferentes acepciones: economía evolutiva, rendimientos crecientes, crecimiento endógeno, economía interconectada, ... está recibiendo un fuerte impulso teórico, pero todavía parece muy lejana la posibilidad de una teoría unificadora de los contenidos viejos y nuevos de la economía. Esta nueva teoría, si llega a existir y tiene alcance "einsteniano", debería ser capaz de explicar los crecientes fenómenos paradójicos que conviven en la economía contemporánea.

En todo caso, tal y como se expone en el siguiente capítulo, el sostén científico del nuevo paradigma ya no será la física determinista que puso en crisis el descubrimiento del electrón ni el farragoso, a veces, aparato matemático con que se han visto innecesariamente envueltos muchos preceptos económicos; la biología y las nuevas ciencias de la complejidad serán, seguramente, los nuevos instrumentos científicos de la nueva teoría económica.

Carl Shapiro y Hal Varian (1999), en su libro *Information rules*, sostienen que las tecnologías cambian, pero las leyes económicas no; el ciclo económico sigue existiendo, el precio de las acciones depende de los beneficios, y la política económica sigue siendo necesaria.

La nueva economía no es una panacea que resuelva ni sustituya todos los problemas de la vieja economía, pero ayuda considerablemente a que las cosas vayan mejor. La inflación cada vez amenaza menos el ciclo económico, porque las tecnologías de la información, además de bajar sus propios precios, contribuyen a disminuir los de los demás sectores económicos. La velocidad límite de crecimiento económico, –ritmo al que una economía puede crecer sin provocar tensiones inflacionistas–, se ha incrementado de nuevo. En los EE.UU., gracias al crecimiento de la productividad, la tasa de crecimiento elevó los últimos años por encima de las mejores previsiones del pasado.

La efervescencia de oportunidades generada por la innovación a través de las redes produce nuevas expectativas económicas y posibilidades de seguir creciendo como nunca se dieron en la vieja economía.

La prueba de fuego de la nueva economía, todavía pendiente, estará asociada al proceso de cambio del ciclo económico y a la posible suavidad del mismo. Las próximas enseñanzas de la economía norteamericana, en este sentido, sentarán las bases del nuevo modo de conducir las políticas macroeconómicas en una economía globalizada.

Junto a las virtudes de la nueva economía: aumento de la productividad, reducción de la inflación, crecimiento económico y del empleo, algunas dudas ensombrecen su futuro. El aumento de la interdependencia global, los riesgos de burbujas especulativas en los mercados financieros, el posible incremento de las desigualdades, son aspectos de la nueva economía cuya evolución determinará, junto con los ya conocidos, una visión más completa del nuevo paradigma.



## INTRODUCCIÓN

### Una nueva era económica

La globalización de los mercados, la diseminación de las tecnologías de la información y la comunicación, el desmantelamiento de las jerarquías nacidas a mediados del siglo pasado son los rasgos esenciales de una nueva era económica caracterizada porque sus fuentes principales de riqueza son el conocimiento y la comunicación, frente a las tradicionales: recursos naturales y trabajo físico. En ella, la innovación es cada vez más trascendente y el trabajo intelectual desplaza al físico en el marco de un mundo esencialmente inestable y en proceso de cambio continuo.

Y no se trata tanto de un proceso evolutivo como de una verdadera revolución (1) ya que todo está sucediendo al mismo tiempo; las causas y efectos que lo realimentan puede que sean comparables en escala y consecuencias a la Revolución Industrial. La globalización de la economía es la expresión más evidente del cambio; y la electrónica, la tecnología que lo soporta. En el cuadro que sigue se observa cómo en los últimos cincuenta años las exportaciones han crecido en términos relativos mucho más que el PIB mundial, y en particular durante la última década; mientras que, según HEILBRONER (1995), en los últimos veinte años las empresas multinacionales han pasado de 7.000 a más de 35.000.

### Gráfico 1

El abaratamiento y la rapidez del transporte de bienes y servicios (voz, datos, imágenes) han hecho realidad la idea –antaoño fantástica– de la aldea global. En 1970 habría costado 187\$ transmitir la Enciclopedia Británica en forma de datos de una costa a otra de EE.UU; hoy costaría 40\$ transmitir entre los mismos lugares toda la biblioteca del Congreso de dicho país. Una medida del ritmo de globalización la ofrece el crecimiento parabólico del tráfico comercial y telefónico internacional, según ponen manifiesto el cuadro anterior y el siguiente. Incluso después del fracaso de las últimas conversaciones del GATT en Seattle y como consecuencia de una larga era de paz mundial – los conflictos de esta segunda mitad de siglo han tenido un alcance más bien local –, los aranceles medios mundiales han ido bajando hasta convertirse en muchos casos en testimoniales. Las barreras económicas –todavía subsisten otras no menos importantes – son hoy prácticamente inexistentes.

Por primera vez en la historia, el viejo mito del mercado smithiano es una realidad. El empequeñecimiento virtual del mundo, alcanzado gracias a la mayor rapidez y menor

coste de los transportes y las comunicaciones, y la desaparición de las barreras arancelarias son las fuerzas económicas más importantes de nuestro tiempo. Y la resultante de las mismas, el aludido paradigma económico de la globalidad.

Un cambio estructural tan importante no acontece por casualidad; desde 1991 las inversiones norteamericanas en tecnologías de la información (TIC) y la comunicación, es decir, en las nuevas herramientas de la nueva economía (ordenadores y telecomunicaciones), han venido superando las inversiones industriales tradicionales.

El corazón de la nueva economía está conformado por la convergencia de las telecomunicaciones y la informática y para tener éxito en ella es necesario usar extensiva e intensivamente dichas herramientas. Una idea de su creciente uso la ofrece el cuadro siguiente, en el que se observan crecimientos exponenciales para las formas tecnológicas más avanzadas de información y comunicación.

La nueva economía está transformando la anterior y reduciendo su importancia relativa. La revolución industrial no acabó con la agricultura porque entonces y ahora necesitamos comer. La revolución de la información no eliminará a la industria tradicional, porque seguiremos necesitando consumir objetos tangibles. Los nuevos agentes de la nueva economía seguirán consumiendo alimentos, bebidas, casas, vestidos, coches, electrodomésticos, etc. que serán producidos cada vez por menos gente, cuyo volumen agregado de actividad tendrá un impacto relativo en la formación de la riqueza cada vez menor.

Globalización y tecnología se refuerzan mutuamente. Si la primera es una consecuencia de la segunda, un mercado global y por tanto más competitivo acelera el proceso de innovación tecnológica afirmando y consolidando con ello el nuevo marco global. En tanto la geografía se ha tornado irrelevante, las modernas redes de telecomunicaciones se han convertido en una necesidad vital para la competitividad de las naciones. Ningún país puede esperar, sin sólidas y avanzadas infraestructuras de telecomunicaciones, ser partícipe de las posibilidades de desarrollo que contiene la nueva economía.

## Gráfico 2

Las modernas tecnologías han difundido el poder globalmente a través de redes de telecomunicaciones hoy convertidas en auténticas telarañas que soportan las nuevas fuerzas del progreso. La nueva economía está poniendo en cuestión no sólo los instrumentos del quehacer humano; también los procedimientos. Así, al igual que la física cuántica ha desplazado a la de Newton y el paradigma de Einstein domina la ciencia de hoy, en el ámbito de la organización del trabajo y las finanzas, por utilizar dos ejemplos

de interés, se comienzan a desarrollar nuevas teorías desde ópticas distintas a la taylorista y financieras clásicas.

Hoy se comienza a hablar de “partículas financieras” y se prevé la próxima llegada de una banca verdaderamente global en la que individuos, empresas, inversores, gobernantes estarán comunicados mediante las TIC. Cada vecino de esta especie de aldea global de las finanzas será como una sucursal cuyas transacciones serán instantáneamente verificadas desde cualquier otro lugar del mundo mediante reconocimiento de voz, huella digital DNA y tecnologías criptográficas.

La característica esencial del cambio hacia la nueva economía es la presencia de un nuevo y emergente factor de la producción: el conocimiento, que tiende a desplazar a los clásicos: tierra, capital y trabajo. Un formidable ejemplo del poder del capital intelectual y el “trabajo del conocimiento” lo representa el hecho de que la cantidad de energía que se necesita para producir una determinada cantidad de PIB ha venido cayendo un 2% anual durante los últimos 20 años. En el mismo período, una importante y creciente parte del capital invertido en los países desarrollados ha sido empleado en tecnologías de la información.

La economía del conocimiento no tiene, a pesar de su gran y creciente importancia, una teoría que la sustente, cuando es evidente que, en buena parte, no se comporta de acuerdo con la existente. La competencia imperfecta parece ser inherente a la economía del conocimiento. Las ventajas iniciales adquiridas por la pronta aplicación y explotación del conocimiento –la llamada curva de aprendizaje–, pueden convertirse en permanentes e irreversibles. Ello implica que el libre comercio o el proteccionismo, por sí mismos, ya no sirven como política económica. Innovar es, desde este punto de vista, una manera de eludir la competencia, que cada vez se utiliza más.

Otra diferencia entre la industria del conocimiento y la tradicional viene dada por la heterogeneidad de sus productos. Así, mientras que diferentes partes de tierra o procesos

productivos tradicionales producen cosechas o productos cuyo precio se establece por cantidad, un nuevo conocimiento produce cambios en la economía por tres vías simultáneas –mejora, explotación e innovación– igualmente necesarias y cuyos costes e impactos económicos son cualitativamente diferentes pero imposibles de cuantificar.

El conocimiento no es barato. Se estima que los países desarrollados gastan un quinto de su PIB en la producción y diseminación del conocimiento. En estos, la escolarización viene a consumir cerca de un 10% del PIB; las empresas gastan puede que más de otro 5% en formación continua y entre un 3% y un 5% del PIB es gastado en I+D para producir nuevo conocimiento. Pocos países destinan una proporción similar del PIB a la formación de capital. Incluso Japón y Alemania, los líderes en este campo, raramente han excedido de un quinto del PIB destinado a formación de capital. En EE.UU. por muchos años no

rebasó ni el 20%. La formación de conocimiento es, por tanto, ya, la más grande inversión de los países desarrollados.

## **El caso norteamericano**

A finales de la década de los ochenta las expectativas de la economía norteamericana no se presentaban halagüeñas: una economía madura, con elevado nivel de deuda, una tasa de ahorro insuficiente y una supremacía militar innecesaria conllevaban a una visión pesimista del futuro.

Sin embargo, la innovación tecnológica y la creatividad empresarial resurgieron para mejorar la productividad y acelerar el ritmo de crecimiento. Una política monetaria perspicaz y activamente interesada por la nueva economía, junto con unos mercados financieros profundos y flexibles y la proverbial movilidad del mercado laboral hicieron el resto, hasta alcanzar uno de los ciclos de crecimiento económico más largos y virtuosos que se han conocido.

El último ciclo económico norteamericano responde más al comportamiento del sector electrónico y de las telecomunicaciones que al del automóvil y la vivienda. Convertido, quizás sin pretenderlo, en predicador de la nueva economía, Alan Greenspan (1999, 2000), el máximo responsable de la Reserva Federal norteamericana, con la autoridad que le caracteriza, ya hizo saber que las TIC, sin duda, realzan la estabilidad de la economía, y que los mercados ya asumen a veces funciones que antes realizaban las autoridades monetarias.

En el cuadro 3 se observa el creciente peso de las tecnologías de la información (TI) –un concepto más limitado que el hipersector TIC que más adelante se examina– en la formación y crecimiento del PIB norteamericano durante la última década.

La formidable evolución durante los últimos años de la economía norteamericana, en términos de crecimiento, mejora de la productividad y creación de empleo, en un ambiente de práctica estabilidad de precios, no puede explicarse sin el comportamiento relativo de su sector electrónico y de telecomunicaciones. Durante los tres últimos años, según el Departamento de Comercio de EE.UU., Department of Commerce (1999), el sector TIC ha contribuido un 27% como media al crecimiento de la economía, por un 14% la vivienda y un 4% el sector del automóvil. Además de remunerar crecientemente y mejor que otros sectores a sus trabajadores, cada nuevo empleo en el ámbito investigador de estas tecnologías, llega a crear hasta más de siete nuevos puestos de trabajo en otros sectores, según los estudios más recientes.

## **Gráfico 3**

Para una creciente corriente del pensamiento económico norteamericano, el sector electrónico y de telecomunicaciones, en su conjunto, funciona y se desarrolla contradiciendo la teoría económica convencional, según la cual el crecimiento de la demanda produce una subida de precios. En realidad, la expansión de la demanda de TIC, al subir la productividad hace bajar los costes, y con ello los precios, que a su vez animan y hacen crecer aún más la propia demanda. Se trata de un círculo virtuoso que, en la medida en que el sector participa crecientemente en la economía, afecta positivamente a ésta, contagiándola con sus bondades.

Después de mantener una tasa anual de crecimiento de la productividad del 1,4% durante el periodo 1975-1995, en EE.UU. la productividad creció un 2,9% anual desde 1996, situándose a mediados del año 2000 en el 5,2%.

Para Alan Greenspan (2000), la mitad de la mejora de la productividad norteamericana durante la última década provino directamente de las inversiones en tecnologías de la información; de la otra mitad, un 40% fue originada por ganancias de eficiencia en la producción de ordenadores.

Para Edward Zander (2), presidente de SUN MICROSYSTEMS INC'S, EE.UU. está viviendo el tercer año de un ciclo, que durará de 10 a 15 años de mejora de la productividad. A la aparición del ordenador personal y la difusión de Internet pronto se le unirá el B2B, que favorecerá la productividad de la actividad empresarial.

Al igual que la caída de la inflación, que conlleva bajos tipos de interés, permite ahorros financieros a los agentes económicos y las familias, que surten el mismo efecto que un aumento real de la renta disponible, el continuo descenso de los precios de los productos y servicios electrónicos permite, para un nivel dado de capacidad de compra, adquirir más bienes por el mismo dinero.

El nuevo ciclo económico, es evidente, está cada vez más vinculado a la salud del sector electrónico y de telecomunicaciones, que viene creciendo muy por encima de los demás sectores y ayuda a la expansión del PIB. La particular naturaleza de una expansión liderada por las tecnologías electrónicas explica por qué los EE.UU. han sido capaces de sostener un bajo nivel de desempleo con un rápido crecimiento y una baja inflación, que hasta ahora no parecía posible. El siguiente cuadro muestra cómo la economía norteamericana ha alcanzado una tasa de desempleo que se consideraba casi inalcanzable.

El ciclo económico no ha desaparecido e incluso existe el riesgo de que la relativa volatilidad de las altas tecnologías pueda generar crisis de consumo e inversión de efectos negativos para la economía, como los acontecidos a comienzos de 2001. Sin embargo, la globalización y la posibilidad, gracias de nuevo a las telecomunicaciones, de

difundir de inmediato nuevos productos y tecnologías en todos los mercados, puede hacer más suave la parte depresiva del ciclo.

## Gráfico 4

Toda una autoridad en materia tecnológica, como Andrew S. Grove, presidente de INTEL, la empresa más determinante de los ciclos de vida y precios de los productos electrónicos, sostiene que cada nuevo ciclo económico tiende a ser más largo que el anterior. A comienzos del siglo XX un ciclo económico norteamericano duraba unos 4 años, de los cuales a 27 meses de expansión le sucedían otros 22 de recesión. Desde entonces, la parte recesiva del ciclo se ha ido acortando. Tras la última recesión de 1982-1983, la economía norteamericana se ha expandido durante más de 17 años (208 meses) y contraído sólo 8 meses.

Además de su propia vitalidad y la que transmite a los demás sectores económicos en forma de nuevas tecnologías y servicios que mejoran su productividad y consecuente prosperidad, las TIC están siendo ya la locomotora que tira directamente de la demanda del resto de la economía. Los buenos tiempos del sector producen renta que alimenta a los demás sectores; su expansión genera gastos en publicidad, edificios, servicios de limpieza, etc., etc. Sus beneficios animan la inversión. Sus altos salarios y bonus generan compras de nuevas casas y automóviles. Las industrias proveedoras de las demandas corporativas y personales del sector ven crecer su actividad y con ella la necesidad de demandar nuevos productos y servicios electrónicos, que mantienen la expansión del sector, en un ciclo virtuoso (3) de la economía, como no se había conocido. Esencialmente, porque la espiral de la demanda, ahora, en tanto que crecientemente intensiva en productos y servicios electrónicos, cuyos precios descienden continuamente, no crea la inflación o "calentura" que deprimía la economía.

## Gráfico 5

Un riesgo todavía no experimentado por completo, pero ciertamente posible, del nuevo ciclo económico, podría estar relacionado con una cierta depresión económica que llevara a los agentes económicos a prescindir, al menos por un tiempo, de la renovación o incremento de sus demandas de tecnologías de la información. Pero en la medida en que la innovación tecnológica favorece la competitividad, las empresas que retardaran dicho factor perderían posiciones en el mercado, que tendrían que recuperar acelerando de nuevo sus inversiones en nuevas tecnologías electrónicas; porque las empresas están obligadas a gastar cada vez más dinero en tecnologías para poder seguir compitiendo.

En EE.UU. el crecimiento de los gastos en informática en los últimos años supera el 25% anual, pasando del 12% de todas las inversiones en 1982 a casi el 50% en el año 2000.

## Gráfico 6

Según la teoría del ciclo económico tradicional, guiados por la expansión de la demanda, los precios suben y la productividad crece hasta que las fábricas alcanzan el límite de su capacidad. En el sector electrónico, el crecimiento de la demanda hace bajar los costes de producción y, como consecuencia, los precios, lo que a su vez refuerza la demanda; según un círculo económico virtuoso que no genera inflación, y que por tanto desde esta perspectiva no pone fin a la parte alcista del ciclo.

En un estudio de Lehman Brothers (2001) se pone de manifiesto cómo las tecnologías de la información, a diferencia del factor trabajo y los bienes de capital, viven un acentuado declinar en sus precios que contribuye a enfriar la economía.

## Gráfico 7

La mayoría de previsiones que se conocen a medio y largo plazo aventuran un crecimiento de las TIC que, situándose próximo a los dos dígitos, seguirá siendo mucho mayor, dos o tres veces al menos, que el de la economía. Las nuevas olas tecnológicas llegan cuando las anteriores aún conservan vitalidad. Si Internet es hoy la ola emergente por antonomasia, que se suma, no sustituye, a las anteriores; nuevas constelaciones de satélites de baja órbita estarán pronto en el mercado, mientras que la TV digital espera su hora para inundar, con el nuevo siglo, todos los hogares, junto con la tercera generación de teléfonos móviles.

El comportamiento del hipersector, como es natural, no es homogéneo. Así, la electrónica de consumo, desde receptores de televisión a discos compactos pasando por los ordenadores personales, sigue la pauta de la demanda nacional, que suele estar estrechamente asociada al crecimiento de la economía. En el caso de las telecomunicaciones, cuando el tráfico era esencialmente de voz, la demanda de líneas venía asociada al crecimiento de la economía y la población. Pero en la medida en que la transmisión de datos crece, y lo hace mucho, las demandas empresariales hacen crecer la inversión en redes.

Las estadísticas oficiales norteamericanas, más abiertas y predisuestas a los cambios que las europeas, además de anticiparse en la medición de la nueva economía, han rectificado el modo de calcular el Producto Nacional Bruto. Hasta el año 1999 el software era considerado como una materia prima utilizable para producir otros bienes y servicios: ahora ha pasado a ser integrado como una inversión y, como tal, forma parte del PIB. Según una estimación de Business Week (20.09.99), el software habría incrementado el PIB norteamericano entre un 0,15% y un 0,30% durante los últimos tres años. El Bureau of Economic Analysis norteamericano, según MANDEL (1999), está considerando también nuevas maneras de medir la productividad de los servicios, así como la tasa de inflación

como consecuencia de la creciente presencia y peso de las tecnologías de la información en la economía.

Aplicando los nuevos criterios de medida del crecimiento económico y de la productividad en EE.UU., Peter Coy (1999) ofrece el siguiente cuadro:

## Gráfico 8

Para Roger W. Ferguson Jr., gobernador de la Reserva Federal norteamericana, una visión empírica de la realidad que apela a una posible relación causal entre inversiones en tecnologías de la información y telecomunicaciones y la mejora de la productividad, ofrece una respuesta positiva a dicha pregunta. Aunque no es posible medir con precisión los efectos de tales inversiones en el crecimiento de la productividad, ni se puede asumir que tal proceso no tenga límites, cada vez hay más evidencias lógicas y empíricas de ello. Los beneficios de una nueva tecnología no se alcanzan automáticamente, sino sólo después que haya sido ampliamente adoptada por el sistema económico. Ya sucedió así con el motor eléctrico, instalado por primera vez en 1881, y que sólo surtió efectos positivos sobre la productividad muchos años después, cuando se generalizó su uso.

La solidez del crecimiento económico norteamericano se sustenta en una creciente inversión en nuevas tecnologías que una sociedad particularmente conductiva de ellas difunde rápidamente, impregnando los tejidos productivos de nuevas facilidades que mejoran su eficacia. Otras instituciones, como el gobierno de las corporaciones –que orientado al resultado está obligado a una continua renovación tecnológica–, la flexibilidad del mercado laboral –que fácilmente cambia nuevas tecnologías por empleo–, el capital humano –más educado para el cambio tecnológico en los niveles medios y altos de edad–, la regulación de los negocios –leyes antitrust, competencia– y los mercados de capitales –bolsa, capital riesgo–, arropan y justifican plenamente la positiva y consistente relación causal entre las tecnologías de la información y el largo ciclo de crecimiento económico norteamericano.

Alan Greenspan, el reputado y prestigioso presidente de la Reserva Federal, sigue reafirmando, después de haberlo anticipado hace un par de años, el decisivo efecto de las inversiones en tecnologías de la información en el crecimiento de la productividad y del PIB norteamericanos. La evidente aceleración del proceso schumpeteriano de “destrucción creativa”, originado por las tecnologías de la información, está haciendo crecer la economía allí donde éstas operan más intensivamente. Las tecnologías de la información, según Greenspan, expanden el conocimiento y disminuyen el riesgo de muchas decisiones económicas. Además de aumentar la producción por unidad de tiempo, reducen incertidumbres y con ello las horas requeridas para alcanzar ciertos objetivos, así como contribuyen al desarrollo de nuevos productos y servicios que aumentan la riqueza nacional.



¿Cuántas nuevas empresas que generan una grande y creciente actividad económica y empleo –caso ZARA en España– desaparecerían y con ellas una notable porción de la riqueza, si no existieran las tecnologías de la información?

## Gráfico 9

Una gran parte del PIB refleja costes de distribución y transacción que, según Greenspan, están sujetos a una reducción competitiva mediante Internet cuya capacidad de operar en este ámbito, tanto entre particulares como entre empresas, apenas si ha comenzado.

El crecimiento trimestral del PIB norteamericano, tal y como muestra el siguiente cuadro, ha discurrido parejo con el aumento de la productividad.

El círculo virtuoso de la nueva economía, sostiene Greenspan, se basa en que los incrementos de las inversiones en tecnologías de la información hacen aumentar la productividad, y con ella los beneficios de las empresas, que a su vez estimulan la inversión y el consumo. Las empresas, en estas condiciones, vacilan en aumentar sus precios, porque temen que los competidores, mediante nuevas inversiones tecnológicas, bajen los suyos y aumenten sus cuotas de mercado. Tales circunstancias determinan un muy favorable y sólido crecimiento económico unido a una baja inflación.

## Gráfico 10

En un extenso y riguroso estudio del crecimiento económico norteamericano en la última década, realizado por JORGENSON y STIROH (2000) para el Banco Federal de la Reserva de Nueva York, los autores sostienen que “cerca de dos puntos porcentuales del mismo se deben a: una rápida acumulación de capital, un aumento de las horas trabajadas y a un rápido crecimiento de la productividad. La aceleración de la productividad, motivada por las tecnologías de la información, es el hecho más remarcable del resurgir económico norteamericano”.

Después de constatar que entre 1995 y 1998 los precios de los ordenadores bajaron un 28% anual, los autores ponen de manifiesto que su contribución al crecimiento económico se multiplicó por cinco, alcanzando un 0,46% del PIB norteamericano; el software y las comunicaciones contribuyeron un 0,3% anual en el periodo citado.

En el cuadro siguiente, elaborado con datos de los mencionados autores, relativos al crecimiento de la “producción doméstica privada norteamericana” durante el periodo 1959-1999, se puede observar cómo aumenta la contribución de las TIC al crecimiento y la inversión.

## Gráfico 11

En un trabajo posterior, JORGENSON (2001) estudia la caída de precios de los semiconductores, los ordenadores, el software y las comunicaciones en EE.UU. durante el período 1948-1998 que considera relevante para explicar el resurgir económico norteamericano de la última década.

Para Jorgenson, la caída de los precios de los semiconductores (que puede observarse en el Anexo 7) es el fundamento de la reducción de costes de una amplia variedad de productos. Tras analizar las insuficiencias de la Contabilidad Nacional Norteamericana (NIPA), el autor sostiene que la inversión ha sido la más importante fuente de crecimiento en EE.UU. durante el último medio siglo.

La creciente participación de las TIC en la formación bruta de capital fijo, junto con la mejora de la productividad explican el resurgir de una nueva economía que, más rápida, mejor y más barata, captura “la velocidad del cambio tecnológico y la mejora de los semiconductores junto con su continua caída de precios”.

### **La Unión Europea versus Estados Unidos**

Aunque el fenómeno de la “nueva economía”, tal y como se acaba de glosar, ha estado hasta hace poco más bien asociado a la economía norteamericana, y hay buenas razones que más adelante se exponen, para ello, Europa occidental también se ha visto positivamente afectada por las TIC.

PAUL SCHREYER (2000), en un trabajo para la OCDE sobre la contribución de las TIC al crecimiento económico en el G7 (EE.UU., Canadá, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido e Italia), encuentra que la inversión en dichas tecnologías ha tenido un impacto importante en los siete países considerados y en especial en Estados Unidos.

Para el autor, resulta evidente la contribución de las TIC al crecimiento económico y al aumento de la productividad del trabajo; las TIC, generan beneficios que exceden su directa y remunerada contribución al crecimiento económico, tales como la aceleración del multifactor de crecimiento de la productividad. Un factor limitante del estudio del G7 es la

dificultad de utilizar datos homogéneos; y una necesidad metodológica para el futuro es la armonización internacional de precios de las TIC.

Entre las conclusiones del estudio cabe señalar que la producción de TIC, dependiendo de cada país y la específica definición del alcance de dichas tecnologías, contribuyó el año 2000 entre un 2,5 y un 4,5% al PIB en valores corrientes.

Otro reciente estudio macroeconómico de Werner Roeger (2001) acerca de la contribución de las TIC al crecimiento de las economías norteamericana y europea, es bastante esclarecedor al respecto.

Para Roeger, la evidencia empírica sugiere que mientras EE.UU. se ha beneficiado tanto de la inversión como de la producción de TIC, en Europa los efectos más significativos han provenido sólo de la inversión.

Tal y como se señala repetidamente en el capítulo 5 referido al caso español, siendo muy importante el efecto de la inversión sobre el crecimiento económico, aún puede serlo más la producción; que siendo compatible con aquella, añade directamente valor a la formación de la riqueza nacional.

Roeger, siguiendo la tradición neoclásica, considera cuatro vías por las que las TIC afectan positivamente al crecimiento económico:

- La inversión en TIC aumenta el potencial productivo.
- El progreso técnico ocurrido en la producción de la TIC conlleva mejoras de su productividad.
- Las TIC producen economías externas que pueden magnificarse por el efecto de las redes.
- La mayor demanda de TIC se extiende a otras formas de capital y trabajo.
- En el análisis empírico del citado autor para las economías europea y norteamericana, encuentra serias dificultades de comparación de datos de partida -precisamente lo que se trata de resolver en los capítulos 4 y 5 de este trabajo-; también encuentra problemas para el manejo de la evolución de los precios de las TIC para los diferentes mercados. Según sus estimaciones los precios de las TIC han declinado en Europa sólo la mitad que en EE.UU. en la última década.

Bajo todos los supuestos, verifica Roeger que la contribución de la inversión en TIC al crecimiento económico ha sido superior o muy superior en EE.UU. que en Europa, con la única excepción de Irlanda. Sus estimaciones, para la primera y segunda década de los años 90, oscilan entre el 0,4% y el 1,0% para EE.UU. y entre el 0,3% y el 0,6% para la Unión Europea.

Analizando el factor total de productividad (FTP) de la economía norteamericana para los periodos 1974-1990, 1990-1995 y 1995-1999, Roeger encuentra que los sectores informático y de semiconductores, no obstante su limitada participación en la producción nacional, han contribuido más de un 50% al crecimiento del mismo. Las comparaciones con la Unión Europea, salvando el extraordinario caso de Irlanda, sitúan a EE.UU. muy

por encima -dependiendo de diferentes supuestos del orden del doble- en cuanto a la contribución de las TIC al crecimiento de la productividad. Esta situación se ve reforzada por la mayor intensidad del esfuerzo norteamericano en I+D respecto a Europa.

El análisis de Roeger sugiere una fuerte relación causal entre las ganancias de productividad del sector TIC y la difusión de dichas mejoras de productividad en toda la economía vía inversiones en estas tecnologías; y es aquí donde, para el citado autor, reside la clave del fuerte crecimiento experimentado durante la última década por Estados Unidos.

La comparación de Europa con Estados Unidos pone en evidencia que mientras Norteamérica se ha beneficiado tanto de la inversión en TIC como de su producción, en la Unión Europea los efectos de las TIC sólo se han manifestado como inversión; de ahí el escaso impacto de las mejoras de productividad de este sector sobre el resto de la economía en el caso europeo.

La rigidez de los mercados financieros y laborales de los países de la Unión Europea, no representan para Roeger, razones de peso que justifiquen el menor crecimiento europeo de la última década respecto de EE.UU. En última instancia, resulta cada vez más evidente en términos empíricos que las TIC están alentando el crecimiento económico, y que esta resulta mayor en la medida en la que además de consumir dichas tecnologías, estas son también desarrolladas y producidas en el seno de una economía.



## CARACTERIZACIÓN

### Introducción

Una vez examinados los aspectos más novedosos y relevantes de la nueva era económica que estamos viviendo así como analizado el largo e insólito ciclo de crecimiento económico norteamericano que ha dado lugar al concepto de nueva economía, en lo que sigue se trata de caracterizarla. De este modo cabrá verificar si los aspectos principales que la definen son suficientemente singulares y característicos como para reconceptualizar la economía.

Los atributos que se asignan en este capítulo para caracterizar la nueva economía, siendo, por separado, aspectos que de una u otra manera cabe encontrar en la economía tradicional, no se presentan en ésta de una manera tan evidente, simultánea y generalizada como en aquélla.

Sumariamente los rasgos esenciales de la nueva economía, son:

- La emergencia y proliferación de los bienes intangibles (ideas, información, relaciones, ...).
- La creciente interconexión a través de las redes de telecomunicaciones e Internet de los sujetos y bienes económicos.
- La globalización –debida a las nuevas tecnologías y la liberalización de los mercados– de la economía.
- La red ha devenido la metáfora central por la que las ideas y la economía se organizan en forma de una nueva parasociedad, que Manuel Castells (1997) denomina: “Sociedad Red”. En la nueva economía el mundo lógico (soft) domina al mundo físico (hard). Las ideas, los bienes intangibles, los servicios tienden a comandar los objetos, los bienes físicos y la industria tradicional.

El Hipersector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (HTIC), esencialmente conformado por bienes intangibles corporeizados físicamente en objetos tales como: ordenadores, teléfonos móviles, etc., cuyo verdadero valor es mucho más lógico que físico (4), vertebra y orienta la nueva economía, alcanzando en EE.UU. un 15% de su PIB (5) y en España más del 7% (6).

La nueva economía, como consecuencia de la velocidad de los cambios tecnológicos y regulatorios que la han hecho posible, ha madurado como realidad, mucho antes de que los economistas hayan advertido y teorizado completa y convincentemente acerca de ella.

En lo que sigue se trata de caracterizarla mediante la descripción y análisis de sus atributos más característicos que, de acuerdo con un cierto orden lógico, son: su ubicuidad, ya que se manifiesta al mismo tiempo en todos los lugares; su intangibilidad, pues los bienes económicos cada vez son más incorpóreos; su inestabilidad, debido a que los nuevos procesos económicos son más volubles y tienden a desarrollarse emulando los comportamientos biológicos de los seres vivos; sus rendimientos crecientes, que siendo relativamente excepcionales en la economía tradicional son casi la norma en la nueva economía; la mejora de la productividad del trabajo, como consecuencia de los rendimientos crecientes de las TIC; los precios menguantes, consecuentes con la mejora de la productividad; y, los nuevos monopolios, que resultan de una economía basada en las ideas.

Los descritos atributos, que más adelante se argumentan y desarrollan, contienen efectos sinérgicos, ya que todos ellos juntos se refuerzan recíprocamente.

## **Ubicuidad**

La red está siendo ya el símbolo del siglo XXI. Llegará un día en el que no sólo los seres humanos sino incluso la mayoría de los objetos contendrán algún chip y estarán permanentemente conectados a las redes. En los países más avanzados la telefonía móvil, junto con Internet, ya están comenzando a procurar la base de una nueva y vasta sociedad red en la que casi todo, y desde luego nosotros mismos, estará interconectado.

Si en la segunda mitad del siglo XIX el ferrocarril y el teléfono redujeron el coste del transporte y aumentaron la velocidad de propagación de las nuevas ideas y tecnologías en el mundo industrializado, en el siglo XX, las telecomunicaciones y la aviación aceleraron su tasa de difusión aún más. Una de las ventajas de la nueva economía es que afecta y mejora todas las partes del sistema económico; desde la agricultura a los servicios y la industria de cualquier tipo. Ahora, con Internet, los logros del siglo y medio anterior tienden a multiplicarse como consecuencia de su ubicuidad y de la posibilidad de incorporar al comercio internacional muchos servicios que permanecían ligados a un espacio físico próximo a su producción que hoy se extiende a todo el planeta.

Las TIC, según un estudio (ver ANEXO 10) para el mercado norteamericano del Banco de la Reserva Federal de Dallas, se están difundiendo a una velocidad mayor que sus predecesoras. Los automóviles necesitaron 35 años desde su invención hasta que una cuarta parte de los hogares norteamericanos tuvieron uno; el teléfono necesitó 49 años para alcanzar igual nivel de penetración social y el aire acondicionado 59. Los precios de todos los nuevos productos declinaron con el tiempo, pero más bien lentamente. Los ordenadores, por el contrario, sólo necesitaron 18 años para alcanzar la citada penetración; los teléfonos móviles 13, e Internet 7, y sus precios han caído mucho más rápidamente que cualquiera de los precedentes.

En España, más del 60% de la población disponía de un teléfono móvil antes de que terminara el año 2000, y antes de 5 años los países de la OCDE tendrán más de uno per cápita. Para entonces, no sólo las personas, sino sobre todo los objetos (vehículos, ascensores, animales domésticos, máquinas vending, puertas, etc.) estarán dotados de chips y conectados a la red. Hoy todavía el tráfico vocal domina las redes, pero a partir del 2001 los datos –de máquinas comunicándose con máquinas– superarán con creces el tráfico original.

Si hoy el mundo está poblado por más de 200 millones de ordenadores (que Andy Grove de INTEL estima llegará a 500 millones en el año 2002), el número de chips embebidos en objetos de lo más diverso ya alcanza los 6.000 millones, es decir, un chip per cápita en el mundo. Todo tiende a estar conectado con todo, con la particularidad de que las partes menos inteligentes, como sucede con el cuerpo humano, adecuadamente conectadas para formar una red proporcionan resultados inteligentes.

La potencia de la red para hacer crecer la inteligencia y la economía es extraordinaria. Grandes proyectos de investigación pueden compartirse en la red: El “Tree of Life” (<http://phylogeny.arizona.edu/tree/phylogeny.html>) es un catálogo vivo de taxonomía mundial de todas las especies del planeta, imposible de superar por nadie.

Un nuevo sistema operativo llamado LINUX emergió a finales de los años 90 para competir con el Windows de Microsoft. Concebido por un estudiante finlandés, el sistema está abierto al uso y mejora por quien libremente se conecte a la red. ¿Quién puede disputar a LINUX su expansión y dominio en la red?

## Gráfico 12

Parece evidente que la exploración y la explotación de las posibilidades de las redes descentralizadas aportará grandes beneficios a la economía en las próximas décadas. Una de las características de las TIC, –su ubicuidad–, permite que la difusión de sus ventajas tenga un alcance simultáneo y generalizado en las regiones económicas más predisuestas para su adopción. Tal predisposición está esencialmente vinculada al tipo de actividad económica y al perfil educativo de la población. Según Stephen P. Brown (2000), director de análisis microeconómico del Banco de la Reserva Federal de Dallas, desde la Segunda Guerra Mundial no se había producido en EE.UU. un crecimiento de la productividad tan igualado entre los diferentes Estados de la Unión.

Por otra parte, la tradicional “fuga de cerebros”, de los países pobres a los más desarrollados, está experimentando una transformación hacia una nueva red de relaciones económicas más beneficiosas para ambas partes; lo que constituye un ejemplo de cómo la globalización y la descentralización que procuran las redes pueden



promover la transferencia de trabajos de alta cualificación hacia los países pobres. Es el caso de la producción de software en la India y su exportación a EE.UU.

## Gráfico 13

La forma de desarrollo de este nuevo tipo de actividad reproduce clónicamente las curvas exponenciales de la nueva economía. En la última década, las ventas y exportaciones de la industria de software de la India han pasado de los 1.000 millones de dólares alcanzados al cabo de los primeros cinco años, a multiplicarse por ocho en los cinco siguientes.

“La conectividad que propicia la red puede constituir un elemento fundamental en la integración de los países en desarrollo en la *nueva economía* y con ello en el todavía diferenciado proceso de globalización”; sostiene EMILIO ONTIVEROS (2001), al analizar el caso de La India.

Si la primera revolución económica, la agrícola, que nació en un medio ambiente propicio, el “creciente fértil” o Mesopotamia (DIAMOND, 1997), tardó varios siglos en extenderse al resto del planeta y la segunda revolución, la industrial, tardó décadas en propagarse por otros países, la tercera revolución, la de la información, ha nacido ubicua por naturaleza y por tanto puede ser asimilada, casi en tiempo real, en cualquier lugar del mundo.

## Gráfico 14

### Intangibilidad

Para GREENSPAN (2000), el último ciclo económico norteamericano, además de ser el más largo, se caracteriza porque la producción económica cada vez es más conceptual – intangible– que física.

Paul M. Romer (1994) distingue entre bienes “rivales” o competidores, como la tierra, un automóvil, etc., que sólo pueden ser utilizados o consumidos para una finalidad; y los bienes “no rivales” o no competidores que, una vez producidos, no tienen rivales para su uso, como la música grabada digitalmente o un código de software cuya utilidad no se altera cualquiera sea el número de usuarios o consumidores. En la medida en que la segunda categoría de bienes económicos florece por doquier, la globalización económica hace crecer su consumo y, con él, la renta de los productores de estos bienes, que aun siendo de naturaleza intangible y por tanto de difícil medición, tienen sin embargo un creciente y acumulativo protagonismo en casi todas las áreas de la actividad económica.

La economía de los bienes físicos es consistente con mercados eficientes, pero la de los bienes lógicos requiere mercados imperfectos. Cuando un bien físico es vendido, el vendedor deja de poseerlo; pero cuando una idea es vendida, el vendedor la sigue poseyendo y puede seguir vendiéndola todas las veces que quiera. Si no hubiera límites a la copia de los bienes lógicos, tal y como se demuestra en el apartado dedicado a los Nuevos Monopolios, no se incentivaría su creación.

La nueva economía es intensiva en conocimiento y por tanto en desarrollo y producción de bienes intangibles. Cada vez más bienes físicos; desde un automóvil, a unas zapatillas deportivas, la mayoría de los productos que consumimos tienen embebido un significativo y creciente valor intangible en forma de diseño, servicio al cliente, novedad tecnológica, etc. Desde una perspectiva ortodoxa de la teoría económica, el conocimiento es un bien económico paradójico, ya que no responde a la ley de la escasez: un bien intangible no escasea por mucho que se consuma y su rendimiento puede, y de hecho es, creciente.

Durante el último siglo, según COLVIN (2000), el nivel de producción per cápita en dólares constantes en EE.UU. se multiplicó por cinco, mientras que el peso de la producción

disminuyó un 72%. Hoy las empresas son capaces de conseguir mayor valor a partir de materiales físicos más ligeros gracias a su capacidad intelectual. El material físico cada vez desempeña un papel menos relevante en el valor de los productos manufacturados. (Cuadro 15). Si en 1984 el 80% del coste de un ordenador era hardware y el 20% software, hoy el ratio se ha revertido.

El contenido intangible –de información y conocimiento–, de muchas actividades económicas es sorprendentemente grande, incluso si éstas son consideradas más bien convencionales. La electrónica embarcada en los automóviles, citada en otro lugar de este trabajo, es buen ejemplo. También lo es el hecho de que “cerca de un tercio del coste total sanitario en EE.UU. –del orden de 350 millardos de \$–, está constituido por la captación, almacenamiento, proceso y recuperación de la información (de los pacientes, la administración y los seguros), según señalan EVANS y WURSTER (2000).

En un estudio de la OCDE sobre la Economía del Conocimiento, que comprende las industrias de alta tecnología –informática y telecomunicaciones, fundamentalmente–, y los sectores caracterizados por una fuerza de trabajo altamente cualificada, plantea unos resultados que ponen de manifiesto la gran importancia que la economía intangible. Según se desprende del Anexo 17, desde 1996 la economía del conocimiento ya representa más de la mitad, como media, de la producción empresarial en los países de la OCDE. La inversión intangible, que incluye gastos en I+D, software y educación pública, supone en el área OCDE el 8% del PIB, frente al 20% de inversión en capital físico.

## Gráfico 15

La nueva economía ha cambiado las reglas de juego de los negocios. Las empresas con mayores beneficios son aquellas que más intensa y extensamente se basan en los intangibles y el conocimiento. En el cuadro siguiente, elaborado con datos de FORTUNE, se observa una relación directa entre la intensidad del conocimiento y los beneficios de los sectores económicos. Los sectores más intensivos en intangibles destacan, sobre todos los demás, por beneficios sobre ventas y activos.

## Gráfico 16

Singularizando en la industria de los ordenadores personales la evolución del contenido físico y lógico de los productos de la nueva economía, se observa cómo el software ha pasado de significar el 31,2% del mercado norteamericano en 1991 al 51,3% en 1999. Mientras que el valor del hardware en el mercado se multiplicó por diez en el periodo considerado, el del software lo hizo por veinticinco; y todo indica que seguirá creciendo la diferencia en el futuro. (Cuadro 17)

En 1985, (según Business Week, 23.09.00), una fábrica de automóviles gastaba 60.000 \$ cada vez que chocaba un coche contra un muro para analizar las consecuencias de un accidente. Hoy una colisión puede ser simulada por ordenador por cerca de 100\$. Los simuladores tridimensionales que se utilizan ahora para las prospecciones petroleras suponen un coste por barril de 1\$ frente a los 10\$ de coste de hace menos de diez años.

Cada vez hay más objetos físicos embebidos de bienes intangibles, con lo que se produce un mestizaje que responde más a las características de una nueva economía que a la de la economía tradicional.

Stan Davis y Christopher Meyer (1998) sostienen que “nuestro tiempo está dirigido por tres fuerzas convergentes: la conectividad, la velocidad y el crecimiento de los valores intangibles”.

Cada vez más objetos, personas, empresas, instituciones, países y prácticamente cualquier cosa están conectados electrónicamente entre sí. Cada vez más aspectos de los negocios y las organizaciones operan y cambian en tiempo real. A esta ubicuidad operativa hay que añadir que la oferta y la demanda de productos intangibles crecen más rápidamente que las de los tangibles.

## Gráfico 17

Estas nuevas circunstancias conllevan a nuevas formas de competencia económica, que añaden a las de la economía tradicional –precios y calidad básicamente– otras muchas, entre las que cabe destacar:

- Los atributos intangibles de los productos.
- El tiempo de respuesta.
- La integración del producto con el servicio.
- La gestión en tiempo real.
  
- La ubicuidad espacial y temporal del saber hacer.
- La interactividad on line de la oferta.
- La personalización de los productos.
- No planear el futuro: adaptarse a él.
- Competir y colaborar al mismo tiempo.
- Convertir el producto en un estándar.
- Descentralizar el poder de la organización.
- Ser grande y pequeño al mismo tiempo.
- Cambiar jerarquías por redes.
- Situar los activos intelectuales por encima de los financieros y los físicos.
- El capital intangible es más importante que el tangible.
- Es más importante poseer los enlaces que los nodos de las redes.
- Prestar atención al mercado es el recurso más escaso de la economía de la información.
- La economía de los bienes físicos y la economía de la información son cualitativamente diferentes. La primera es relativamente compatible con mercados perfectos, desde la agricultura a los automóviles; la segunda requiere mercados imperfectos.

Quienes originan bienes intangibles no invierten en su investigación, desarrollo y producción si no están a salvo de la posibilidad de que se les copie libremente: el secreto, las patentes, los derechos de autor, son formas de proteger esta forma de propiedad. Pero estas formas de protección pueden favorecer, y de hecho así sucede y más adelante se verá, la formación de monopolios.

CAÑIBANO, G<sup>a</sup> AYUSO y SÁNCHEZ (2000) repasan la literatura sobre la contabilización empresarial de los intangibles y proponen una definición y medición de los valores intangibles de las empresas que ponen de manifiesto una floreciente rama de la economía orientada a la consideración y evaluación de activos empresariales inmateriales que configuran una ya muy importante y creciente forma de riqueza ignorada hasta hace poco por la teoría económica.

## **Inestabilidad**

Las tres grandes tendencias de la economía interconectada: la globalización, la desmaterialización de los bienes económicos y la ubicuidad de las redes parecen imparables y

determinantes de una nueva economía, que tiende a comportarse con una lógica biológica. Las empresas son como organismos que evolucionan en un ecosistema, que es la red. En él no está claro qué es lo óptimo ni si existe. Puede que al final de un proceso desarrollado mediante un gran y sostenido esfuerzo lo que encontremos carezca, entonces, del valor esperado.

En la nueva economía, los consumidores ven ampliadas sus posibilidades de elegir, y por tanto de cambiar; y los competidores de copiar el éxito. Para sobrevivir en tales circunstancias, la innovación se ha convertido en un nuevo medio de vida.

El concepto shumpeteriano de la “creación destructiva”, acelerada por las tecnologías de la información, cabe aplicarlo ahora no sólo a los productos y los servicios sino también a las organizaciones, que deben reinventarse a menudo para poder seguir habitando en la red. A la Enciclopedia Británica, cuando parecía encontrarse en una cumbre de éxito, el cambio tecnológico y la red la han situado en un modesto valle del nuevo sistema montañoso (7).

La economía interconectada facilita que el éxito se pueda alcanzar en poco tiempo y que su alcance sea mayúsculo, pero también efímero. Si el ciclo de vida de los productos tiende a acortarse, el de las empresas también. Sólo una adaptación permanente al ecosistema, que incluye saber salir bien del éxito, garantiza la vida a las empresas en la nueva economía.

Aunque se ha profetizado desde los más diversos frentes acerca del fin de la distancia, los lugares físicos convivirán con los espacios lógicos de las redes. Las redes están cuestionando la cadena de valor –es decir, los pasos de intermediación del productor al consumidor– por un acceso más directo, que en forma de espacio, es también una forma de intermediación. Al fin y al cabo todos los nodos de una red son intermediarios.

El acceso directo a través de Internet a la información y las transacciones está lleno de intermediaciones: el terminal, el operador telefónico, el proveedor de servicios, el buscador, el validador, etc. Aunque la red parece propiciar la proliferación de pequeñas unidades empresariales, y es cierto, ello no conlleva la desaparición de las grandes. Incluso puede que en la nueva economía las grandes empresas lleguen a ser más grandes que las de la era industrial. La integración empresarial de operadores de telecomunicaciones, medios de comunicación y conglomerados de entretenimiento que está comenzando a fraguarse es buen ejemplo de ello.

La economía basada en los precios comienza a trocarse en otra basada en los servicios post-venta a la medida del consumidor. En ésta, la concentración empresarial parece impararable, así como inicialmente incontrolable por los estados. Pero, después de un período de inestabilidad, augura B. Arthur (8), la nueva economía estará contrapesada “por nuevas entidades políticas globalizadas que constituirán un sistema nervioso de mando y control”. Las nuevas instituciones globalizadas no podrán ser unas nuevas ONU’s construidas de arriba abajo; tendrán que tomar forma de redes.

Pero la lógica de la red apoya la existencia de eficientes unidades económicas pequeñas y medianas:

- Los costes de transacción disminuyen gracias a la red y la información es más fluida y accesible.
- La comercialización y distribución de los productos y servicios es más fácil y menos onerosa.
- La ubicuidad de la red y del dinero electrónico permite crear espacios –verdaderos mercados– de transacción, que de otro modo no existirían.
- Frente a la visión equilibrada y armónica de la economía clásica, la nueva economía, sometida a la innovación constante, que resulta además acelerada por las redes, vive en desequilibrio. De nuevo la biología hace acto de presencia para dar sentido a una nueva situación económica que, derivada del cambio tecnológico, es cada vez más de tipo biológico.

El “continente invisible” –metáfora inventada por OHMAE (2000) para referirse a la nueva economía–, es difícil de observar desde el viejo mundo, porque está en perpetuo movimiento.

Una de las consecuencias menos deseadas de la inestabilidad de la nueva economía es la inseguridad en los puestos de trabajo, como consecuencia de la creciente obsolescencia de muchos oficios. La rapidez de la innovación y la impredecibilidad de sus resultados obligan a una considerable inversión en capital humano; porque sin la creatividad humana – fundamentada en una adecuada y alta educación -, las tecnologías de la información valen menos.

## **Personalización**

En la era preindustrial, los artesanos hacían casi todo bajo pedido, lo que resultaba lógicamente caro. Con la revolución industrial la producción en masa se impuso y los costes

bajaron, pero a cambio de una escasa, casi nula, diferenciación. El primer fabricante industrial de calzado en EE.UU. anunciaba sus zapatos como “rectos”, pues no distinguía entre el pie izquierdo y el derecho.

Hoy, una nueva economía sustentada por los ordenadores y las telecomunicaciones extiende considerablemente las relaciones económicas y diluye las fronteras que separaban a los productores de los consumidores. Clientes y empleados se confunden cuando el Business to Business (B2B) se generaliza. Los clientes y los empleados de las empresas compartirán y utilizarán la misma información. Alvin Toffler, en su libro *El Shock del Futuro* (1970) inventó un término: “prosumir”, que conjugaba la producción y el consumo en un mismo vocablo, que hoy vuelve a tomar vida, esta vez real.

El rasgo más acusado del “prosumismo” es la personalización masiva que afecta cada vez a más industrias. Las redes hacen posible, y de hecho ya está sucediendo, que el cliente pueda casi fabricar –en realidad hacer fabricar– a distancia el producto a su antojo. Los automóviles pronto entrarán en esta senda –ya lo están en parte– de la “prosunción”.

El foro “International Car Distribution Programme” (ICDP) con sede en Birmingham (Reino Unido) estudia cómo aumentar la productividad y reducir los almacenes mientras se fabrican automóviles personalizados al gusto del cliente. El objetivo sería la entrega de cada pedido en sólo tres días, de acuerdo con el proyecto “3 days car” del citado foro.

De acuerdo con esta vía de posibilidades de la economía interconectada, las empresas tienden a confundirse cada vez más con sus clientes:

- Produciendo lo que desee cada uno (personalización).
- Recordando sus deseos (la tecnología sigue la trayectoria de los gustos).
- Ofreciendo novedades que enriquezcan el ámbito de la elección (9).

En estas circunstancias, los clientes animan la vida de la red y las empresas, hasta el punto de que las mejores empresas son aquéllas que tienen mejores clientes: más exigentes y colaborativos.

Michael Dell, considerado por *Financial Times* “el Henry Ford de los ordenadores”, ha reducido las intervenciones de sus empleados en la línea de ensamblaje de un PC estándar de 130 a 60. Como resultado, más del 80% de los pedidos se fabrican, personalizan y distribuyen en ocho horas. Sólo trabaja con inventarios de siete días, y puesto que los PC’s se pagan antes de fabricarse, disfruta de un capital operativo negativo.

ZARA, un modelo de negocio de éxito a escala internacional, basa su estrategia en el acortamiento del plazo de entrega de ropa de moda interpretando, casi en tiempo real, los gustos cambiantes de los consumidores allá donde se encuentren. Para hacer ello posible, las TIC, en sus diversas aplicaciones –ordenadores, máquinas de control numérico, robots programables y redes de telecomunicaciones– juegan un papel esencial y son la clave de un proceso innovador sin fin que se renueva sin parar ajustándose, no

tendencial, sino realmente, en el tiempo a las demandas cada vez más individualizadas de los clientes.

La producción a gran escala, asociada a bajos costes y mercados estables, ve reducidas sus ventajas, merced a los efectos de las TIC que pueden facilitar una rápida mejora de los productos y los servicios e inventar otros nuevos a una velocidad adaptada a los gustos personales.

Si ya en la economía que hemos conocido hasta ahora, la confianza entre sus agentes ha venido siendo una clave esencial del éxito de su desarrollo (10), en la nueva economía la confianza en la red es aun más crucial. En la medida en que los mecanismos tecnológicos regularicen transacciones seguras por las redes, la confianza en su uso se irá extendiendo, configurando una nueva paraestructura o espacio social, que será la base de una nueva cultura, la cultura de la red, en la que la demanda personalizada de productos y servicios tiende a imponerse frente a la cultura industrial basada en una oferta uniforme e indiscriminada.

## **Rendimientos crecientes**

La microeconomía convencional está basada en los rendimientos constantes a escala. Con ellos las ganancias de productividad son muy limitadas conforme avanza la producción, ya que la productividad del trabajo se basa en su sustitución por capital y la productividad de éste es decreciente.

Los rendimientos crecientes tienen sus raíces allá por los años 20 del siglo xx, pero su aplicación a la economía es relativamente nueva. Para entonces ya se habían producido fenómenos, como el del telégrafo, que mostraban claramente formas exponenciales en su evolución.

## **Gráfico 18**

La teoría de los rendimientos constantes o crecientes del capital parece particularmente apropiada para las economías basadas en las modernas tecnologías, especialmente de la información. Brian Arthur (1994), estudiando precisamente el caso de un producto electrónico innovador, el videocasette, comenzó a establecer bases sólidas de realimentaciones positivas que generaban rendimientos crecientes. Los sistemas VHS y Beta fueron introducidos simultáneamente en el mercado, y aunque, según todos los técnicos, el sistema Beta era mejor, el VHS, ya sea por suerte o por estrategia comercial, comenzó imponiéndose en el mercado. Esta ventaja inicial, mediante la ley de los



rendimientos crecientes, se desarrolló exponencialmente hasta convertirse en definitiva, mediante el liderazgo en el mercado y su monopolización posterior.

La competencia entre la energía hidráulica y la del carbón para producir electricidad es otro buen ejemplo –en este caso contrario al anterior– de cómo pueden convivir dos tecnologías compartiendo un mercado en base a sus respectivas utilidades marginales.

Ya Alfred Marshall sostenía que los rendimientos decrecientes del capital en economía son propios de la agricultura y las minas, pues, en ambos casos, la fertilidad de la tierra o la riqueza mineral son limitadas. La fabricación puede, sin embargo, disfrutar de rendimientos crecientes por mejoras de la organización. Se podría concluir que en aquellos sectores económicos basados en recursos escasos, los rendimientos del capital tienden a decrecer mientras que en los sectores basados en el conocimiento los rendimientos tienden a ser crecientes. Ejemplos como el del videocasete son cada vez más regulares en la vida económica.

En un sector basado en el conocimiento se invierten grandes sumas en I+D –el coste inicial es fijo y muy alto– para colocar productos en el mercado, que, en el caso de tener éxito, tienen un coste de producción bajo y decreciente gracias a que la producción de más unidades mejora la experiencia y con ella la productividad. Desde la telefonía móvil, el fax y los productos electrónicos en general, este fenómeno económico se ha generalizado por completo en este sector industrial. (Cuadro 19)

La ley de los rendimientos crecientes, incluso antes de que se haya extendido conceptualmente en la enseñanza y la universidad, es de generalizada y casi absoluta aplicación en el mercado de los productos electrónicos. Las firmas, conociendo la ley de

rendimientos crecientes de su producción, confían tanto en ella –tanto como en la de la gravedad– que salen al mercado ofreciendo las primeras unidades de los nuevos productos al precio de la unidad enésima, cuyo coste de producción será mucho más barato que el de las primeras. De este modo aceleran el éxito en el mercado, y con él, el proceso de aprendizaje y mejora de la productividad, que hará posible que los costes sean decrecientes y los rendimientos crecientes, incluida la posibilidad cada vez más extendida de dominar el mercado alejándose de los competidores.

## Gráfico 19

En el caso de los productos telemáticos –ordenadores y equipos de telecomunicaciones– que requieren compatibilidad, el fenómeno de los rendimientos crecientes es común a todos ellos. Cuando un producto tiene éxito su demanda crece exponencialmente ya que el último usuario se beneficia de todos los que le antecedieron.

Los rendimientos crecientes cuestionan la competencia perfecta en los mercados. Según Brian Arthur (1994), en el mundo real, si varias empresas del mismo tamaño entran en un mercado al mismo tiempo, eventos fortuitos tales como pedidos inesperados, suerte con algunos clientes, aciertos en la dirección, etc., pueden ayudar a que una de ellas alcance importantes volúmenes de ventas antes que las demás, y que, merced a esta ventaja inicial, termine dominando el mercado.

La teoría de los rendimientos crecientes es también de aplicación, según Brian Arthur, en muchos casos de localización industrial. Si una empresa elige, por cualquier razón, una determinada localización geográfica para su implantación, una segunda firma puede localizarse al lado por razones ventajosas intrínsecas a tal hecho; una tercera puede hacerlo, por circunstancias parecidas, hasta conformar una concentración industrial. La industria española de electrónica de consumo se encuentra radicada en la comarca del Vallés en Cataluña por razones equivalentes a las esgrimidas por B. Arthur; y este hecho económico, incluso ha trascendido a Europa, pues en dicha región reside una de las más importantes concentraciones industriales electrónicas de la Unión Europea.

Los textos convencionales tienden a presentar la economía como un sistema newtoniano en el que las perturbaciones son contrarrestadas por fuerzas opuestas, y todo tiende al equilibrio. La economía de los rendimientos crecientes encuentra su soporte en los modernos sistemas físicos no lineales. Los materiales ferromagnéticos, los láseres de estado sólido y

otros sistemas físicos, que consisten en elementos que se refuerzan recíprocamente, tienen un notable parecido con el sistema económico de los rendimientos crecientes. Pequeñas perturbaciones, tiempos críticos, estados de mayor o menor energía son situaciones propias de ambos contextos.

También es posible encontrar paralelismos en la teoría evolucionista: pequeños eventos – las mutaciones de la historia– son a menudo partes importantes de las nuevas estructuras del desarrollo económico. Desde este punto de vista, economías inicialmente idénticas con sectores de rendimientos crecientes no se comportan necesariamente igual, más bien suelen diverger. Una economía de realimentación positiva requiere buena suerte y “buen tiempo”.

Para Brian Arthur (8), “la economía de los retornos crecientes no compite con la de los retornos decrecientes. Es la parte que faltaba. Como en la aerodinámica, pasada la barrera del sonido cambia la situación; así ocurre en esta nueva economía. La expansión de la economía norteamericana, aún basada también en la economía tradicional, debe su largo auge a la baja inflación provocada por una nueva economía basada en rendimientos crecientes”.

## Productividad del trabajo

La productividad es un concepto central en la economía industrial que nació con Adam Smith y alcanzó su madurez con la teoría de Frederick Taylor y la fábrica FORD. En una economía basada en el volumen y objetos idénticos, la medición de la productividad se presentaba bastante obvia. Bastaba comparar los outputs homogéneos producidos por unidad de input. El final de la historia de la productividad aparece cuando un robot puede sustituir la labor humana hasta el punto de que, como sucede en la producción de un teléfono móvil, la mano de obra incorporada al coste de fabricación –de sólo unos minutos por unidad– apenas tiene significado económico en el precio final.

Los avances logrados por la intensiva y extensiva aplicación de tecnologías electromecánicas y electrónicas ha conllevado tal mejora de la productividad que ésta se presenta asintótica en cada vez más sectores industriales. ¿Hasta cuántas horas menos de trabajo conllevará la fabricación de un automóvil? Después de las ganancias de productividad conseguidas hasta hoy, lo que queda por lograr cada vez tiene menos interés económico.

Puede que, llegados a este punto, el problema de la productividad no resida tanto en su nueva medición, sobre todo en el ámbito de los servicios, donde tan poco se ha avanzado (si es que se puede avanzar midiendo la productividad de un peluquero o un masajista), como en el hecho mismo de si la problemática medida de productividad tiene mucho sentido en la nueva economía.

Optimizar lo existente es equivalente a mejorar la productividad o, lo que es lo mismo, aumentar la producción por unidad de insumo. Pero la medida de la productividad requiere una producción y unos insumos homogéneos, típicos de la economía industrial, cada vez más difíciles de encontrar en la nueva economía.

Manuel Castells en su tratado sobre “La Era de la Información”, (1997) pone de manifiesto las crecientes dificultades de medición de la productividad en una sociedad red crecientemente dominada por estructuras productivas horizontales –la sociedad red– y un sector de servicios en expansión cuyo output es tan diverso como difícil de medir. De hecho, cada vez hay más gente empleada en trabajos como el entretenimiento, la comunicación, la información en los que es prácticamente imposible medir la productividad.

La productividad agregada de la economía se deberá y podrá seguir midiendo, así como la de aquellos sectores productores de servicios y productos relativamente homogéneos, pero no será una medida tan generalizable como lo fue en el pasado. En todo caso, dada la creciente participación e influencia en casi cualquier quehacer humano de las nuevas tecnologías, sobre todo de la información (telecomunicaciones e informática), y la cada vez más compleja relación del hombre con los nuevos instrumentos tecnológicos, la curva de aprendizaje y su impacto sobre la productividad cada vez se generalizarán más.

Los usuarios de las nuevas tecnologías sacan un partido (productividad) creciente a las mismas; o lo que es lo mismo, la productividad crece con la curva de aprendizaje, y éste es transmisible de una industria a otra. Por tanto, las innovaciones derivadas del aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías, al aumentar la productividad, primero verticalmente –en la misma organización– y luego horizontalmente en el resto del sector difunden las ventajas adquiridas de una manera extraordinaria.

Aquí reside, seguramente, una de las claves del círculo virtuoso de la nueva economía: las novedades se explotan y divulgan a mayor velocidad que en el pasado, y cuando sus mejoras de productividad comienzan a ser asintóticas, otra novedad reemplaza a la anterior. En tanto a una innovación la sustituya otra, el círculo virtuoso continuará; las novedades, directamente relacionadas con las oportunidades tecnológicas, no parecen tener fin. De

hecho, la tecnología crea necesidades más deprisa que las satisface. Bienes de lujo (la telefonía móvil) pasan poco tiempo después –gracias al abaratamiento de la tecnología– a ser bienes de consumo. Desde la electricidad a los automóviles, los electrodomésticos, los teléfonos móviles, se ha venido demostrando que la tecnología crea la demanda y con ella el progreso económico y social.

En este punto, conviene recordar que Robert Solow estimó en 1957 que la tecnología, de acuerdo con su formulación del crecimiento económico, podía ser responsable de un 80% aumento del PIB norteamericano. En la era de la economía interconectada parece razonable pensar que el efecto de la tecnología se multiplicará aún más.

Los críticos de la nueva economía utilizan las estadísticas gubernamentales para descalificar la contribución de las nuevas tecnologías a la mejora de la productividad. Los defensores de la nueva economía sostienen, sin embargo, que los ordenadores y las redes de telecomunicaciones son tecnologías altamente productivas. El problema reside, según estos últimos, en que las estadísticas gubernamentales están basadas en la contabilización de bienes tangibles, mientras que la nueva economía es productora de bienes intangibles.

La economía norteamericana está conociendo, desde 1983, la más larga era de expansión sin recesión de su historia. Las tasas de desempleo, apenas de un 4%, y los incrementos de las rentas salariales son los mejores que se recuerdan. Y todo ello acompañado de una tasa de inflación muy baja. De acuerdo con la teoría económica, un crecimiento alto y sostenido, junto con mejores condiciones de trabajo –más empleo y salarios mayores– genera necesariamente inflación, salvo que la productividad de los trabajadores crezca a un ritmo aún mayor. Aunque las estadísticas económicas no puedan recoger adecuadamente el crecimiento de la productividad de la nueva economía, sus efectos son tan obvios que están a la vista.

En el siguiente cuadro se observan diversos crecimientos de productividad, especialmente altos en el sector TIC y menores, pero positivos, en los demás sectores.

## Gráfico 20

El crecimiento real de la productividad en la década de los 80 no ha sido medido por las estadísticas oficiales. George Gilder (2000), sostiene que entre 1983 y 1990, en EE.UU., el empleo en la intermediación financiera sólo se dobló, mientras que el número de

transacciones diarias pasó de 5.700 millones a 63.800 millones. En 1999, las tres principales bolsas norteamericanas negociaron 1.630 millones de acciones diarias, casi tres mil veces más que en 1973, con muy escaso impacto en los datos oficiales de productividad.

En un ensayo publicado en 1998 citado por Gilder, titulado: “Más allá de la paradoja de la productividad”, Eric Brynjolfsson y Lorin Hill explicaban que las compras de equipos ATM (transmisión de paquetes de datos a muy alta velocidad) incrementaba la medida de los insumos de los bancos, mientras reducía su producción (cantidad de cheques procesados). Las nuevas tecnologías como ATM ahorran tiempo a los clientes, un factor ausente de las medidas de la productividad.

La atención sanitaria es otra área que desafía la medición de la productividad. La cirugía láser de cataratas es simplemente más rápida, barata y mucho mejor que los procedimientos anteriores; los análisis clínicos, igual, etc. Mientras tanto la productividad sanitaria apenas si registra aumentos.

La medida de la productividad de la industria asume que los productos cuyos precios disminuyen, tales como los electrónicos, también disminuyen su valor. Durante los últimos veinticinco años, el coste de los ordenadores ha caído aproximadamente un millón de veces, mientras que las estadísticas norteamericanas, según Gilder, muestran sólo caídas anuales que van del 6,7 al 14,9%. Se atribuye a Robert Solow una famosa frase, dicha en 1987: “Se pueden ver ordenadores por todas partes, menos en las estadísticas de productividad”.

Gordon Moore, cofundador de INTEL y autor de una predicción en 1965 que la experiencia ha terminado convirtiendo en ley –cada 18 meses se duplica la potencia de los microprocesadores y el precio se divide por dos–, interrogado en una entrevista de Newsweek (January 29, 2000), acerca de la productividad de la “nueva economía”, responde así: “...lo que los economistas llaman productividad no considera una gran cantidad de aspectos cualitativos. Nuestra industria vende hoy chips que contienen 67 millones de transistores por menos que un transistor individual antes de la era microelectrónica. Realmente, el coste ha caído 67 millones de veces, sin contar las

conexiones internas de los transistores, y ello no es revelado por los datos de productividad”. En la mayoría de los países, la productividad creció lentamente desde 1970 a 1990; el resurgimiento de la productividad en los EE.UU en la década de los 90 planteó el problema que se ha popularizado como la paradoja de la productividad.

¿Por qué tardan tanto tiempo en medirse los efectos sobre la productividad de las inversiones en tecnologías de la información? Un trabajo de Paul David, citado por *The Economist*, 23.09.00, mostraba que la productividad no se aceleró hasta 40 años después de la introducción del motor eléctrico en los años ochenta del siglo XIX. Ello fue, parcialmente, así, porque hasta 1920 la mitad del parque industrial no estaba electrificado. Paul David sugiere que una tecnología no comienza a tener efectos significativos sobre la productividad hasta que no ha alcanzado una tasa de penetración de al menos un 50%. EE.UU sólo ha alcanzado esta tasa de penetración de los ordenadores muy recientemente; es decir, los ordenadores han alcanzado ahora la penetración que logró el motor eléctrico en 1920.

El modo en que las tecnologías de la información mejoran la productividad del trabajo es triple:

- Al aumentar la inversión en capital por trabajador, mejora su eficiencia;
- Los avances técnicos en la fabricación de las tecnologías de la información contribuyen a la mejora de la productividad global;
- Los demás sectores económicos mejoran su productividad por el uso de estas tecnologías.
- Para los escépticos de la nueva economía, las citadas evidencias son cuestionadas con argumentos del tipo: Internet no es una verdadera revolución, porque simplemente sustituye cosas que antes se hacían de otra manera. Siendo sólo parcialmente cierto dicho argumento, ignora que muchos de los productos que hoy disfrutamos, desde los teléfonos móviles a los juegos infantiles; bastantes prácticas industriales, como la simulación tridimensional; los nuevos servicios financieros, de información y entretenimiento, etc., no serían posibles sin las tecnologías de la información. Tampoco el progreso científico, cada vez más basado en instrumentos informáticos e intensivos usuarios de las redes, sería posible en los términos en que lo es hoy (11); el desarrollo de las nuevas tecnologías energéticas, la nanobiotecnología, las nuevas aventuras espaciales no serían posibles sin ordenadores ni redes de telecomunicaciones ubicuas, potentes y baratas.

“En el año 2000 casi la mitad de la población laboral norteamericana trabajará en industrias productoras o usuarias intensivas de tecnologías de la información”, según el Departamento de Comercio (1999) de EE.UU. Teniendo en cuenta que el valor añadido por trabajador en la industria de tecnologías de la información creció a una tasa anual del

10,4% en la década de los noventa, de mantenerse en esta trayectoria, las esperanzas de que la productividad siga creciendo son altas.

“Gracias al comercio electrónico, las tecnologías de la información prometen resolver la paradoja de la productividad”, sostiene Catharine Lo en WIRED, July 2000. En 1999 las tecnologías de la información y la comunicación contribuyeron con un 8,2% al PIB de EE.UU. y un 19,2% a su crecimiento. Con la generalización del B2B las mejoras de productividad que se esperan superan las ya elevadas de esta última década.

Robert Gordon (2000), un reputado analista de la productividad en EE.UU., en un estudio del período 1972-1999, encuentra un fuerte crecimiento (17,8% anual, desde 1971 a 1995 y un 41,70%, desde 1995 a 1999) de la productividad en el sector informático y un crecimiento menor en los demás sectores, que en la década de los 90, no se aleja demasiado del pasado. De ahí infiere Gordon, que la influencia de las tecnologías de la información en el crecimiento de la productividad no sea muy evidente. La paradoja de Solow seguiría vigente, por tanto.

Pero la argumentación empírica de Gordon no es demostrativa de la escasa o nula influencia positiva de las tecnologías de la información en el crecimiento de la productividad; para ello tendría que analizar cuál habría sido el crecimiento de la productividad si no hubieran existido tecnologías de la información. Las comparaciones internacionales parecen ir en sentido contrario de la tesis de Gordon. En Europa la productividad ha crecido menos, quizás porque las tecnologías de la información han estado menos presentes en la vida económica.

En un artículo editorial publicado el 10 de junio de 2000 por The Economist, [la revista económica más reticente a la nueva economía en oposición a Business Week que la defiende], se anunciaba de la publicación de un nuevo trabajo de Gordon (el principal especialista en la negación de los efectos de las tecnologías de la información sobre la mejora de la productividad de los demás sectores económicos) en la que cambia de posición. Otros trabajos de: Dale Jorgenson (Harvard University) y Stephen Oliner y Daniel Sichel (Federal Reserve) contribuyen a demostrar empíricamente, para los EE.UU., la decisiva influencia de las tecnologías de la información en el crecimiento global de la productividad.

Rafael Myro y Patricio Pérez –en su análisis del crecimiento económico de la UE, MYRO (2000)–, sostienen que la mayor eficiencia observada de la investigación tecnológica europea frente a la norteamericana “podría descansar en una inadecuada medición”. Pues bien, en Europa, la medida de la productividad no refleja en la década de los noventa mejoras comparables con EE.UU. Desde mediados de esta última década el crecimiento de la productividad más bien ha declinado en las estadísticas oficiales. Teniendo en cuenta que las inversiones en tecnologías de la información en Europa en ningún caso son tan distantes de las de EE.UU. como los datos de productividad pudieran reflejar, los analistas económicos

tienden a explicar la paradoja por las rigideces del mercado laboral europeo que no facilita la sustitución de mano de obra por ordenadores. En realidad, tal y como sostienen Myro y Pérez para la eficiencia en investigación, la productividad tiene serios problemas de medición.

El respeto, casi religioso o totémico, que se tiene al modo de medición de la productividad, tanto en EE.UU. como en la UE, puede estar siendo una barrera entorpecedora del análisis económico. A la tradicional, y aceptada, incapacidad de las estadísticas oficiales de medir la productividad de los servicios, o los atributos intangibles de los productos industriales, se le une un mercado de trabajo cada vez más heterogéneo y diferente del pasado. A la creciente dificultad de medición de los outputs intangibles, que cada vez representan una porción mayor de la producción, se le une una alteración sustancial y creciente de los inputs (formas de trabajo) que debería conllevar a una revisión metodológica. El empleo a tiempo parcial, el teletrabajo, los contratos por obra y otras modalidades de trabajo complican la imputación del valor añadido de la producción.

En las estadísticas norteamericanas de productividad, sectores como el de la salud, el editorial, la publicidad y los medios de comunicación parecen estancados. Ante este inexplicable, desde una elemental lógica apreciativa, hecho estadístico cabe preguntarse: ¿Qué sucedería con la productividad de dichos sectores si carecieran de tecnologías de la información y la comunicación? La producción y calidad de las actuaciones médicas, de la publicidad, de periódicos, libros y revistas, de programas de TV, etc., es impensable que no disminuyera drásticamente.

En realidad, las estadísticas agregadas nacionales parecen tener muy serios problemas para reflejar la evolución de la productividad. Si se contrastan con sectores concretos, las divergencias no pueden ser más acusadas. Es el caso en España de los sectores financiero y electrónico. Para las estadísticas oficiales la productividad apenas si ha crecido en los últimos años, mientras que rigurosos estudios sectoriales sostienen justamente lo contrario. El Servicio de Estudio de la Caixa (1999) para el sector financiero y los profesores Rafael Myro y TOMÁS RUIZ CÉSPEDES (2001) para el sector electrónico en sus respectivos trabajos sobre la productividad, no pueden ser más contundentes al respecto.

Mientras que los datos aportados por el Servicio de Estudios de la Caixa ponen de manifiesto una sensible disminución del empleo en el sector financiero que ha coincidido en el tiempo con una gran expansión de sus servicios, RAFAEL MYRO y TOMÁS RUIZ CÉSPEDES (2001), en un ilustrativo trabajo, ponen de manifiesto la infravaloración del crecimiento de la productividad del sector TIC en España según el INE, en relación con sus propias estimaciones basadas en datos de ANIEL. Mientras que para el INE la productividad de las



manufacturas TIC es negativa o ligeramente superior a cero, según los datos de ANIEL creció a un ritmo medio anual de 6,9% durante el período 1995-1999.

Una adecuada y rigurosa medición de la productividad se hace cada vez más necesaria dada su influencia en la orientación de las políticas económicas. Altos crecimientos de la productividad posibilitan crecimientos de la economía y los salarios sin inflación, que hacen viable políticas monetarias más laxas y fiscales menos expansivas.

GRILICHES (1994), considerado un clásico en esta materia, considera que “muchos de los bienes y servicios producidos usando las más avanzadas tecnologías no son adecuadamente medidos; lo que explica el sorprendente bajo nivel del crecimiento de la productividad observado en muchas industrias y servicios intensivos en TIC”.

## **Precios menguantes**

La caída de los precios de los chips (según la famosa Ley de Moore se dividen por más de dos cada 18 meses, y su potencia se duplica) ha invadido la electrónica, y con ella la fabricación de todo tipo de productos, que gracias a la creciente inteligencia de los ordenadores y los insumos electrónicos, cada vez más baratos, siguen una tendencia de precios a la baja. Desde los electrodomésticos a los coches, pasando por todo tipo de objetos, y fundamentalmente los electrónicos, no han dejado de bajar sus precios y aumentar su calidad en las últimas décadas.

La red acelera la difusión de todo tipo de mejoras en la productividad y aún lo hará más en la medida en la que más personas, instituciones y objetos están conectados a ella. George Gilder (2000) prevé que en los próximos diez años la anchura de banda de los sistemas de comunicación se cuadruplicará cada 12 meses. En la medida en que esta Ley de Gilder se cumpla, los precios de transmisión por bit se derrumbarán. Puesto que el coste del proceso de la información también tiende a abarataarse, el coste de la información cada vez será menor.

Este comportamiento en materia de precios de la economía interconectada subvierte la lógica de las curvas de la oferta y la demanda de la teoría económica tradicional. La oferta tiene una forma ascendente en la economía tradicional porque aumenta la cantidad ofrecida si los precios suben.

En la economía interconectada, la curva de la oferta tiene pendiente descendente porque la cantidad ofrecida aumenta conforme baja el precio. Es como, si asumiendo que la escala bajara los costes de producción, el oferente optara por adelantarse al mercado anticipando una bajada de precios. A medida en que la curva de oferta va cayendo, la curva de demanda aumenta, cruzándose en un nivel de precios cada vez más bajo. (Cuadro 21)

La oferta y la demanda ya no se mueven en función de la escasez de recursos y los deseos humanos, sino en función de la tecnología. Las empresas, en un mercado caracterizado por una constante caída de precios, la única manera que tienen de sobrevivir con éxito es que la demanda aumente. La demanda, a diferencia de la oferta, no tiene límites ya que el alcance de las necesidades y deseos humanos sólo está limitado por la imaginación humana y ésta es ilimitada. Por tanto, dada la inexorable caída de precios que conlleva una economía interconectada, la única manera de sobrevivir con éxito es inventar y comercializar nuevos productos y servicios a una velocidad superior a la de su comercialización.

Si el valor de los productos y servicios aumenta con su número y su precio disminuye con el valor, entonces, las cosas más valiosas serán aquéllas que alcancen la ubicuidad y la gratuidad. Estas son las razones por las que los navegadores de Internet (MICROSOFT y NETSCAPE), los teléfonos móviles, y cada vez más cosas, se regalan (12). Decenas de miles de programas de software para múltiples usos están disponibles en la red de forma gratuita.

## Gráfico 21

Cada vez hay más vendedores de software que ofrecen su producto gratis y que sólo cobran si le gusta al usuario. En la economía interconectada cada vez se introducen más productos imperfectos en la red (versiones beta) que en la economía tradicional no tendrían sentido. Y ello no se produce, sostiene Kevin Kelly “como consecuencia de una situación desesperada por reducir costes; es la manera más inteligente de completar un producto cuando sus clientes son más listos que usted”.

Desde una óptica empresarial, la nueva economía conlleva precios menguantes, y ello por las siguientes razones:

- El coste marginal de los productos intangibles, que dominan crecientemente los mercados, además de ser muy bajo tiende tendencialmente a cero conforme las unidades producidas, -mejor dicho, reproducidas-, aumentan, impulsadas por el crecimiento exponencial de las redes.
- Los beneficios, en muchos casos, están siendo sustituidos como objetivo de la empresa, por otros como: cuota de mercado y velocidad de expansión.
- Las empresas que no son monoproduccionistas pueden flexibilizar su oferta, financiando a corto plazo una rápida introducción en el mercado de un nuevo producto o servicio, -que puede llegar a disfrutar incluso posición de monopolio- con los ingresos de otros.
- Regalar un producto, como de hecho sucede cada vez más a menudo y es un verdadero símbolo de la nueva economía, es una opción que según Shapiro y Varian (1998) tiene sentido:

- Para crear conciencia de marca o producto (las versiones básicas de Microsoft que vienen instaladas gratis en un PC facilitan la venta de productos más sofisticados, y por supuesto caros).
- Para promover ventas accesorias y/o complementarias.
- Para crear una masa crítica de consumidores o incluso de espectadores de publicidad.
- Para restar clientes a un competidor.

Los mercados financieros respaldan estas nuevas prácticas, con mayor o menor exageración, según se observa por el comportamiento de las bolsas de valores, basados en el supuesto de que “los costes de adquisición de clientes no harán sino aumentar en el futuro” (López Vives, 2000).

El capital riesgo es el agente que alimenta y da vida a estas nuevas formas de negocio; en las que el coste no es, como hasta ahora, la base fundamental del mismo, ni los beneficios a corto plazo un objetivo a perseguir. Según VentureOne, (citado por López Vives), la inversión en capital riesgo en empresas de Internet ascendió a 4,5 billones de pts. en 1999, lo que supuso un aumento del 310% con respecto al año anterior y un 68,4% de toda la financiación de capital riesgo en EE.UU.

En un futuro que no parece estar demasiado lejos, los servicios hoy considerados básicos de telecomunicaciones puede que tengan un precio más bien simbólico; pagaremos por los nuevos contenidos según los demandemos.

Otro modo de considerar la caída de los precios del sector de las TIC es comprobar cómo se comportan sus precios en el mercado. En las últimas tres décadas, el precio real de los procesos informáticos ha caído un 99,999%, lo que resulta equivalente a un 35% anual. El coste del teléfono, aunque más lentamente, también ha descendido: en 1930 una llamada telefónica de tres minutos entre Londres y Nueva York costaba más de 300\$ –en valor

actual–; la misma llamada cuesta menos de 0,20\$, lo que implica un descenso del 10% anual durante más de setenta años. Los ANEXOS 12, 13, 14 y 15 ilustran bien este fenómeno.

Los precios de las tecnologías de la información han descendido más y más rápidamente que los de cualquier tecnología previa. Según estudios históricos revelados por The Economist (23.09.00), el coste real de la máquina de vapor en 1850 era solamente un 50% menor que en 1790; los ferrocarriles redujeron el coste del transporte en EE.UU. un 40% entre 1870 y 1913, lo que es equivalente a una reducción anual del 3%; los precios de la electricidad cayeron más rápidamente, pero solo a una tasa del 6% anual desde 1890 y 1920.

Gracias a la extraordinaria caída de los precios de las TIC, su difusión está siendo más rápida y sus efectos también que en cualquier otra pretérita revolución tecnológica.

Además de las razones expuestas para justificar los precios menguantes de la “nueva economía”, la nueva élite del trabajo en red (HIMANEN, 2001) ahonda aun más dicha tendencia.

Si, según revela CASTELLS (2001), Bill Gates mantuvo que no era concebible un trabajo profesional gratis, ha puesto en crisis dicha concepción del trabajo. El sistema operativo LINUX, un trabajo no profesional para Gates, amenaza WINDOW en términos tales, que hacen insostenible, hoy, su famosa frase.

Al final del capítulo 6 se señalan los rasgos éticos dominantes de la nueva economía, y uno de ellos: no considerar el dinero como un fin en si mismo, abunda cultural y por parte estructuralmente, en la caída de precios de la Sociedad de la Información.

## **Nuevos Monopolios**

La economía de las ideas, cuya producción es intangible, al disfrutar de rendimientos crecientes que hacen bajar los precios, posibilitan alcanzar grandes cuotas de mercado en poco tiempo y por tanto posiciones cuasi monopolistas que tienden a perpetuarse hasta que una nueva tecnología cuestiona la anterior.

La formación de monopolios en la nueva economía tiene sus raíces en la lógica de la investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías intangibles.

Según sostiene Sala-i-Martin (2000), las aportaciones de ROMER (1999), LUCAS (1988), REBELO (1991) y BARRO (1991) sobre la competencia imperfecta en I+D demuestran cómo la sociedad premia a las empresas investigadoras con el disfrute de poder monopolístico.

Las teorías del crecimiento endógeno de la economía otorgan una importancia esencial a los gastos e inversiones en I+D, ya que éstos generan nuevas tecnologías que mejoran la productividad y posibilitan el crecimiento en la economía.

A diferencia de los bienes materiales, la producción de ideas requiere un elevado coste fijo inicial de I+D, que es muy superior al coste marginal de producir unidades adicionales. Como consecuencia, para que haya crecimiento económico, debe ser posible para las empresas recuperar, en el precio de sus productos, no sólo el coste marginal –que establece la teoría económica de la competencia perfecta–, sino también la amortización del coste incurrido en I+D, que suele ser mucho mayor que aquél. Para ello es fundamental que el inventor pueda asegurar la propiedad de su conocimiento intelectual, es decir, de la tecnología desarrollada. Esto conlleva a situaciones de monopolio.

La economía de las ideas no es compatible con la lógica de la libre competencia de la economía industrial. En ésta el equilibrio en el mercado se logra cuando los precios igualan los costes marginales; en aquélla, los precios, además de sufragar los costes marginales, deben incorporar los costes en I+D y ello sólo es posible en una situación de monopolio en el mercado.

Una de las consecuencias más evidentes de las propiedades de las redes es su tendencia a crear monopolios aparentes. Si al crecimiento exponencial del valor de las redes se le añaden los bienes intangibles que pueden usarse y/o comercializarse a través de ellas, la posibilidad de que se creen monopolios de hecho es tan grande que, seguramente, será uno de los atributos distintivos de la nueva economía.

Los monopolios de la nueva economía provienen de la mezcla de dos hechos económicos: la emergencia de los bienes intangibles y el valor exponencial de las redes, que tienden a acelerar la consecución del éxito en términos que pueden resultar inalcanzables para los seguidores.

Paul Romer y Bob Metcalfe son dos distinguidos estudiosos de los nuevos comportamientos de la economía que están derivando en concentraciones empresariales desconocidas hasta ahora. Paul Romer en el ámbito de los bienes intangibles y Bob Metcalfe en el de las redes.

Para Romer (1993), un bien intangible, una vez producido, no tiene competidores o rivales para su uso. Su coste de producción es, básicamente, fijo. Las empresas gastan grandes sumas de dinero en desarrollar este tipo de bienes, que luego pueden reproducir a un coste casi nulo. Aunque Romer no entra a considerar cómo las redes pueden multiplicar el éxito en el mercado de este tipo de bienes, no ignora que en cualquier caso estos productos lógicos tienden a crear monopolios. De ahí que haya trabajado –ROMER (1993)–, en modelos de incentivación de la I+D de estos bienes que eviten concentraciones de poder.

Intel, Microsoft, Sun, Cisco, Oracle son vivos ejemplos de este tipo de monopolios, que sin embargo se diferencian de los de la economía industrial porque bajan los precios y aumentan la calidad de sus productos para beneficio de los consumidores. Este tipo de monopolios, basados en productos intangibles innovadores cuyo éxito inicial resulta acentuado por la red, pueden ser deseables en el marco de una economía interconectada ya que, debido a los rendimientos crecientes, el valor exponencial de una gran unidad empresarial es superior al de varias más pequeñas.

El mayor peligro de estas nuevas instituciones es que puedan ser monoinnovadoras, no monovendedoras. Mientras la innovación tecnológica sea libre, la red, como ya está sucediendo con LINUX, fomentará la aparición y desarrollo de novedades que terminarán sustituyendo los productos ya establecidos.

Los rendimientos crecientes no son exclusivos de las TIC; Alfred Marshall ya puso de manifiesto, hace un siglo, que el gas, la electricidad y los ferrocarriles generaban rendimientos crecientes. Pero todo indica que debido a su estructura de costes, los rendimientos crecientes de las tecnologías de la información y la comunicación son muy superiores a aquellas que revelaba Marshall.

En la economía industrial, si una firma es el doble de grande que su rival, el coste unitario de sus productos puede ser del orden de un 10% menor. En la economía de la información, si una empresa, por ejemplo de software, tiene una dimensión que duplica la de su competidor, sus costes unitarios pueden ser un 50% más bajos. Ello sucede así porque los costes fijos, siendo altos, son iguales para todos los competidores, mientras que los costes variables son muy bajos o casi despreciables. En tales circunstancias es natural que la estructura del mercado sea monopolista (13).

Elevadas ventas no reducen los costes de producción, pero aumentan el valor de los productos para los demás usuarios, por lo que en tales mercados una firma tiende a

convertirse en dominante. Además, los estándares, una vez difundidos suficientemente, determinan una fuerte lealtad de los clientes por el producto, de manera que un entrante en el mercado tiene que persuadir a los consumidores para que cambien, lo que es muy costoso y de resultados inciertos.

Las redes, como con secuencia de la ley de Metcalfe que se describe en el capítulo siguiente, multiplican los efectos de la economía de la información y contribuyen a crear enormes barreras de entrada. Las externalidades de las redes de telecomunicaciones ya se mostraron como tales hace un siglo, pues determinaron los monopolios de servicios que han dominado el sector hasta hace muy poco (14); ahora se añaden a ellas contenidos intangibles que contribuyen a acentuar y ampliar sus economías externas.

Los monopolios tradicionales maximizan sus beneficios restringiendo su oferta y aumentando los precios. Los nuevos monopolios hacen exactamente lo contrario; de ahí el peligro de defender la competencia con instrumentos propios de la era industrial, que al limitar la cuota de mercado del dominante contribuyen a aumentar los precios. En la nueva economía, el mayor incentivo para producir cierto tipo de bienes es la posibilidad de disfrutar temporalmente de posición de monopolio, lo que permite situar los precios al nivel de los costes marginales, sin recuperación de los altos costes fijos.

“El cambio tecnológico asociado con la Revolución Industrial requirió el previo desarrollo de un conjunto de derechos de propiedad que posibilitaran una creciente tasa de retorno a la invención y la innovación”, sostiene [North] (1981). La economía de la información requiere mercados imperfectos para que los innovadores puedan recuperar sus inversiones; de ahí que el oligopodio resulte consustancial con la nueva economía.

Schumpeter, mediante su teoría de la destrucción creativa, planteó como el monopolio podía estimular la innovación y por tanto el crecimiento. Esta posición monopolista, que maximiza la creación de riqueza, no debe confundirse con su uso para competir en otros mercados mediante subvenciones cruzadas de precios o prácticas abusivas contra otros competidores.

Las autoridades que velan por la competencia en los mercados van a tener ahora más trabajo que nunca; pero sus instrumentos ya no podrán ser los de la economía industrial, deberán ser los de la nueva economía. Internet es, por sí misma, una buena arma de combate contra los monopolios: reduce las barreras de entrada y permite comparar precios, factores ambos que aumentan la competencia en los mercados.

Con motivo del debate, todavía no resuelto, acerca del caso Microsoft, en EE.UU. parece haber un creciente consenso acerca del hecho de que las leyes antimonopolio de la economía convencional quizás no sean útiles para resolver las formas monopolistas de la nueva economía. Tales leyes estaban concebidas para mejorar la eficiencia y la competitividad de la economía, así como para rebajar la inflación; justamente lo que contribuyen a conseguir los nuevos monopolios tecnológicos. Además, la competencia en la nueva economía no se basa en productos idénticos que compiten en precios, sino más bien en tecnologías rivales que luchan por su supremacía.

Los monopolios tecnológicos suelen basar su razón de ser en invenciones, desarrollos y aplicaciones que, después de costosos esfuerzos en tiempo y dinero, son protegidos legalmente mediante patentes. La literatura económica siempre ha atribuido al buen sistema de patentes norteamericano el liderazgo mundial de dicho país en materia de innovación tecnológica (15). La nueva economía, como es natural en ella, ha incrementado notablemente el ritmo de registro de patentes en EE.UU. En los últimos cinco años según mostraba *The Economist* (april, 8, 2000), compañías como SUN, MICROSOFT y ORACLE han registrado miles de patentes siguiendo un ritmo de crecimiento exponencial, que parece reproducir la forma de crecimiento de sus respectivos negocios.

El fenómeno de las patentes se ha disparado en los últimos años como consecuencia del creciente peso del conocimiento en la economía, así como de la posibilidad de registrarlo (Cuadro 22). Sin negar la necesidad de proteger el fruto del conocimiento, que anima la aplicación de recursos a I+D, puede que haya llegado la hora de discriminar, por su naturaleza, el alcance de dicha protección; alargando la protección de los derechos de las invenciones de hardware frente a las de software, y cuestionando el registro de métodos para hacer negocios. Si bien los inventores y creadores necesitan protección, la generalización indiscriminada de privilegios exclusivos puede entorpecer, en vez de alentar, la invención.

El premio Nobel Gary S. Becker (2000) con motivo del debate abierto en torno al caso Microsoft, sostenía que mayor competencia en el mercado no significa necesariamente más innovación. Para Becker, “la tasa de progreso tecnológico es más importante para los ordenadores e Internet que cualquier efecto monopolista sobre los precios”. Los argumentos teóricos que sostienen que la competencia anima el progreso tecnológico son más bien

débiles, según Becker, y en todo caso menos sólidos y convincentes que los de Schumpeter a favor de los monopolios.

Durante las últimas cuatro décadas, la industria informática ha experimentado una de las más prolongadas y rápidas tasas de progreso tecnológico que nunca se han conocido. Según datos aportados por el experto en productividad Robert J. Gordon (citado por Becker), la tasa de productividad mejoró anualmente un 20% entre 1961 y 1999, mientras que los precios cayeron anualmente también a la misma tasa. Antes de romper trayectorias tan brillantes, las autoridades deberían andarse con mucho cuidado, concluye Becker.

ROBERT E. LITAN y WILLIAM A. NISKAKE (1999), después de asumir que las tecnologías que definen la era digital tienden a ser monopolios porque el recurso especializado en la era digital no es el capital sino la creatividad humana, ponen en duda que las normas antimonopolio concebidas para un mundo analógico sean aplicables a la nueva economía. “Las autoridades deberían conformarse con garantizar que los mercados sean disputables y que ninguna empresa dominante discrimine a sus competidoras”.



## LA ECONOMÍA INTERCONECTADA

### Introducción

La nueva economía, y sus más singulares atributos: ubicuidad, intangibilidad, inestabilidad, personalización, rendimientos crecientes, aumentos de productividad, precios menguantes y nuevos monopolios, está dominada por las redes de telecomunicaciones; hasta el punto de que si hubiera que denominarla por su propiedad más enjundiosa, debería recibir el nombre de “economía interconectada”.

Los atributos de la nueva economía, siendo relativamente autónomos e independientes entre sí, alcanzan su verdadero valor gracias a las redes, cuyas propiedades realzan y dan sentido a aquélla. Las redes, por sí mismas, no constituyen la nueva economía, pero sin ellas los atributos de éstas no podrían expresarse de la manera que lo hacen. Cabe decir que las redes son una condición necesaria de la nueva economía y los atributos de ésta, su condición suficiente.

Utilizando una metáfora botánica, las especies más singulares de la nueva economía—sus atributos—, que permiten hablar de un nuevo ecosistema, crecen y se cultivan en el fértil territorio de las redes; sin el que las especies podrían existir pero no desarrollarse y madurar hasta constituir una nueva configuración botánica.

La nueva economía quedaría constituida por tanto por los ocho atributos “verticales” ya descritos y un noveno “horizontal” que recapitula sinérgicamente aquellos. La ubicuidad, aun no estando exclusivamente asociada a las redes, si lo está esencialmente. Las redes posibilitan la hiperdifusión instantánea, sin fronteras geográficas, de los nuevos conocimientos y bienes económicos de naturaleza intangible, lo que genera situaciones de inestabilidad casi permanente.

Las redes permiten una recombinación de insumos y una distribución de la producción que hacen posible una creciente personalización de la producción y los servicios, sin perder las ventajas de la escala, propias de la era industrial.

Aunque los rendimientos crecientes están asociados a los bienes intangibles, las redes potencian enormemente sus efectos, así como difunden las consiguientes mejoras de la

productividad que permiten sustanciales caídas de precios, favoreciendo en última instancia, la creación de monopolios.

**Gráfico 23**

Siendo por tanto la interconexión sinérgica de sus atributos singulares el fundamento de la nueva economía, es obligado detenerse a analizar la naturaleza, anatomía y propiedades de las redes que la hacen posible.

## Naturaleza de las redes

La moderna economía sería mucho más pequeña si no existieran los transportes, las telecomunicaciones y la información. Las redes de telecomunicaciones se han extendido tanto y afectan cada vez a más nodos, que han creado una suerte de nueva lógica económica que afecta a las unidades interconectadas de una manera distinta a la de las unidades desconectadas.

Formalmente, una red está integrada por nodos y enlaces. Los elementos de la red son complementarios y todos necesitan a todos. Cabe clasificar las redes por la dirección de los flujos que discurren por sus enlaces; así cabe distinguir dos tipos básicos de redes: unidireccionales y bidireccionales. La electricidad, la radio y la TV son del primer tipo; los ferrocarriles y las telecomunicaciones pertenecen a la segunda categoría. Tanto en las redes unidireccionales como en las bidireccionales el factor crucial es la relación de complementariedad de los elementos de la red. Así, la relación entre la industria auxiliar del automóvil y los fabricantes es típicamente unidireccional. Las bolsas de valores son, sin embargo, redes típicamente bidireccionales.

Bob Metcalfe, profesor de computación y estudioso del comportamiento tecnológico de las redes de telecomunicaciones, formuló en 1980 una ley, luego conocida con su nombre, según la cual “el valor de una red crece al cuadrado del número de sus miembros”. Esta simple regla proviene de una elemental aplicación aritmética: cuatro personas, suponiendo como sucede en las redes de telecomunicaciones que la comunicación es bidireccional, pueden establecer hasta 12 comunicaciones diferentes. Si se agrega un miembro más al grupo las comunicaciones posibles se elevan entonces a 20; y así sucesivamente, según la fórmula:  $C =$

$n(n-1)$ , siendo  $C$  el número de comunicaciones posibles en la red, y  $n$  el número total de nodos.

Cuando el número de miembros de una red es suficientemente alto el número total de comunicaciones se puede aproximar, simplifícadamente, a  $n \times n$ , es decir a  $n^2$ . Es evidente, por tanto, desde la lógica matemática, que un nuevo suscriptor o abonado a una red de telecomunicaciones añade mucho más valor a la red que el coste de su incorporación.

Esta lógica matemática aplicada a las redes de telecomunicaciones estaba precedida por una observación empírica que caracteriza estos servicios en relación con los demás. Así,

mientras que en todos los servicios públicos un nuevo usuario hace disminuir la utilidad marginal de los demás (en una piscina, en un autobús, usando el agua potable, la electricidad, etc. la utilidad del nuevo usuario resta utilidad a los demás), en los servicios de telecomunicaciones el nuevo suscriptor obtiene utilidad aumentando la de los demás.

Si se comparan las telecomunicaciones con cualquier tipo de transporte o suministro de gas, electricidad, agua, etc., el resultado no puede ser más concluyente. Puesto que el coste marginal de dar servicio a un nuevo cliente es muy bajo respecto al ingreso marginal que aporta su incorporación a la red, las infraestructuras suelen estar sobredimensionadas, mientras que se llega a pagar (regalando un terminal) para captar nuevos clientes. Esta política no puede aplicarse al transporte, al gas, al agua o la electricidad, ya que dichas redes no producen externalidades. La incorporación de un nuevo usuario, en el mejor de los casos, no procura ninguna utilidad añadida a los existentes.

Pero el valor de las redes de telecomunicaciones, según John Browning (16), puede que sea incluso mayor del estimado por Metcalfe. Las redes, en la vida real, proporcionan oportunidades por más de las dos vías contempladas por Metcalfe. La comunicación simultánea, la videoconferencia, por ejemplo, supone una multilateralidad que va más allá de la bidireccionalidad de partida. Si ya en los albores de las telecomunicaciones, la telegrafía comenzó a mostrar una trayectoria exponencial, las nuevas posibilidades tecnológicas de las redes no hacen sino acentuar dicha forma evolutiva.

Las redes de telecomunicaciones fueron analizadas, hasta los años 70 –cuando la desmonopolización de ATT en los EE.UU.–, bajo la asunción de estar asociadas a una sola empresa. En tal caso la cuestión principal era el análisis de las mejoras de eficiencia como consecuencia de la interrelación de los elementos complementarios de la red. Pero con la

ruptura de los monopolios de las telecomunicaciones en diversas redes, la investigación económica se focalizó hacia dos nuevas cuestiones: la interconexión y la compatibilidad.

En una red de redes propiedad de varias firmas, la interconexión, la compatibilidad, la interoperatividad y la coordinación de la calidad de los servicios es de extraordinaria importancia. Siguiendo a George Gilder (2000), quien en su obra *Telecosm* sostiene que la infinita banda ancha de las redes revolucionará nuestro mundo, las propiedades más significativas de las redes de telecomunicaciones que afectan a la economía, y que permiten hablar por tanto de una suerte de economía interconectada, son las siguientes:

- Si según la ley de Metcalfe, el valor de una red crece al cuadrado de su número de usuarios, la potencia de los terminales conectados determinará en última instancia dicho valor. El tráfico de Internet crece al menos mil veces cada cinco años, lo que conlleva a que una típica compañía de Internet está afrontando, por tanto, entre el 0,1 y el 1% de su volumen potencial de la siguiente media década.

- Según la ley de Gilder: el ancho de banda de las redes crece, al menos, tres veces más rápido que la potencia de los ordenadores (que se duplica cada 18 meses); por lo que el poder de comunicación se cuadriplica cada año.
- La eficiencia digital de las comunicaciones declina conforme su potencia aumenta; de ahí que, según este principio debido a Shanon, la eficiencia mejore con menor consumo energético.
- El espectro radioeléctrico es esencialmente infinito: el ancho de banda crece conforme menos energía eléctrica se utiliza.
- Por cada unidad de descenso en el precio de la banda ancha, la demanda crece cinco veces.
- Según la ley de Amdahl (diseñador de ordenadores), la velocidad de un sistema está determinada por su componente más lento.
- Un sistema económico esencialmente interconectado a redes, que además de brindar enormes posibilidades de innovar, producir y distribuir bienes intangibles, pero también tangibles, está en permanente renovación según las reglas de comportamiento que se acaban de describir, es un sistema de naturaleza más biológica que mecánica, abierto al cambio, inestable y, por tanto, extraordinariamente rico en oportunidades de crear riqueza.

## **Disputa y estandarización tecnológicas**

Los mercados que toman forma de redes, desde las de ferrocarriles a las eléctricas, y luego los de telecomunicaciones, se enfrentan necesariamente a disputas entre sistemas tecnológicos incompatibles que deben resolverse necesariamente a favor de uno u otro para que el mercado pueda prosperar.

Cuando a finales del siglo XIX se establecieron los ferrocarriles, muchos de los estándares que se terminaron imponiendo lo fueron por accidente. Pero como los mercados en red ponen de manifiesto, la tendencia a seguir al líder terminó arraigando sistemas que no eran necesariamente los mejores, sino simplemente los que tuvieron éxito antes. Los gobiernos, como grandes compradores, han tenido mucha influencia en este tipo de decisiones.

El caso de la corriente eléctrica, que Thomas Edison promovió tomara forma continua frente a George Westinghouse que sostenía la forma alterna, es otro buen ejemplo de las disputas entre sistemas tecnológicos en el ámbito de una economía interconectada. Ambas tecnologías no competían inicialmente, pues se adaptaban a mercados distintos: la corriente continua era más atractiva para áreas densamente pobladas, mientras que la alterna lo era para vías de comunicación y pequeñas ciudades. Posteriormente, con los

avances tecnológicos en las corrientes polifásicas alternas y los convertidores rotativos, la corriente alterna se fue imponiendo en el mercado. Los avances tecnológicos lideraron el triunfo del sistema de corriente alterna, convirtiéndolo en un estándar, a pesar que la corriente continua apareció antes en el mercado. Pero la corriente continua siguió operativa gracias al uso de convertidores-adaptadores con el sistema triunfante (17).

La experiencia habida en las redes telefónicas es también muy ilustrativa. A finales del siglo XIX, Norteamérica vivía una creciente depresión económica que junto con la caducidad de muchas patentes de los Laboratorios Bell hizo proliferar compañías telefónicas independientes que terminaron siendo mayoritarias en el mercado. De hecho, más de la mitad de las ciudades con servicio telefónico tenían más de un operador. Sin embargo, en este ambiente, dominado por una extraordinaria proliferación de agentes, el sistema Bell se terminó imponiendo a nivel nacional, gracias al servicio de larga distancia que en 1900 apenas sí vehiculaba un 3% de las llamadas. Aunque inicialmente el sistema de larga distancia sólo era usado por las compañías telefónicas locales, Bell fue abierto muy pronto a todas las demás no afiliadas que no competían localmente y además adaptaban sus estándares técnicos a los de Bell.

La lección clave aquí reside en que quien controla el interface de conexión y, por tanto, establece las condiciones de entrada, tiene todas las posibilidades de reinar en el mercado. Es lo que sucedió con AT&T y en lo que basó su largo monopolio.

La TV en color es también otra experiencia muy interesante. La TV es el producto más ubicuo de la economía interconectada: hay más en el mundo que teléfonos o incluso que cuartos de baño.

El advenimiento de la TV en color ya había sido pronosticado por los Laboratorios Bell en 1929, doce años antes de la inauguración comercial en USA de la TV en blanco y negro. El primer sistema de TV en color operativo fue desarrollado por CBS, pero apenas si tuvo éxito en el mercado al no ser compatible con los receptores de TV en blanco y negro existentes, a pesar de haber sido adoptado por la FCC (Federal Communications Commission) en 1950. RCA desarrolló por su parte un nuevo sistema que, siendo compatible, obligó a la FCC, en 1953, a revisar su decisión anterior. Sin embargo, hasta 1960, después de haber gastado enormes sumas de recursos en el nuevo sistema, RCA no tuvo éxito comercial. Fue necesario que Walt Disney's Wonderful World of Color entrase en escena y, con sus contenidos, estableciese las bases de un mercado que luego creció exponencialmente.

La experiencia de la TV en color enseña que una nueva tecnología se introduce muy lentamente en el mercado si la relación precio de consumo/valor de percepción es muy alto. Un televisor en color, inicialmente caro y sin contenidos reales –hasta que llegó Walt Disney– tenía muy poco valor para el usuario. Por otra parte, no siempre el primero en el mercado, en este caso CBS, es el que triunfa. RCA llegó más tarde y venció.

La TV en color también puso de manifiesto que si la ventaja inicial en el mercado –la FCC comenzó asumiendo el estándar CBS– no va seguida de una apuesta industrial adecuada, y por supuesto arriesgada, no es posible cosechar el éxito. Por último, escudarse en el dominio del mercado con una tecnología previa y resistirse al cambio es habitualmente una estrategia equivocada. RCA triunfó porque, siendo líder tecnológico y de mercado en TV en blanco y negro, fue quien más arriesgó en la nueva frontera tecnológica.

Las principales lecciones históricas que pueden obtenerse de las disputas tecnológicas en una economía interconectada son que:

- Existen realimentaciones positivas, propias de procesos dinámicos, que refuerzan el éxito, pero también el fracaso.
- El comportamiento de las tecnologías asociadas a sistemas de realimentación positiva sigue un patrón bastante típico: un comienzo lento, un crecimiento explosivo y la saturación.
- Los consumidores aprecian más las tecnologías más extendidas que las menos usadas, lo que resulta multiplicado por las redes. Esta es, quizás, la principal causa de los rendimientos crecientes de la economía de la información.
- La realimentación positiva se ve potenciada por las grandes redes, y apenas favorecida por las pequeñas.
- Las expectativas de los consumidores son vitales para obtener la masa crítica que alimenta el crecimiento.
- La introducción de nuevas tecnologías y productos en una economía interconectada encara problemas de compatibilidad (sistemas “abiertos” o “propietarios”) cuya resolución suele ser crucial para el éxito.

Una economía interconectada plantea la estandarización de las tecnologías interconectadas, lo que no siempre acontece. De hecho, mientras que los sistemas y equipamientos de telecomunicaciones han venido siendo compatibles y estandarizados, en informática no ha sucedido así; ni siquiera en la era Internet.

La visión de la estandarización difiere según sea el ángulo que se adopte. Así, para los consumidores, generalmente los estándares son bienvenidos; pueden disfrutar de mayores externalidades. Pero la estandarización también significa una pérdida de variedad, y por tanto de oportunidades a elegir. Además, como en el caso del teclado QWERTY (18), el estándar puede ser una mala, incluso pésima, elección.

La actual batalla entre Microsoft, Sun, Oracle y Netscape para imponer estándares en Internet es muy ilustrativa al respecto. Para los oferentes de complementos al estándar, éste es crucial; sin él, no harían negocio. Los mercados de entretenimiento de audio y video son bastante representativos al respecto. Así, el seguro éxito del estándar DVD se debe a que los proveedores de contenidos, tales como estudios de cine y software houses ofrecen complementos al nuevo disco estándar, que amenazan dejar obsoleta la cinta magnética.

Para quienes ya están establecidos, el estándar puede alimentar un ciclo de rendimientos positivos y ayudar a lanzar nuevas tecnologías que pueden llegar a canibalizar ventas desde una tecnología más vieja. Es lo que probablemente sucederá en telecomunicaciones móviles, con el UMTS: los operadores del GSM seguirán exprimiendo de manera muy positiva sus recursos anteriores.

Los operadores establecidos tienen, frente a un nuevo estándar, tres elecciones:

- Tratar de evitar la competitividad con la nueva tecnología.
- Introducir su propia nueva generación de equipamientos compatible con los anteriores.
- Aliarse con la nueva tecnología para beneficiarse de su marca comercial y presencia en el mercado.
- Los innovadores, por su parte, tienden a estar a favor de los nuevos estándares porque expanden el mercado y ofrecen nuevas oportunidades. Las tarjetas chips son un buen ejemplo de las oportunidades que puede brindar a los innovadores la introducción de una nueva tecnología. El extraordinario éxito histórico, a nivel mundial, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y el reciente, a nivel europeo, del GSM animan a pensar en un creciente desarrollo de estándares que favorecerá la Sociedad de la Información.
- La historia de la electrónica y las telecomunicaciones está llena de experiencias negativas cuando los estándares entran en guerra. El caso norteamericano en telefonía móvil es un buen y reciente ejemplo en este sentido; los resultados están a la vista frente al caso europeo. Frente a la proliferación de estándares en EE.UU., el sistema GSM se ha convertido no sólo en el estándar único de un mercado, el europeo, que ha alcanzado gracias a ello una dimensión mucho mayor que la norteamericana; se ha expandido también al resto del mundo.

En una economía interconectada la resolución de una guerra entre estándares depende de la posición de partida de todos los agentes involucrados:

- La base instalada, si es suficientemente grande, induce a los incumbentes a bloquear las nuevas tecnologías.
- Los poseedores de derechos de la propiedad y de patentes se encuentran en una posición fuerte frente a los nuevos estándares.
- La capacidad de innovar puede ser utilizada para detener un nuevo estándar, como ha venido demostrándose en el software y hardware informáticos.
- Quien primero desarrolla una tecnología en el mercado puede utilizar la curva de aprendizaje para desanimar a los siguientes.
- Las habilidades fabriles pueden utilizarse para captar una parte considerable del mercado y así dominarlo.

- El liderazgo tecnológico en ciertas especialidades se ve favorecido por diversidad de estándares que permiten extender, complementariamente, el éxito en el mercado.
- La reputación y el reconocimiento amplio en el mercado permiten la introducción con éxito de soluciones tecnológicas propietarias.
- La estrategia comercial orientada a bajos precios iniciales de penetración en el mercado, auxiliada por los rendimientos crecientes de una economía interconectada, también juega a favor de productos no estandarizados.
- En la nueva economía, los antiguos estándares se están convirtiendo en “plataformas” que sin mediación del Estado ni de las oficinas de patentes o de estandarización se imponen por doquier: VISA, WINDOWS, VHS son plataformas abiertas que ofrecen nuevas oportunidades, una vez consolidadas como obligadas referencias de hecho.

## **Compatibilidad e interconexión**

Desde 1988, diversos autores (Matutes, Regibeau, Economides, Sacop, ...) han estudiado modelos de demanda que muestran externalidades de red. Cuando la demanda híbrida es pequeña, una firma no quiere la compatibilidad; por tanto, es posible, con dos firmas integradas verticalmente, que una prefiera compatibilidad –porque tiene una pequeña demanda de productos propios comparada con la demanda de productos híbridos– mientras que la otra prefiere incompatibilidad –porque la demanda de productos propios es mayor que la de híbridos–. En casos de conflicto la incompatibilidad gana, incluso si la tecnología es bien conocida.

Si la compatibilidad no es recíproca, el incentivo de las firmas para alcanzar la compatibilidad depende de la sustitución cruzada entre ambos productos así como de los híbridos. Esta cuestión se complica si hay más de dos firmas.

La compatibilidad de decisiones es menos flexible que la integración vertical de decisiones, según demostró Economides (1996) analizando la elección de la propiedad de activos como consecuencia de una elección tecnológica. En presencia de externalidades de red, un monopolista exclusivo propietario de una tecnología puede tener incentivos a invitar a los competidores e incluso incentivarlos (19).

La realización de las externalidades requiere grandes producciones y un monopolista puede no tener credibilidad para lograr por sí mismo el volumen necesario y licenciando su tecnología a otros competidores puede lograrlo. Esta invitación a entrar tiene dos efectos: el efecto competitivo y el efecto red. Economides (1993 y 1996) demostró que si la externalidad de la red es suficientemente alta es mayor que el efecto competitivo.



Muchas redes de telecomunicaciones, de aviación y de ferrocarriles tienen algunas partes de las redes en régimen de monopolio y cuyo uso tiende a denegarse, salvo que haya incentivos para ello.

Baumol y Sidak (1994) propusieron, para el caso del acceso a las redes locales, un precio de interconexión igual al coste marginal del suministro del servicio más el coste de oportunidad en el que incurre la compañía telefónica local. Este planteamiento es correcto si:

- El precio del servicio completo es competitivo.
- El entrante produce el mismo servicio complementario (larga distancia) que el incumbente.
- No hay economías de escala en los demás servicios complementarios.

Economides y White (1995) demostraron que si la competencia entre el entrante y el incumbente reduce el poder de este último, la entrada puede aumentar el bienestar social incluso si el entrante produce a un coste mayor que el incumbente. Es lo que realmente ha sucedido en el mercado español de telefonía móvil.

En los mercados de redes, las externalidades y los eventos históricos son particularmente importantes en la velocidad de adopción de una innovación que cree servicios sobre una red. En los inicios de una red ésta puede expandirse tan rápidamente que muestre precios en aumento incluso si los costes marginales siempre disminuyen. Este análisis vale para el FAX en Japón y USA.

La posibilidad de introducir adaptadores de una tecnología con otra puede reducir el bienestar social ya que algunos consumidores comprarían el adaptador que alargaría la vida de una tecnología inferior y retrasaría la introducción de una nueva superior.

## **Economías externas de las redes**

La economía interconectada, por su propia naturaleza, determina rendimientos crecientes como consecuencia de que el valor de las redes crece mucho más que los nodos o elementos que las integran.

Esta tendencia de las redes a expandirse generando economías externas conlleva rendimientos crecientes. En la economía industrial clásica el aumento de clientes de un

negocio –salvando el efecto escala de producción que afecta por igual a las redes– tiene una consecuencia lineal sobre el mismo. Las economías industriales de escala aumentan normalmente el valor gradual linealmente, y exponencialmente hasta cierto punto, mientras que en las economías interconectadas el valor crece exponencialmente de forma continua. La diferencia entre ambas es tan grande como la que existe entre las formas de interés simple y compuesto.

Por otra parte, en la economía industrial los avances en el rendimiento tienen un origen individual, que puede en el mejor de los casos ser imitado, pero no compartido sinérgicamente con otros como sucede en la economía interconectada. Los ejemplos del Tree of Life y de LINUX, citados anteriormente, son categóricos al respecto.

Las externalidades de las redes están dando lugar a múltiples estudios e investigaciones académicas para analizar su naturaleza y consecuencias posibles.

Más adelante se señalarán las primeras líneas de investigación en esta materia.

Internet no es tanto una radiación de conexiones como una malla de constante innovación y producción colaborativa. A través de la prueba y el error, la red enseña a cada "aventurero" las leyes de la resonancia: qué esfuerzos reverberan en los demás. La red promueve ideas que rinden más de lo que cuestan, lo que garantiza su expansión. El crecimiento exponencial del correo electrónico es un buen ejemplo de la explosiva evolución de Internet. (Cuadro 24)

En las redes de telecomunicaciones el valor unitario de una unidad de la red crece con el número de unidades vendidas. Ello es lo mismo que decir que el valor unitario del bien crece con las expectativas del número de bienes que pueden ser vendidos.

## Gráfico 24

La razón clave de la aparición de las externalidades de la red es la complementariedad entre sus componentes. Las externalidades, dependiendo de la red, pueden ser directas o indirectas. Cuando los clientes se identifican con los componentes –caso de los usuarios telefónicos–, la externalidad es directa.

Una red de telecomunicaciones, típicamente bidireccional, tiene  $n(n-1)$  potenciales usuarios. Un cliente adicional  $(n+1)$  suministra externalidades directas a todos los demás usuarios de la red, añadiendo  $2n$  potenciales nuevos usos a través de la provisión de un enlace adicional.

En una red unidireccional –la de radio y televisión– la externalidad es sólo indirecta. Cuando hay  $m$  diferentes componentes A y  $n$  diferentes componentes B y todos ellos son compatibles entre sí, existen  $mn$  potenciales usuarios compuestos. Un cliente adicional cosecha externalidades indirectas de los demás usuarios, por medio del crecimiento de la demanda de componentes de los tipos A y B y por lo tanto, (debido a la presencia de economías de escala), incrementa potencialmente el número de variedades de cada componente que están disponibles en el mercado.

Las redes financieras ofrecen externalidades de dos maneras: en el acto del intercambio de activos o bienes financieros y en el conjunto de servicios relacionados verticalmente que componen la transacción financiera –incluyendo los servicios de intermediación, la comparación de ofertas, el contenido de las mismas, etc. El acto del intercambio ofrece dos servicios complementarios: la oferta y la contraoferta y crea un servicio compuesto: la transacción. Los servicios originales son complementarios y el uno no vale sin el otro. Los mercados financieros también exhiben externalidades de escala: una alta participación disminuye la varianza del precio esperado y aumenta la utilidad (de la aversión al riesgo) esperada de todos los participantes.

Las externalidades de las redes han sido estudiadas, principalmente, por ECONOMIDES y HIMMELBER (1995), así como por KATZ y CHAPIRO (1985), tanto desde un punto de vista micro como macroeconómico.

Desde una óptica macroeconómica, dichos autores han demostrado que la competencia perfecta suministra redes más pequeñas y por tanto socialmente menos óptimas. La telefonía móvil en España ha maximizado el tamaño de las redes, y por tanto su utilidad social, gracias a una competencia imperfecta bien regulada.

## **El valor de las telecomunicaciones**

Las telecomunicaciones han devenido los servicios más ubicuos de la postmoderna sociedad industrial. Su extraordinaria fertilidad tecnológica anima y fecunda la innovación de los demás rectores económicos, contribuyendo directa e indirectamente al crecimiento económico.

Para comprender el ritmo y dirección de los cambios tecnológicos que afectan al sector de las telecomunicaciones, ROSENBERG (1994) caracteriza esta industria por:

- La importancia de la dependencia del camino recorrido, ya que toda evolución tecnológica se asienta sobre todas las precedentes;
- Su naturaleza sistémica, que se ve reflejada en la larga vida de las inversiones y la necesidad de estándares de compatibilidad;
- El importante papel de la I+D, e incluso de la colaboración de la investigación básica universitaria con la aplicada de las empresas; y
- La influencia de la política gubernamental en la regulación de los mercados y el establecimiento de estándares.

Las telecomunicaciones son consideradas fuente de economías externas, abaratadoras de costes de transacción, difusoras de la información y fomentadoras de nuevas tecnologías y servicios. Las inversiones en infraestructuras de telecomunicaciones

proporcionan significativas externalidades: su presencia facilita a las unidades productivas producir mejor. La importancia de las externalidades crece conforme el contenido de información de la producción aumenta, esto es, en la medida en que los procesos de producción son más intensivos en telecomunicaciones. El impacto de la mejora en las infraestructuras de telecomunicaciones sobre la economía es similar al impacto de un incremento de la innovación.

Son numerosos los estudios que demuestran la existencia de una relación causal entre telecomunicaciones y productividad; para los EE.UU. la parte del crecimiento agregado de la productividad debido a mejoras de las telecomunicaciones fue del 25% en el intervalo 1974-1999, según [Roeger] (2001). Finanzas, transporte, comercio, construcción y refinamiento de petróleo fueron los sectores que individualmente resultaron más beneficiados por las telecomunicaciones en su mejora de productividad.

Las telecomunicaciones, más que un bien público de alcance general, son en realidad un factor de la producción, como demuestra el análisis de la intensidad con que las telecomunicaciones participan en la creación directa de riqueza, en la indirecta de otros sectores y en la generalizada mejora de la productividad de la economía toda. Cada vez es más frecuente encontrar teorías del desarrollo económico regional que consideran las telecomunicaciones como un motor del crecimiento.

Las telecomunicaciones contienen dos ventajas económicas. Una, común a las demás infraestructuras, en términos de valor añadido, productividad y empleo. La otra tiene que ver con la naturaleza mallada de las telecomunicaciones, que permite la transmisión y generalización de las ventajas así como las más diversas sinergias entre diferentes regiones y ambientes económicos.

Las teorías económicas de los costes de transacción, que tanto poder explicativo tienen en los más diversos ámbitos, encuentran en las telecomunicaciones y los nuevos modelos de crecimiento endógeno una de sus aplicaciones más convincentes. Norton, en 1992, modelizó los costes de transacción entre telecomunicaciones y crecimiento. Considera Norton "coste de transacción", desde un punto de vista macroeconómico, el gap de equilibrio entre los precios de compra y venta debido a la imperfecta información con que se toman las decisiones en el mercado. En un análisis empírico de 47 países, desde 1945 a 1977, en el que separó las variables estándar de crecimiento de variables adicionales relacionadas con las infraestructuras de telecomunicaciones, confirmó la hipótesis de que la eficiencia generada por la rebaja de los costes de transacción es más importante que la tasa de inversión en infraestructuras de telecomunicaciones, por sí misma. También se obtuvo del análisis un efecto muy positivo de las telecomunicaciones sobre la estabilidad monetaria del crecimiento.

Las ventajas derivadas de las telecomunicaciones no sólo tienen que ver con los beneficios del cambio tecnológico o la disponibilidad de nuevos servicios públicos, sino

también con su característica forma mallada, tal y como se puso de manifiesto en el apartado “Naturaleza de las redes”.

## Los costes de transacción

En 1937, un seminal artículo titulado “La naturaleza de la firma”, hoy considerado un clásico, escrito por R.H. Coase (1990), Premio Nobel de Economía de 1991, introducía el entonces revolucionario concepto de los “costes de transacción” en la teoría económica. Examinando la naturaleza de “la firma”, en tanto que organización que transforma los inputs en outputs y que resulta vital en la moderna economía, Coase comenzaba por asombrarse del escaso interés mostrado por el pensamiento económico por el análisis de una institución, la empresa, fundamental del sistema económico. Para definir los límites de su dimensión encontró que los costes de transacción eran la clave para entender su desarrollo corporativo.

George Stigler, en los años 60, formuló el llamado Teorema de Coase como: “El mundo de coste cero de transacción es tan extraño al mundo económico como para el mundo físico sería el rozamiento cero”. En dicho mundo perfecto las compañías de seguros no existirían.

Examinando la naturaleza de la empresa, Coase encontró que, en su seno, el mecanismo de los precios que opera en el mercado, en sentido amplio, no funcionaba. Su trabajo consistió en tender un puente que diera sentido económico a dos mundos interrelacionados con reglas de comportamiento distintas. Por una parte, el mercado y el mecanismo de los precios, y de otro, la figura del emprendedor que decide el comportamiento de la empresa. Partiendo del supuesto de que la incertidumbre económica es la que justifica la existencia de la empresa, la experiencia pone de manifiesto que las decisiones empresariales no están, generalmente, sometidas a la racionalidad del mecanismo de precios del mercado.

En un artículo posterior, de 1972, titulado: “La organización industrial: una propuesta de investigación”, Coase desarrollaba el concepto de “costes de transacción” al establecer que la manera en que una industria se organiza depende de la relación entre los costes de transacción con el mercado (externalización de actividades) y los costes de organizar las mismas operaciones en el interior de la empresa al menor coste posible. Es evidente que Coase estaba vaticinando lo que luego ha sucedido: la transformación del paradigma fordista, en la “sociedad red” de hoy. Y ello, necesariamente, de la mano de las telecomunicaciones.

En la medida en que los costes de transacción, merced a las crecientes facilidades y los costes decrecientes de los transportes y las telecomunicaciones, han ido disminuyendo, los grandes conglomerados industriales se han ido desintegrando hasta configurar un nuevo paisaje industrial en forma de red, en el que las transacciones se han convertido

en las nuevas protagonistas del sistema económico. Paradójicamente, Coase, el precursor de los costes de transacción, vino a recibir la máxima distinción intelectual, el Premio Nobel, en vísperas de que su teoría comenzara a tener otro sentido explicativo.

Un buen ejemplo de cómo los costes de transacción han declinado en los últimos años lo ofrece el cuadro 25.

La maquinaria empresarial “coasiana” se sustentaba en un mundo viscoso en el que las piezas sufrían un rozamiento que desviaba su comportamiento hacia un ecosistema distinto de su medio ambiente. El progreso tecnológico y la extensión y abaratamiento de las

telecomunicaciones ofrecen un ambiente cada vez más fluido, en el que los rozamientos comienzan a ser, si no teóricamente, al menos prácticamente, irrelevantes. En las nuevas circunstancias, los costes de transacción siguen siendo igual o más importantes que antes, pero, ahora, para justificar un comportamiento empresarial opuesto al del pasado.

## Gráfico 25

Las telecomunicaciones, además de convertir hogaño en real la antaño virtual aldea global, y posibilitar una verdadera aproximación al mercado perfecto de Adam Smith, han venido a resolver el desigual comportamiento de la empresa y el mercado. Hoy ambos sistemas tienden a funcionar de igual manera. El sistema de precios, por la vía de las accesibles y baratas telecomunicaciones, ha entrado en la empresa y domina su comportamiento.

Las revoluciones tecnológicas previas a la actual, –la máquina de vapor, el ferrocarril y la energía eléctrica–, incrementaron el tamaño óptimo de las empresas al reducir los costes de producción y transporte, y aumentar las economías de escala. Internet, por lo contrario, reduce las economías de escala debido las oportunidades de outsourcing, – subcontratación externa–, y la reducción de los costes fijos que se producen cada vez en más sectores económicos. La teoría de la firma de Coase, sostenida sobre la base de la imperfecta información de los mercados y la necesidad de reducir los costes de transacción, se ve cuestionada por Internet.

Si, en el pasado, la integración vertical fue la respuesta de las empresas a los problemas de información imperfecta, Internet reduce ahora los costes de transacción entre las empresas a través de aplicaciones “B2B” y mejora el acceso a la información, por lo que las empresas tienden a centrarse en lo que mejor saben hacer mientras que compran fuera todo lo demás. Ello reduce el tamaño óptimo de las empresas; Internet ofrece a las pequeñas y medianas muchas de las ventajas de las grandes.

Las tecnologías de la información aumentan y disminuyen al mismo tiempo la competencia en los mercados, lo que no es paradójico; en sectores en los que se producen externalidades económicas, –asociados a redes de telecomunicaciones–, favorecen el gigantismo para explotar economías de escala, mientras que en los demás sectores aumentan la competencia en los mercados ya que Internet ofrece igualdad de oportunidades.

## **La creciente importancia de las redes**

La economía interconectada ha creado una nueva sociedad caracterizada porque las redes de conocimiento sustituyen a los conglomerados de capital, mientras que la propiedad tiende a descentralizarse. Según Jeremy Rifkin (2000), estamos asistiendo al enfrentamiento entre dos grandes sistemas económicos: el mercado formado por compradores y vendedores, y la red basada en servidores y clientes.

Una característica distintiva de la economía interconectada es que ni su centro ni sus fronteras están claros; todas las partes de la red están igualmente equidistantes entre sí. Las empresas que tienen éxito en la red tienden a alimentarlo canalizando recursos para que nuevas empresas incorporen sus productos, servicios, servicios e ideas a la red reforzando el éxito de aquéllas. INTEL, SUN, ERICSSON y en España RETEVISIÓN invierten en start-up con dicha finalidad.

El trabajo –como sostiene Manuel Castells (20)– no lo proporcionan tanto las empresas como la red. Lo mismo sucede con el capital, cuyo origen cada vez está más descentralizado. En Alemania, según revelaba recientemente el profesor Castells, ya hay más capitalistas –accionistas en bolsa– que trabajadores sindicados. Los medios de producción de la nueva economía cada vez pertenecen a más gente.

La captación de recursos para invertir en las empresas y el acceso al crédito se descentralizará, como de hecho ya está sucediendo con el capital riesgo y los microcréditos al tercer mundo. La red alimenta el enjambre capitalista hasta conformar un mundo más inestable, indeterminado e incierto, atributos definitorios de la propia red que, por naturaleza, excluye la rigidez, las estructuras cerradas y los valores establecidos.

Asumir la lógica de la red y aceptar sus reglas forma parte de una nueva cultura económica global: la de la nueva economía. En la economía interconectada, la red se impone a las empresas, tanto en el ámbito laboral como en el del consumo. Adquiere un protagonismo propio, que explica aparentes paradojas de la economía tradicional. Un buen ejemplo de las consecuencias de una economía en red lo proporciona el sector automovilístico. Además de las decisivas ventajas de la aplicación de las tecnologías de la información a la fabricación de automóviles –un sector altamente intensivo en su uso–,

la economía interconectada promete nuevas rebajas de precios como consecuencia de la mejora de los costes de transacción en la gestión de pedidos y ventas de las unidades fabricadas y todas sus piezas.

Según la revista FORTUNE (17.04.2000), con datos de los fabricantes de automóviles, el precio medio de un automóvil, cuando el B2B sea una realidad, pasará de los 26.000 de hoy a 22.357\$. (Cuadro 26)

La influencia de la economía interconectada sobrepasa la propia red. Las nuevas tecnologías electrónicas y los nuevos materiales son absorbidos por la red, que los desplaza hacia otros sectores económicos impregnándolos de nuevas y mejores maneras de aumentar su productividad.

La electrónica en forma de chips se encuentra cada vez más embebida en todo tipo de objetos de la vida cotidiana. Un coche tiene hoy más capacidad informática que un PC y la electrónica que embarca vale más que el acero empleado en su fabricación. Todavía estamos lejos de conocer cómo será el coche del futuro, gracias a las nuevas tecnologías difundidas por la red.

## Gráfico 26

Cada vez más objetos inanimados tomarán vida conectados a las redes de información sometidos a sus reglas; puesto que las redes tienden a expandirse, algún día todos los objetos y transacciones se comportarán según su lógica. Al igual que la producción industrial sustituyó la artesanal –no la eliminó–, la economía interconectada suplantará la economía industrial, de manera que lo excepcional será estar desconectado.

En la economía interconectada, el éxito inicial en el mercado permite avanzar por la curva de aprendizaje convirtiendo una pequeña ventaja de partida en una barrera insuperable para los competidores. Brian Arthur (1994) describió cómo la tecnología VHS se impuso a la BETAMAX, no tanto porque fuese mejor, sino porque “se situó por delante –ya fuera por estrategia o por suerte– y los rendimientos crecientes aumentaron la ventaja inicial hasta alcanzar una situación de dominio del mercado”. Ser el primero ayuda, pero no es una garantía de éxito en el mercado. Lo que sí es seguro es la amplificación de las ventajas iniciales por la red. La mayoría de los éxitos derivados de una economía interconectada no se producen de improviso ni pueden evitar una cierta travesía del desierto. Antes de tomar forma parabólica, las trayectorias iniciales del fax, Microsoft, la telefonía móvil e Internet permanecieron mucho tiempo asintóticas a los bajos rendimientos.



Las curvas de trayectoria de los más significativos ejemplos de éxito en la economía interconectada toman forma biológica. De ahí que la nueva teoría económica evolutiva, que propugnan Hodgson, Nelson, Saviotti, etc., tenga buenas razones para seguir adelante.

Tres ejemplos de empresas de la nueva economía interconectada: CISCO, ZARA y NAPSTER, pueden servir para glosar un nuevo modo empresarial de hacer las cosas, que tenderá a generalizarse en el futuro. Si FORD simbolizó la era industrial, estas empresas ya están simbolizando la era de la información y el conocimiento. Son tan representativas de los nuevos tiempos, que ninguna de las tres existiría sin las redes. CISCO, destacado líder mundial en su ámbito de actuación, –equipamientos electrónicos (“routers”) para la integración a gran escala de los ordenadores y las telecomunicaciones–, es una empresa industrial propia de una economía interconectada; en realidad es una red de empresas, que desarrolla nuevas tecnologías, las fabrica y las distribuye por todo el mundo, mediante un sistema integrado de gestión en tiempo real basado en aplicaciones informáticas y telecomunicaciones. Sin tales factores la empresa, simplemente, no existiría; tal es la importancia que cobran las tecnologías de la información en su concepción y desarrollo corporativo. ZARA operando en un ámbito más convencional, el de la fabricación y distribución de ropa de moda, se ha consolidado como un fenómeno a escala mundial, debido a su modelo de gestión, que utiliza intensiva y extensivamente las tecnologías de la información y las redes para lograr la más rápida respuesta posible a las volubles demandas del mercado; su éxito radica en la optimización del acortamiento del ciclo: captación del gusto, desarrollo del producto-respuesta, fabricación y distribución, casi sin almacenes intermedios. Como en el caso anterior, sin las TIC, ZARA no existiría en su dimensión y perspectivas actuales.

NAPSTER (21), es uno de los últimos fenómenos de la nueva economía empresarial. Nació proporcionando servicios gratuitos, –música vía Internet–, a sus usuarios; a los que después convirtió en suscriptores. Por una tarifa mensual de 1.000 pts se puede acceder, sin límite, a un enorme catálogo de grabaciones musicales. Mientras que en los mercados tradicionales se intercambian mercancías físicas, en la red se accede a experiencias durante un tiempo convenido. Después de esta experiencia, la industria cinematográfica seguirá probablemente un camino similar.

Los tres ejemplos considerados no son sino puntas de un enorme iceberg, –la nueva economía interconectada–, que, siendo ya muy grande, seguirá creciendo y ocupando una porción cada vez mayor, y puede que en un próximo futuro dominante, del “océano económico”.

## **Efectos económicos de Internet**

Internet es posiblemente el agente más poderoso que ha existido para propagar y acelerar la creatividad tecnológica y con ella el progreso económico. Las tecnologías de

la información y en particular Internet, amplifican el poder del cerebro económico, de la misma manera que las tecnologías de la revolución industrial amplificaron el poder muscular de la economía, según Brad DeLong (2000).

El ferrocarril, el telégrafo y la electricidad generaron cambios, incluso más importantes que Internet; ya que las invenciones que tienen más impactos sociales no son necesariamente las que generan más beneficios económicos. En términos científicos, Internet puede no tener el enorme significado de la imprenta, el telégrafo o la electricidad, pero en términos económicos puede superarlos. En el cuadro siguiente puede observarse que la caída de los precios de los ordenadores (22) ha superado entre tres y seis veces la de las pretéritas tecnologías.

El coste de las telecomunicaciones ha descendido más rápidamente que el de cualquier tecnología previa, y su difusión y uso se ha extendido más en menos tiempo. Sus impactos sobre la organización de los procesos de producción, haciéndolos mucho más eficientes, están siendo mucho más repentinos que los del motor de combustión interna, el ferrocarril e incluso la electricidad.

Los impactos de las TIC sobre la mejora de la productividad de la economía, en todos los mercados y sectores económicos simultáneamente, sobre los productos existentes y creando nuevos productos, no tienen parangón histórico. En EE.UU. llevan toda una década disfrutando ampliamente tales consecuencias.

## Gráfico 27

Paul Saffo, director del Instituto para el Futuro de California, cree que la revolución de Internet apenas ha comenzado, tanto en términos de innovación como de adopción de nuevas tecnologías. Los gastos corporativos en I+D han estado aumentando fuertemente los últimos años, lo que sugiere que la innovación está bien alimentada. Todavía solo el 6% de la población mundial está conectada a las redes, y en los países industriales, con un 35%, la

saturación está lejana. Si el mundo se encuentra a la mitad de la curva de penetración de los ordenadores, en Internet todavía se está despegando.

“El impacto económico de Internet se puede describir como un “shock” de oferta positivo que permite a las empresas bajar sus costes de producción”, según el IESE (2000). Las tecnologías de la información reducen el coste de un importante –y cada vez más–, factor productivo, la información.

La mejor manera de analizar el impacto de Internet sobre la economía es comprobar como ha caído el coste de un insumo: la información. La nueva manera de afrontar los negocios, el B2B, (business to business) que procura Internet, reduce sensiblemente los

costes de las compras: facilitando la búsqueda de los proveedores más competitivos y reduciendo los costes de transacción mediante aplicaciones on line. Esta práctica se ha convertido en una ventaja competitiva decisiva para el liderazgo mundial de CISCO.

## Gráfico 28

Los costes de distribución también se ven extraordinariamente reducidos, e incluso casi anulados, por Internet. Los servicios financieros, el software, la música, etc. son manifiestos ejemplos de ello. Además, los costes de los inventarios y de almacenamiento no solamente se reducen sino que los riesgos de obsolescencia también disminuyen.

Los fabricantes de automóviles: General Motor, Daimler-Chrysler, Ford y Renault-Nissan prevén ahorrar hasta el 14% del coste de producción de cada coche mediante la interconexión electrónica de 60.000 proveedores y un volumen de transacciones de 250.000 millones de \$, según revelaba The Economist, 23.09.00.

Estos ejemplos de los efectos económicos de Internet ponen de manifiesto que, más allá de los considerables y crecientes impactos directos de la nueva economía en la formación de la riqueza de las naciones industrializadas, lo verdaderamente importante es la manera en que las tecnologías de la información mejoran la eficiencia de todas las partes de la economía, especialmente la vieja.

Internet, es evidente, reduce el precio de la información y puesto que es un insumo cada vez más importante en el sistema económico, ello conlleva efectos positivos. Partiendo de una economía en equilibrio en el punto  $[P1, Q1]$  en el que las curvas de oferta y demanda se cortan, si se añade el potencial productivo de Internet (y se supone, por ahora, que la

demanda no varía) el precio de equilibrio se reduce y la cantidad ofertada aumenta, en un nuevo punto de equilibrio  $[P2, Q2]$ .

## Gráfico 29

Internet hace más fácil a compradores y vendedores comparar los precios, reduciendo costes de transacción y las barreras de entrada en el mercado. Si según Ronald Coase la principal razón de la existencia de las empresas es la minimización de los costes de transacción, Internet, al reducir dichos costes, favorece la disminución de la dimensión óptima de las empresas. Internet reduce los costes, aumenta la competencia y mejora el funcionamiento del mecanismo de precios, promoviendo, por tanto, el traslado de la economía real al modelo teórico de la libre competencia de los libros de texto, en los que los costes de transacción y las barreras de entrada no existen.

Una de las consecuencias del uso de Internet es la posibilidad de disfrutar de rendimientos de escala que llevan a situaciones de monopolio, debidas a la conjunción de los bajos y decrecientes costes marginales de los bienes intangibles –software– y los efectos de red –permite llegar a muchos clientes o usuarios simultáneamente– que amplifican el mercado.

Con la emergencia del nuevo modo de interrelación de las empresas, el B2B, es posible reducir los costes por tres vías:

- Reducción de los costes de búsqueda.
- Mejora de la cadena de aprovisionamiento.
- Reducción de inventarios.

Un reciente informe de Martin Brookes y Saki Wahhaj para Goldman Sachs aventura que las cinco primeras economías del mundo podrían reducir sus precios, gracias al B2B, en casi un 4%.

Además del evidente desplazamiento hacia la derecha de la curva de la oferta agregada, la demanda también tiende a desplazarse en la misma dirección como consecuencia del llamado “efecto riqueza” que disfrutaron los inversores en las bolsas de valores durante los ciclos alcistas, como la última década del siglo XX.

Si los costes se reducen, las empresas tienden a producir más, para un precio dado; de este modo el nivel de equilibrio, a largo plazo, de la producción crecerá de Q1 a Q3 mientras que los precios tenderán a bajar aún más debido a un desplazamiento de la curva de la oferta, que responde con caídas de precios a los aumentos de demanda.

Pero incluso si, como sucede en 2001, la demanda agregada, como consecuencia de la crisis de la bolsa de valores no aumenta la oferta mantiene el comportamiento descrito anteriormente, aunque para una cantidad menos de Q3.



El citado informe de Goldman Sachs sobre el B2B sostiene que este nuevo modo de comercio procurará un incremento de la producción del 5% en los próximos 10 años, lo que conllevará a un crecimiento –por este solo motivo– del 0,25% anual del PIB en los primeros cinco países del mundo.

Este crecimiento del PIB debido a Internet es, si se produce, equivalente al que se estimó para los ferrocarriles. Estudios norteamericanos han puesto de relieve que el ferrocarril incrementó un 10% el PIB de los EE.UU. en un período de dos décadas. Las

telecomunicaciones y la informática vienen a significar cerca del 12% del stock de capital de los EE.UU.; lo que no está demasiado lejos de las cifras contabilizadas en el siglo XIX para los ferrocarriles.

Internet ofrece algunas ventajas adicionales sobre las revoluciones tecnológicas pretéritas:

- Además de afectar a la producción y distribución de bienes, afecta también a los servicios.
- Sus precios se reducen más drásticamente que los de cualquier otra tecnología previa; lo que anima su creciente uso.
- Aunque los efectos de las nuevas tecnologías sobre la productividad se presentan con retraso –puede que el aumento de productividad de los EE.UU. de ahora provenga de las inversiones en tecnologías de la información de los años 50-60– pues requieren cambios organizativos y tiempo para su asimilación, la velocidad de penetración de Internet podría producir resultados antes.

“Internet, es el hecho más deflacionista de nuestra vida; ha potenciado los consumidores con información perfecta”, afirma SLIFER (2000), quien añade que según Lehman Brothers, los precios de Internet son entre un 15% a un 20% más baratos que en las tiendas.

Puesto que la tecnología Internet está siendo adoptada 10 veces más rápida que la electricidad; 5 veces más que la televisión y 5 veces más que los ordenadores personales, ver ANEXOS 9 y 10, sus evidentes influencias positivas en el devenir económico están propagándose más extensa e intensamente que las de las pretéritas revoluciones tecnológicas.

Aunque a primera vista pudiera parecer que Internet sólo afecta a la oferta agregada de producción, en realidad puede animar también a la demanda. Si los precios de las acciones de las empresas suben y también lo hacen los salarios por el aumento de la productividad, la producción y los beneficios de las empresas, la demanda debería aumentar y por tanto el riesgo potencial de mayores precios y por tanto de inflación.

Si bien a corto plazo los precios de las acciones tienden a subir ante las expectativas de beneficios crecientes, éstos animan a nuevos entrantes en el mercado, que terminan reduciendo los márgenes. Gran Bretaña también sufrió una especie de ferrocarrilmanía allá por los años 40 del siglo XIX, que hizo subir el precio de las acciones de las empresas de ferrocarriles. Luego muchas líneas no fueron capaces de alcanzar las expectativas de la bolsa.

Pero incluso sucediéndole a Internet lo mismo, ello no significa que no seguirá prestando, como los ferrocarriles, su función en el sistema económico. Puede que ahora, como

entonces, los inversores en bolsa pierdan, pero los consumidores y los trabajadores ganarán precios menores y salarios más altos.

Internet traslada el poder del centro a la periferia: de los productores a los consumidores. La tasa global de beneficios puede que no varíe mucho, pero será redistribuida. EE.UU., como consecuencia de haber comenzado mucho antes que Japón y Europa a invertir en informática, telecomunicaciones e Internet, está comenzando a disfrutar también antes sus ventajas.

## INTRODUCCIÓN

Las redes de telecomunicaciones han acercado las tecnologías a nuestras vidas. El espacio económico y social ha sido invadido por las nuevas tecnologías y el comportamiento humano comienza a adaptarse a un mundo esencialmente cambiante. De ahí que el éxito siga un modelo biológico, el fracaso también. La Enciclopedia Británica, una institución empresarial de éxito en la economía industrial, ha fracasado cuando el CD-ROM ha dado la vuelta por completo a un negocio basado en la imprenta, que ahora tiene que aprender a sobrevivir de otra manera.

La nueva cultura tecnológica facilita que tanto los éxitos como los fracasos tiendan a ser efímeros. Los ciclos de vida de los productos tienden a acortarse en una sociedad red abierta al cambio tecnológico, que ha pasado a formar parte de nuestras vidas. Las nuevas tecnologías se difunden merced a la evangelización de sus propios usuarios. El fax y la telefonía móvil son dos ejemplos singulares –que ya están siendo seguidos por la videoconferencia– del modo en que, en una economía interconectada, se difunde una novedad tecnológica.

Paradójicamente, las primeras máquinas de fax y los primeros teléfonos móviles costaban mucho más que ahora y, sin embargo, aportaban menos valor al estar conectados a un número reducido de usuarios. El éxito de una tecnología en la economía interconectada hace bajar su precio y sin embargo aumenta su valor. Ello es contradictorio con la economía tradicional, en la que la abundancia reduce el valor.

Conforme aumentan los automovilistas, el valor del uso del coche disminuye –atascos, congestión de tráfico–; mientras que cuando aumentan los usuarios telefónicos el valor de uso del teléfono aumenta exponencialmente, según la ley de Metcalfe. Un programa de ordenador, la música, o cualquier “bien no rival” vendido a través de Internet disminuye su precio al tiempo que su valor de uso aumenta al ser compartido por más usuarios.

La economía interconectada es riquísima en oportunidades. Un producto, una idea, un servicio, aumentan su valor conforme a más redes puedan conectarse. “La red es una fábrica de posibilidades” sostiene KELLY (1998) porque “la economía interconectada se rige por la abundancia. Expande ampliamente el número de cosas, incrementa el número de los

intangibles con facilidad, multiplica el número de conexiones exponencialmente, y crea nuevas oportunidades repetidamente”.

A nivel microeconómico, parece evidente, como señala GREENSPAN (2000), que las tecnologías de la información y la expansión de la información y el conocimiento que conllevan reducen la incertidumbre de la empresa. Además, muchos procesos intermedios de distribución son obviados o eliminados; y todo ello es irreversible, como también son irreversibles y permanentes las ganancias de productividad generadas por el conocimiento.

Las tecnologías de la información impregnan todo el sistema económico; cualquier empresa, en cualquier sector de la actividad económica, se beneficia de sus aplicaciones. Mientras que las ganancias de productividad derivadas de la Revolución Industrial se concentraban en la industria y la distribución, las de las tecnologías de la información también afectan a los servicios; desde la salud, a las finanzas, la educación e incluso la administración pública. Esta posibilidad, ya experimentada, no es una cuestión menor: los servicios representan la mayor parte de las economías industriales.

### Gráfico 31

Los mercados, merced a las tecnologías de la información, son ahora más eficientes; hasta el punto de que se haya propuesto la denominación economía desnuda, en vez de nueva economía, para señalar su mayor transparencia. La economía se aproxima, cada vez más, a la de los libros de texto; la competencia cada vez es más perfecta, ya que la información en los mercados es más abundante y compartida, la globalización procura muchos agentes –compradores y vendedores–, las barreras de entrada son casi inexistentes y los costes de transacción se aproximan a cero. Todo ello es compatible con la proliferación de nuevos monopolios, según se trata en otra sección.

Las TIC son verdaderamente globales; la globalización e Internet se refuerzan mutuamente. La reducción de los costes de las telecomunicaciones está globalizando todos los mercados, incluido el del trabajo software. Las innovaciones, tan pronto se generan, se trasladan a todos los rincones del planeta. Dada la creciente velocidad y bajo coste del tratamiento de la información, la innovación se ve favorecida y por tanto incrementada. El tiempo de diseño, pruebas y producción se ha reducido tanto, que la innovación permanente se ha convertido en un negocio; véase el caso de ZARA en España.

Los datos (1) provenientes del largo ciclo expansivo de los EE.UU. ponen de manifiesto una gran divergencia entre las tasas de crecimiento del sector de las TIC y el resto. Las industrias de este sector han experimentado un rápido crecimiento y un descenso de sus precios, permitiendo un alto ritmo de crecimiento sin inflación y suponiendo una parte cada vez más importante de la producción y el empleo. El aumento de la productividad y los beneficios de estas nuevas industrias atrae capital y mano de obra; y en la medida en



que el peso sea cada vez más significativo, los incrementos de productividad se extenderán al resto de la economía.

El hipersector electrónico, informático y de telecomunicaciones, motor de la nueva economía, contiene tres atributos estructurales, es decir, esencialmente invariables, que siendo ya determinantes directos de los beneficios que ésta aporta, lejos de debilitarse, todo parece indicar que seguirán aumentando su influencia en el futuro:

- La caída de los precios de los productos y servicios electrónicos, por su alcance, consistencia y vigencia futura, seguirán beneficiando la economía, no se sabe hasta cuándo; pero sí durante mucho tiempo más, según todas las previsiones tecnológicas.
- La mejora de la productividad de los sectores económicos usuarios de las tecnologías electrónicas también es una tendencia de largo alcance. Aunque todavía se discute acerca del posible aumento de la productividad derivado del uso de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones, así como del eventual alcance de la misma, no debería haber dudas acerca de la pérdida de productividad de cualquier unidad económica en la medida en que dejase de utilizar la tecnología electrónica. ¿Existe un solo sector económico que no disminuiría su producción per cápita en ausencia de estas tecnologías? Puesto que la productividad es conceptualmente un concepto reversible, si es segura su caída por el abandono de las tecnologías electrónicas, parece razonable suponer que su asunción la debe necesariamente mejorar. ¿Existe hoy un solo oficio – peluquero, fontanero, médico, mecánico, ...–, una sola empresa industrial – automóviles, química, ...–; una sola empresa de servicios –sanidad, turismo, ...–; que no hayan visto mejorada su producción per cápita por el uso más o menos extensivo de tecnologías electrónicas?
- Por último, la tasa de crecimiento de la producción del hipersector, no sólo es mucho más grande que la de la economía, sino que todo indica que continuará por mucho tiempo; y aquí no parece haber controversia.

Un sector en expansión, que aumenta de manera muy considerable y sostenida su participación en la formación del PIB, que al mismo tiempo disminuye consistente y

ostensiblemente sus precios y hace crecer la productividad del sistema económico, es necesariamente beneficioso para la economía en general. Esta beneficiosa influencia en el sistema económico, que se manifiesta de manera más clara en los países más avanzados en el uso de estas tecnologías – EE.UU. y los escandinavos europeos -, no es sin embargo una panacea.

En todo caso, todas las pruebas empíricas están a favor de la beneficiosa influencia de las TIC en el devenir económico. Puede discutirse el alcance actual y futuro de sus impactos, pero no su existencia, dados los hechos económicos que, como se expone a continuación, están transformando los tejidos productivos.



## LOS NUEVOS TEJIDOS PRODUCTIVOS

### Introducción

Una cierta metamorfosis se está produciendo en la economía que afecta a sus tejidos productivos. La globalización que vivimos es lógica, económica y física. Los sucesivos desarmes arancelarios; la extensión, la mayor rapidez y seguridad, y el bajo coste del transporte y las comunicaciones; y por último, el extraordinario desarrollo de la logística, han determinado un nuevo y coherente mundo en el que la producción a gran escala se aleja de los países ricos, por la ruta de los bajos salarios, hacia los países menos desarrollados, en tanto que las microorganizaciones se imponen por doquier como respuesta a un mundo en metamorfosis, que nunca dejará de cambiar, y en el que la nueva palabra clave quizás sea: reconfigurable.

ARNO, PENZIAS (1996), un prestigioso científico de los laboratorios Bell, plantea una evolución histórica de los sistemas económicos de acuerdo con el siguiente cuadro.

### Gráfico 32

La perspicaz clasificación, en eras, de la evolución de la organización y los modos de hacer de los tejidos productivos que propone Penzias no puede ser más descriptiva de una realidad histórica trufada de influencias tecnológicas determinantes del cómo hacer las cosas, además de qué nuevas cosas se pueden hacer. La última era de la armonía es también la de la complejidad, dada la gran cantidad de nuevos aspectos –muchos de ellos externos a las propias organizaciones– que es preciso abordar de un modo armónico.

### La nueva complejidad

En New Mexico, EE.UU., hace algún tiempo que un nuevo intento revolucionario está siendo tramado. Los activistas no tienen nada de anarquistas. Se trata de premios Nobel en física y economía tales como Murray Gell-Mann y Kenneth Arrow, quienes, junto con un grupo de graduados, matemáticos y científicos, han formado un iconoclasta gabinete de estrategia llamado Instituto Santa Fe con la firme idea de crear una ciencia llamada Complejidad.

Dicho grupo comparte un profundo rechazo por el tipo de pensamiento lineal y reduccionista que ha dominado la ciencia desde tiempos de Isaac Newton. Por lo que se

dedican a recoger nuevas ideas acerca de la interconectividad, coevolución, caos, estructura y orden, con las que forjar una nueva y unificada vía de pensamiento acerca de la naturaleza, la conducta social humana, la vida y el universo. Tratan de conocer por qué antiguos ecosistemas, a menudo, permanecen estables durante millones de años, desvaneciéndose en un instante geológico, así como tales eventos tienen que ver con el súbito colapso del comunismo soviético a finales de los ochenta.

El Instituto quiere conocer por qué la economía puede conducirse por caminos impredecibles, que los economistas no pueden explicar, y cómo el proceso aleatorio de la selección natural darwiniana produce tan intrincadas y maravillosas estructuras como el ojo y el riñón. Por encima de todo, quieren conocer cómo el universo se las arregla para producir de aquí para allá complejas estructuras como las galaxias, las estrellas, los planetas, las bacterias, las plantas, los animales y el cerebro.

Desde esta nueva perspectiva epistemológica, nuevos paradigmas económicos están sustituyendo a los viejos. Para los economistas relacionados con las nuevas ciencias de la complejidad, la vieja y la nueva economía son discernibles por los modos de operar que se exponen en el siguiente cuadro.

### Gráfico 33

Las teorías de la complejidad estarían buscando una especie de segundo principio de termodinámica, aplicable con carácter generalizado a la economía y otros ámbitos. Dicho principio viene a decir que el universo tiende a moverse del orden al desorden. Claro que si la respuesta final de esta pretendida nueva ciencia es, de nuevo, la entropía, no valdrá de mucho.

En todo caso, un mundo tan abierto y comunicado dinámicamente como el presente cuestiona muchos de los paradigmas del pasado y abre las puertas a nuevas teorías que expliquen los nuevos fenómenos emergentes. Una constante, en un mundo en permanente cambio, es la humana añoranza por la estabilidad, la predecibilidad y el orden. Para darle sentido a estas pretensiones, los físicos y científicos sociales buscan aislar las piezas del sistema ideando modelos mecanicistas que producen en serie aparentes resultados de confianza. Pero, como los empresarios conocen, cuando se intenta predecir el futuro, casi

siempre nos equivocamos porque el mundo real no está tan bien ordenado como parece, sino más bien admirablemente desarrollado y complejo.

En el amanecer de la nueva era de la economía inteligente, la adaptabilidad y autonomía de los organismos vivos deviene en modelo de referencia para los sistemas diseñados por el hombre: desde las telecomunicaciones a las últimas tecnologías, desde la economía global a los procesos de fabricación.

El viejo mundo mecanicista está en decadencia. Al mismo tiempo que asistimos al colapso de la economía dirigida de la ex-Unión Soviética, vemos el espontáneo e incontrolado nacimiento de Internet. En software, en animación, en programas de transacciones para bolsas globales, ya se han constituido sistemas que se aproximan a la complejidad de la naturaleza, sistemas neo-biológicos que funcionan con capacidad propia de réplica.

“La ciencia clásica privilegiaba el orden y la estabilidad, mientras que en todos los niveles de observación hoy reconocemos el papel primordial de las fluctuaciones y la inestabilidad”, sostiene PRIGOGINE (1997).

## **Transformaciones empresariales**

Un automóvil de hoy contiene menos de la mitad de su valor en acero; la mayor parte del mismo es electrónica. Tal y como el motor de combustión interna impulsó la circulación de la “sangre” de la vieja economía durante décadas, el microprocesador es el órgano vital de la nueva economía. Las TIC no definen por completo la nueva economía, pero hay muy pocos aspectos de ésta que no estén sometidos a su influencia. La deslocalización industrial y los nuevos tejidos productivos en tela de araña, no serían posibles sin el microprocesador, la informática y las telecomunicaciones.

Las nuevas tecnologías por sí mismas no habrían desencadenado los cambios de una economía que ya estamos comenzando a vivir, pero sin ellas el cambio no habría sido posible.

En la era de la información, la llamada convergencia digital permite que casi toda profesión, industria o comercio tengan una estructura tecnológica común: la digitalización de sus “output” en unos y ceros, lo que permite una comunicación de contenidos, imposible hasta ahora.

Un formidable ejemplo de fertilización cruzada entre tejidos productivos, merced a la citada convergencia digital, lo representa la conexión, hasta no hace mucho completamente disparatada, entre la industria cinematográfica de Hollywood y el Departamento de Defensa norteamericano.

Así, a mediados de los setenta del pasado siglo, Georges Lukas, mientras rodaba la película La Guerra de las Galaxias, creó una pequeña empresa llamada Industrial Light & Magic para explorar las posibilidades de la edición digital de películas. No mucho más tarde, en 1984, el Departamento de Defensa norteamericano comenzó a invertir en un controvertido programa: Misil para la Guerra de las Galaxias, que no llegó a culminarse, pero ayudó a varios fabricantes como Sun Microsystems, Silicon Graphic, etc. a alcanzar su liderazgo actual en el mismo campo.

Una década después de su fundación la compañía de George Lukas usó un ordenador gráfico de tres dimensiones para crear una nueva generación de efectos especiales para películas, - su mayor éxito fue Terminator 2 -, cuyas aplicaciones fueron vendidas a otros clientes, como Ford. El fabricante de automóviles pudo desde entonces acortar en 3 semanas el ciclo de pruebas de un nuevo prototipo, y hablar de realidad virtual y conducir automóviles que todavía no existen.

Estos cambios en el origen y destino de las nuevas aplicaciones tecnológicas, que hace posible la convergencia digital, han conllevado a su vez un cambio espectacular en el liderazgo tecnológico. Sí desde la Segunda Guerra Mundial éste fue protagonizado por la industria militar, hoy lo está cada vez más por la industria del entretenimiento.

Robert Reich (1991), en su libro *The work of nations*, examina los cambios que está viviendo la economía occidental como consecuencia de la crisis de viejos valores, tales como la división del trabajo taylorista y la producción a gran escala; al mismo tiempo que plantea la emergencia de unidades empresariales de menor dimensión y creadoras de alto valor añadido y la nueva figura profesional del analista simbólico, que tiene por misión identificar nuevos problemas y posibilidades a los que aplicar soluciones a la medida.

Salvo raras excepciones, la clave del desarrollo de los nuevos tejidos productivos se encuentra más relacionada con las capacidades intangibles (intelectuales y de servicios) que las tangibles (edificios y maquinaria). La tecnología, el diseño, la presentación, el marketing, atributos todos ellos relacionados con la creatividad y la innovación, resultan hoy decisivos para el éxito en el mercado.

La globalización implica un incremento de demandas similares de los consumidores finales, lo que equivale a decir de productos globales. Competir en un mercado de consumidores globales plantea, como ineludible, la necesidad de considerar los costes diferenciales de los insumos y factores de la producción, que resultan determinantes de la competitividad, y ello conlleva la convergencia de los modelos de tejidos productivos.

La evolución, como el progreso tecnológico, es una destrucción creativa. La nueva economía originada por el progreso tecnológico no escapa a esta ley. Nuevas estructuras y tejidos productivos emergen y sustituyen a los obsoletos. El prototipo de moderna organización es una orquesta sinfónica donde cada uno de sus numerosos componentes es un especialista de alto nivel.

La velocidad y la agilidad son tan importantes que la empresa tiende a no cargar con grandes costes generales y debe ser capaz de cambiar de dirección rápidamente cuando encuentre nuevas conexiones entre problemas y soluciones en su ámbito de conocimiento tecnológico.

La organización moderna es desestabilizadora porque, al contrario de las instituciones tradicionales como la familia, la comunidad y la sociedad, su función debe ser poner el conocimiento a trabajar para un cambio constante. Siguiendo el concepto argumental de Joseph Schumpeter acerca de “destrucción creativa”, la organización de hoy debe ser un agente desestabilizador, consecuencia de la intensiva aplicación del conocimiento asociada a la descentralización de las decisiones. Las jerarquías son contrarias al uso intensivo de la inteligencia y a la creatividad.

Desde el punto de vista de la microeconomía, como no podría ser menos, la vida de las empresas se ha visto progresivamente transformada, por la emergencia de nuevos paradigmas que han puesto en crisis muchos de los viejos valores que sustentaban la vida de éstas. La aceleración del cambio tecnológico acorta el ciclo de vida de los productos y los negocios. Antes de la revolución industrial un ciclo de vida a menudo se medía en siglos. Hoy se habla del tiempo Internet y de ciclos de vida próximos a cero. El cambio y la innovación no se detienen siguiendo un ciclo casi continuo, que ya no tendrá fin.

Cada vez se crean más empresas basadas en las posibilidades de las redes de telecomunicaciones. YAHOO, CISCO, DELL, ZARA (2), NAPSTER, AMAZON, etc. no existirían, sin las redes. Y aunque los productos que ofrecen podrían –y de hecho se puede, pues tienen competidores– producirse de otra manera –menos intensiva en TIC y– su sobresaliente éxito en el mercado se basa precisamente en las nuevas formas de hacer que propicia Internet.

Si FORD simbolizó durante la era industrial el “cómo hacer” de referencia; basado en la división del trabajo y las formas tayloristas de organización, ahora las citadas empresas son las referencias de la nueva economía.

Un modo de determinar el alcance de la nueva economía es verificar hasta qué punto las TIC son esenciales en un negocio o actividad económica. En la medida en que no puedan sobrevivir sin dichas tecnologías podríamos establecer que tales actividades pertenecen a la nueva economía. Pero esta delimitación conceptual, en la práctica, no es fácil de llevar a cabo; son muchas las empresas y actividades económicas que contienen elementos de la vieja y la nueva economía simultáneamente. Es el caso del sector financiero y del automóvil, en el que se combinan prácticas propias de la era industrial con aplicaciones basadas en las tecnologías que soportan la nueva economía. Incluso en estos sectores, una vez que las nuevas formas económicas se incorporan a los procesos productivos, ya no hay manera de volver atrás sin graves riesgos.

Aunque seguramente siempre seguirán existiendo actividades económicas (peluquero, fontanero, asistente, ...) que no se fundamenten en las tecnologías de la información y la comunicación, cada vez será más difícil librarse de un uso más o menos intensivo de éstas.

Las empresas norteamericanas, desde hace más de una década, invierten más y crecientemente en tecnologías de la información que en otros equipamientos. Según

SUFRE (2000), la razón de ello es porque “en el mundo de hoy, las empresas necesitan invertir en estas tecnologías para permanecer en el negocio”.

### **“Outsourcing”, “Coopetencia” y “Adhocracia”**

La subcontratación cada vez sustituye más actividades internas de las empresas. Si en 1927 Ford inauguraba una línea continua de producción en el marco de una estructura estrictamente vertical por la que todo se hacía dentro de la factoría, hoy los fabricantes de automóviles apenas si manufacturan internamente un tercio del valor de un automóvil.

Las nuevas estrategias industriales se basan más en comprar bien que en fabricar. Hoy, hasta los gobiernos comienzan a externalizar sus actividades. La definición del core business de una compañía y su potenciación y desarrollo se ha convertido en el núcleo de toda estrategia empresarial que mire al futuro. La desmantelación de la producción es la consecuencia natural del progreso tecnológico y la competencia.

Los únicos antidotos frente a este proceso son las barreras de entrada a los mercados nicho y una velocidad de innovación suficientemente rápida como para permanecer fuera del alcance del pelotón de los competidores. Un nuevo fenómeno asociado a la nueva era económica es la creciente deslealtad de los clientes, que cada vez disponen de más posibilidades de decidir acerca de nuevos o mejores productos. Los pioneros del comercio electrónico establecieron nuevas formas de lealtad con sus clientes, pero enseguida surgieron especialistas en romper dicha relación. Si la evolución tecnológica es continua, el cuidado y atención permanentes de los clientes es también una necesidad vital para las empresas.

Una nueva palabra, que traducida del inglés cabría expresar como “coopetencia” (4), es decir el acrónimo de cooperación y competencia, define un nuevo modo de relacionarse en el mundo empresarial. Competir y colaborar son dos verbos que se conjugan hoy en el mismo tiempo entre empresas, que han descubierto las nuevas posibilidades de crear valor maximizando simultáneamente los intereses de cada una de ellas, caso por caso y según las conveniencias de cada momento.

Los cambios tecnológicos y de los mercados obligan no sólo a adaptarse dinámicamente a las cambiantes circunstancias, sino que, cada vez más, determinan la necesidad de reestructurar las empresas. La destrucción creativa “schumpeteriana” ha pasado de los productos y procesos a las corporaciones, las cuales en muchos casos deben poco menos que reinventarse a sí mismas para poder seguir adelante. La discontinuidad de muchos negocios, en los que cambian incluso los estándares por los que los cambios acontecidos pueden ser medidos, y que en el pasado estaba típicamente asociada a la guerra, es hoy un lugar común en la nueva economía.



Las decisiones empresariales por su parte se mueven cada vez más del centro a la periferia. El nuevo eslogan empresarial: compañía global que piensa y decide localmente, es una nueva forma de descentralización de la economía de la información, en la que las comunicaciones y el proceso de la información son cada vez más poderosos y baratos.

Parafraseando a Schumacher, en la nueva era económica cabe decir que “lo pequeño es bello”. La dimensión media de una compañía norteamericana es hoy un tercio más pequeña que hace 25 años, tanto en ventas como en empleo. Ello no conlleva, sin embargo, al menos en aquella economía de libre mercado, a menos trabajo. Si en los felices años 50 americanos el nivel de ocupación era la mitad de la población, hoy dos tercios de la misma están empleados en una economía en crecimiento.

La nueva forma organizativa de las mejores empresas de este fin de siglo se ha dado en llamar: “adhocracia”, que cabría definir como una organización sin estructura. Esta forma organizativa no es esencialmente nueva. Ha sido la manera tradicional de funcionar de las empresas creativas, tales como estudios de cine, agencias de publicidad y centros de investigación. Las tareas fijas y descripciones precisas de puestos de trabajo están siendo sustituidas, animadas por los ordenadores y la red, por gente que siendo capaz de compartir información, desarrolla misiones mediante la coordinación informal entre las personas que participan en ellas. Relativamente poca gente trabaja hoy en este tipo de empresas bajo las tradicionales relaciones de estabilidad de empleo y salarios, en las economías más desarrolladas.

## **El nuevo trabajo**

Los tecnófobos ya hace tiempo que advirtieron que los ordenadores serían la pérdida de los trabajadores, y por tanto cualquier incremento de la informática se suponía eliminaría empleo. La realidad sin embargo es bien distinta. Las tecnologías de la información, más que sustituir, complementan y enriquecen el trabajo.

Un muy divulgado estudio del Instituto Tecnológico de Massachusetts, realizado bajo la dirección del profesor Brynjolfsson (1994), reveló que cada 1% de incremento de inversiones en informática hacía caer el empleo en EE.UU., (el país desarrollado con un mercado de trabajo más liberalizado), un 0,13% al cabo de uno o dos años. Por tanto se detecta escasa evidencia de canje de empleo por ordenadores. La más probable razón de esta aparente paradoja es que las empresas están abandonando su integración vertical y están cada vez subcontratando más. Así, mientras las ventas y valor añadido por las empresas caen, las inversiones en tecnologías de la información crecen.

Los nuevos tejidos productivos intensivos en información requieren, para mantener su vitalidad y regenerarse, prestar cada vez más atención a la formación de sus trabajadores. Una encuesta reciente en Estados Unidos revelaba que las firmas líderes

en esta materia dedican entre un 3 a un 6,8% de los salarios a dicho menester y entre 25 y 109 horas por empleado al año en formación.

Uno de los más significativos cambios estructurales que se han operado en el mercado de trabajo de los países de la OCDE es el creciente número de trabajos full-time que se han convertido en part-time. El autoempleo es otra opción que se está expandiendo rápidamente en algunos países. La frecuencia del trabajo a tiempo parcial varía sustancialmente dentro de los países de la OCDE. Así, mientras que en los países mediterráneos sólo representa menos del 5% del empleo total, en Holanda supera el 30%. En todos los países el trabajo parcial es realizado en sus 2/3 por mujeres y el resto por hombres. “El hombre de la organización está en decadencia frente al auge de la mujer flexible”; observa MANUEL CASTELLS (2001) al analizar las relaciones laborales en “Galaxia Internet”.

Los informes de la OCDE sobre la materia ponen de manifiesto que la flexibilización del mercado de trabajo y su apertura a nuevas formas de contratación es el mejor antídoto contra el desempleo. La nueva economía y sus implicaciones tiende a abaratar los viejos oficios al tiempo que ofrece otros nuevos, además de brindar pleno empleo a los emprendedores. En comparación con el tráfico convencional de bienes y servicios, el comercio del conocimiento, gracias a que las barreras de entrada a dicho mercado son muy bajas y requiere poco capital, ofrece oportunidades a todo el mundo. La distribución electrónica de muchos productos y servicios hace posible acceder desde cualquier lugar a otro sin fronteras.

El trabajo, tal y como lo conocemos ahora, dejará de existir algún día. Si definimos como trabajo una serie de derechos, con salario fijo, jornada de trabajo regular y una posición invariable en una estructura de una organización, estaremos hablando de un obsoleto artefacto social, destinado a desvanecerse junto con el también decadente sistema burocrático industrial.

Frente al paradigma fordista basado en la división taylorista del trabajo, que exigía un bajo nivel de formación, las nuevas tecnologías obligan al trabajador, dignificándolo, a formarse permanentemente en el manejo de las herramientas de su trabajo. La flexibilidad es un arma imprescindible para competir en la nueva economía, en la que el trabajo a tiempo parcial, el trabajo femenino y, sobre todo, el autoempleo, son actividades en expansión en las economías más evolucionadas.

Desde 1970, el cambio tecnológico ha aumentado, en un mercado relativamente libre como el norteamericano, la prima a los trabajadores de elevada cualificación. En EE.UU., donde el seguro de paro es relativamente pequeño y de corta duración, el pleno empleo se consigue

pagando menos a los trabajadores menos formados, mientras que en Europa el paro es la lacra del sistema.

A finales de los años 70 un titulado superior no ganaba mucho más que un trabajador experto no titulado. Hoy la diferencia de remuneración se agranda con el nivel de cualificación profesional. El cambio tecnológico ha encarecido el coste del trabajo cualificado y ha obligado, además, a las empresas a aumentar el nivel medio de cualificación de sus fuerzas de trabajo.

La demanda de trabajadores no cualificados ha caído, no porque haya cambiado el “qué” producimos, sino el “cómo” lo producimos. La tecnología industrial temprana no sólo era ahorradora de trabajo sino que también utilizaba gran cantidad de capital, con lo cual, los empresarios invertían lo que se ahorraban en salarios. Hoy los beneficios del cambio tecnológico no van a la inversión en capital, sino hacia el trabajo cualificado.

Pensando a largo plazo, no es seguro, sin embargo, que la tendencia que favorece la desigualdad entre diferentes niveles de cualificación profesional sea perenne. Cabe que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación puedan ser ahorradoras, en vez de intensivas, en educación superior, cuando las nuevas máquinas evolucionen lo suficiente para sustituir parte de la inteligencia humana.

Freeman y Soete (1994) ofrecen fórmulas para acabar con el paro que afecta, fundamentalmente, a la Europa continental. Entre sus aportaciones más convincentes, dos interesan especialmente: en primer lugar, el aumento de las inversiones en telecomunicaciones; y en segundo lugar, el desarrollo de bienes y servicios no comercializables, asociados a los servicios personales.

Uno de los límites de la globalización viene dado, precisamente, por el crecimiento de bienes no comercializables, lo que tiene profundas raíces tecnológicas. La productividad de la industria ha crecido tanto, que los bienes que produce, esencialmente comercializables, representan una porción cada vez más pequeña de la economía mundial. Es elocuente, en este sentido, el declive de los tradicionales sectores primario y secundario de las economías más avanzadas, en la formación de la riqueza nacional.

De hecho, las actividades no comercializables ocupan hoy a la mayoría de la gente en las ciudades, donde, precisamente, reside la mayoría de la población. Este planteamiento es relativamente coherente con las previsiones del Departamento de Trabajo de Estados

Unidos, acerca de las profesiones con mejores perspectivas de empleo. Las actividades relacionadas con la electrónica y las telecomunicaciones aparecen en primer lugar,

seguidas de la educación, los servicios de atención personal, las reparaciones y el mantenimiento.

Es evidente, por tanto, desde cualquier perspectiva, que las TIC son las principales protagonistas de la creación de riqueza y empleo, tanto directo como indirecto, de la nueva era económica.

Una interesante paradoja de este fin de siglo es que el extraordinario crecimiento de la productividad, lejos de conllevar el ansiado fin del trabajo, cada vez genera más. La desaparición del trabajo es por tanto un sueño que nunca se hará realidad, porque la gente prefiere trabajar más para vivir mejor.

Los ordenadores no reemplazan el pensamiento humano sino que lo potencian, de manera que no hay razón por la que el trabajo debiera reducirse. Por lo contrario, dada la capacidad del ser humano para comunicar ideas crecientemente complejas, el trabajo debería aumentar. Que es realmente lo que está sucediendo.

Si la fuerza laboral norteamericana es ahora dos tercios de su población y en los años cincuenta solo la mitad, la jornada laboral también ha aumentado. Una reciente encuesta revelaba que las horas de trabajo que un trabajador norteamericano decía cumplir eran 50 a la semana en 1997, frente a 40 en 1973. En la nueva era económica, cada vez tiene menos sentido un trabajo de por vida, anclado a un lugar concreto y basado en destrezas profesionales inmutables.

Lo que quizás sí haya que ir cambiando es la tradicional medida del trabajo. La vieja idea de una jornada de 8 horas es una creación de la revolución industrial que es difícilmente encajable ahora, cuando el trabajo no se hace necesariamente en una fábrica o en una oficina, sino en la mente.

Hoy, más que nunca, resulta empíricamente evidente la relación entre progreso tecnológico, económico y social. Nunca en toda la historia de la humanidad ha habido más gente ocupada, merced al círculo virtuoso de una nueva economía basada en el aumento simultáneo de la productividad, la producción y el empleo.

En la nueva era económica, caracterizada por la crisis del fordismo y la emergencia de la producción flexible organizada en red, el trabajo a tiempo parcial, el autoempleo, la mayor ocupación laboral de la mujer, el trabajo a distancia y la formación permanente de los trabajadores son los nuevos factores clave para el progreso económico y social de una nación.

Según datos de la OIT y la OCDE el número de trabajadores empleados en la Unión Europea en el período 1975-1995 apenas si varió. En el Sureste Asiático, en dicha década, aumentó un 60%, en Estados Unidos, un 40%, y en Japón, un 25%. La penetración de las tecnologías de la información, —teléfonos, ordenadores personales, etc. “per cápita”— aumentó más en dicho periodo en las regiones que más empleo crearon. Dentro de la Unión Europea, la tasa de desempleo por países está asociada a una relativamente baja tasa de penetración de estas nuevas tecnologías, además de a las distintas rigideces del mercado de trabajo.

El profesor CASTELLS (1997), en su obra *La era de la información*, establece de manera categórica, sobre la base de exhaustivos análisis empíricos, una estrecha relación entre creación de empleo y aumento de la penetración social de las TIC.

Transformaciones tiempo-espacio

El mundo ha devenido una aldea global, como postulara MC. LUHAN (1998). El fin virtual de las distancias, ocasionado por la liberalización de los mercados y los avances tecnológicos operados en las telecomunicaciones, ya está configurando una nueva estructuración de la economía y la sociedad de alcance planetario.

En los últimos tres cuartos de siglo, según un reciente estudio del Banco Mundial, el coste del transporte y las telecomunicaciones se ha reducido drásticamente:

- El transporte marítimo, un 70% en los últimos 70 años.
- El transporte aéreo, más de un 80% en los últimos 60 años.
- Las telecomunicaciones internacionales, más de un 95% en los últimos 50 años.

Por su parte, la capacidad de transmisión de las redes de telecomunicaciones transatlánticas se multiplicó por 60 en la década 1986-1996, y las transpacíficas, por 400.

Las características que ya se observan o se vislumbran de este emergente nuevo mundo, siguiendo a CAIRNCROSS (1997), sugieren un mundo futuro caracterizado por:

- La distancia ya no determinará el coste de las comunicaciones y el creciente comercio electrónico del futuro.
- La localización de las actividades tecnológicas y económicas carecerá de la estabilidad del pasado, pasando a redefinirse dinámicamente en el nuevo ciberespacio.
- La dimensión será cada vez más irrelevante. Pequeñas compañías ofrecerán productos y servicios que en el pasado estaban asociados a la escala de la producción.
- El valor de las marcas, los nuevos inventos y las creaciones humanas se explotará universalmente.

- Los negocios nicho proliferarán para beneficio de los emprendedores y los consumidores. Los ciudadanos y las instituciones se verán cada vez más interconectados entre sí en forma de telaraña que se teje y desteje sin parar.
  - La atención a los clientes será cada vez más personalizada.
  - El diluvio de información que se desparramará por las redes exigirá filtros que la hagan útil.
  - Los lazos entre comunidades profesionales y artísticas se extenderán en un mundo en el que se compartirán crecientemente intereses y experiencias.
  - Cada vez más empresas y consumidores tendrán acceso a una mejor información, de manera que los costes de transacción que introdujera en la teoría económica el Premio Nobel R.H. Coase, serán decrecientes e incluso nulos.
  - La movilidad se acentuará porque la información será accesible desde cualquier lugar.
  - Mientras que las compañías más grandes tendrán que focalizarse localmente, las pequeñas empresas desplegarán globalmente sus destrezas.
  - La empresa red, basada en la lealtad y la confianza de sus conexiones externas, será la forma dominante de la actividad económica del próximo siglo.
  - La puesta en marcha de los nuevos negocios tendrá menores costes de entrada, pero serán más volátiles. La nueva sociedad red obliga a optimizar permanentemente los proyectos empresariales.
  - Los fabricantes tenderán a convertirse en proveedores de servicios porque aceptarán mayores responsabilidades y se ocuparán de todo el ciclo de vida de sus productos.
  - El trabajo ubicuo, gracias a las telecomunicaciones móviles, será una parte creciente de la actividad profesional.
  - La nueva educación, los medios de comunicación e Internet harán proliferar nuevas ideas como antes nunca se conoció.
  - Una nueva forma de confianza, que cabría denominar electrónica, sustituirá a la que según Francis Fukuyama ha constituido la base moral del progreso económico hasta ahora.
- 
- Las personas, sobre todo aquéllas más creativas, que representan el último recurso escaso, serán la clave del éxito de las empresas.
  - El mercado del ahorro será planetario y los gobiernos tendrán que competir fiscalmente para captarlo.
  - El poder regulatorio de los gobiernos se desvanecerá. La responsabilidad individual aumentará al tiempo que la intervención gubernamental irá disminuyendo.
  - Las comunidades culturales, o fenómenos identitarios en lenguaje sociológico, se verán reforzadas.

## Nuevas reglas de juego

Salvo raras excepciones, la salud económica y el poder industrial de una moderna corporación se basan cada vez más en sus capacidades intelectuales y de servicios que en sus activos fijos –terrenos, edificios y equipos–. Además, el valor de la mayoría de los productos y servicios depende primariamente del desarrollo de conocimientos intangibles como know how, diseño, presentación, entendimiento del cliente, creatividad personal e innovación.

Generar la máxima efectividad cada vez depende más de la dirección de los servicios intelectuales de la empresa que de acciones físicas directas de los trabajadores o del despliegue de sus activos tangibles. No son pocos los desafíos que se plantean a la dirección en estos tiempos de cambio, ni muchas las respuestas precisas de que se dispone para afrontarlos.

La nueva economía plantea nuevos desafíos a la dirección de las empresas entre los que cabría señalar, según QUINN (1992):

- Identificar, desarrollar y medir los activos intelectuales en sus productos.
- Maximizar el valor añadido y la productividad de las actividades más creativas, que son el corazón de los nuevos tejidos productivos.
- Guiar y motivar a la gente cuyas actividades son intensivas en conocimiento a maximizar la productividad y calidad de sus trabajos.
- Seleccionar y gestionar las actividades que no tengan que estar integradas verticalmente y puedan realizarse mejor externamente.
- Practicar la reingeniería de las organizaciones.

El nuevo dirigente es responsable de la aplicación y realización del conocimiento en tanto que el antiguo dirigente era responsable de las realizaciones de la gente. ¿Cómo identificar, desarrollar y medir los activos intelectuales y los outputs que producen? ¿Cómo captar su valor internamente y convertirlo en riqueza?

¿Qué proceso de dirección habría que utilizar para optimizar el output y la productividad de los profesionales especializados y de los servicios creativos? ¿Cómo dirigir de la mejor manera posible los drásticos cambios organizativos y su transición?

Un posible orden lógico de actuación para operar en una nueva economía abierta, cambiante y globalizada sería:

- Definir sobre la base de la mejor información disponible, el estándar de referencia mundial.
- Optimizar la organización, previa identificación de las insuficiencias competitivas y su arreglo o eliminación.
- Sensibilizar a todos los trabajadores de la imperativa realidad exterior.

- Asumir la superación de las dificultades que, de todo tipo, es esencial afrontar.
- Establecer etapas intermedias en el proceso del logro de los objetivos, sin incorporar “castigos intermedios”.
- El proceso descrito no tiene fin. Es un camino que hay que volver a recorrer continuamente. El perfil profesional asociado al cambio que estamos viviendo reclama individuos con una formación cada vez más amplia y multidisciplinar, con sus sentidos abiertos a todo lo interesante que sucede en el mundo, incluida la salud, para seguir conviviendo en un mundo en el que el relax no está permitido.

La nueva economía se basa en la prueba y el error. Equivocarse rápidamente, rectificar y acertar después es la vía de éxito de muchas iniciativas. Esta típica manera de hacer de la investigación científica, cada vez tiene más cabida en el mundo de los negocios.

La economía del conocimiento y la información ha creado nuevas necesidades organizativas. La flexibilidad y la potenciación de las responsabilidades personales resultan claves hoy. Todo indica que la rapidez y la responsabilidad personal orientadas al logro de soluciones a la medida del cliente son claves en el éxito. El directivo de hoy tiene que pensar como un piloto de combate. No siempre se puede tomar la decisión correcta. Hay que aprender a adaptarse a cada situación ajustando las decisiones.

En los medios universitarios y empresariales más avanzados ya se habla de una quinta disciplina, que viene a significar: “Un cambio de mentalidad, desde una visión de las partes a una visión de conjunto, desde una visión de la gente como reactores incapaces, a una visión de las personas como activos participantes conformando su realidad.” Es decir, del “El arte y la práctica de la “learning organization” que cabría traducir por “organización cultivada”.

“La capacidad de aprender más rápido que tus competidores puede ser la única ventaja competitiva sostenible en el tiempo”, sostenía recientemente Arie De Geus, Director de Planificación de Royal Dutch-Shell. La organización que sobresaldrá verdaderamente en el futuro será aquella que descubra cómo explotar los compromisos y las capacidades de su gente para aprender a todos los niveles.

Si en pleno siglo de la ilustración y en tanto que contemporáneo de la naciente revolución industrial, Kant explica la idea nuclear de la época como: “Autoliberación por el conocimiento”, hoy, cabe renovar el conocimiento, como núcleo vertebrador de la nueva era económica. Siguiendo a SENGE (1990), cinco nuevos componentes tecnológicos están hoy convergiendo para innovar las organizaciones:

- Sistemas pensantes: Marco conceptual formado por conocimientos y herramientas que ayudan a cambiar las pautas de comportamiento.



- Maestría personal: Disciplina que permite clasificar y profundizar la visión personal y localizar las energías, desarrollando la paciencia y la búsqueda de la realidad objetivamente.
- Modelos mentales: Para comprender el mundo y tomar decisiones.
- Visión compartida: Si una idea acerca del liderazgo ha imperado en las organizaciones desde siempre es la capacidad de tener una visión compartida del futuro que se busca crear.
- Equipo aprendiente: Para los griegos, dia-logos significaba un libre flujo de significados a través de un grupo, permitiendo a éste descubrir pericias no alcanzables individualmente.

Si una organización fuese un ingenio físico como un avión o un ordenador, los componentes recibirían el nombre de “tecnologías”. Para una innovación de la conducta humana, los componentes necesitan ser vistos como “disciplinas”.

La “quinta disciplina” son los sistemas pensantes. Se trata de una disciplina de disciplinas, cuyas leyes Peter Senge formula así:

- Los problemas de hoy vienen de las soluciones de ayer.
- Cuanto más fuerte empujes tú, más fuerte empujará el sistema.
- La salida fácil usualmente mira al pasado.
- El remedio puede ser peor que la enfermedad.
- Lo más rápido es lo más lento.
- Causa y efecto no están estrechamente relacionados en el tiempo y el espacio.
- Pequeños cambios pueden producir grandes resultados, pero las áreas de mayor influencia son, a menudo, las menos obvias.
- Se puede hacer un pastel y también comerlo, pero no a la vez.
- Dividiendo un elefante por la mitad no se obtienen dos elefantes.
- La culpa no está fuera.

Quizás, por primera vez en la historia, el género humano tiene capacidad de crear mucha más información de la que se puede absorber, fomentando tan grande interdependencia que cada uno puede manejar y acelerar el cambio tan rápidamente como la habilidad individual permita. Las organizaciones sólo aprenden a través de los individuos que la componen. Pero el aprendizaje individual no garantiza el organizacional. No obstante, sin el primero, no es posible el segundo.

Estas son algunas de las nuevas aproximaciones al modo de enfrentar y manejar los nuevos problemas de una sociedad global, hipercomunicada y extraordinariamente dinámica. Las actividades, que podrían denominarse “inteligentes”, ocupan ahora un lugar central en las cadenas de valor añadido de las principales empresas, ya sean éstas de servicios o industriales.

La interrelación de los servicios con la industria es ahora la clave de las principales estrategias industriales. La competitividad de las empresas y de los países depende cada vez más de un adecuado e inteligente manejo de las nuevas tecnologías asociadas a dicha interface. Si en una actividad una empresa no es competitiva a nivel internacional, y no cambia su estrategia, (por ejemplo subcontratándola en mejores condiciones), estará sacrificando el resto de sus actividades más competitivas, que pagarán esta ineficiencia.

Cada compañía debería localizar su estrategia hacia aquellas competencias, esencialmente las más inteligentes, en las que pueda alcanzar y mantener, a largo plazo, un adecuado nivel de competitividad. La escala de producción, la especialización y la eficacia de los subcontratistas han cambiado los límites de la industria y favorecido su desintegración

vertical. Ninguna compañía puede esperar ser mejor que los especialistas externos en todos los eslabones de la cadena de valor añadido.

La desvertebración de las antiguas estructuras industriales y su paulatina sustitución por organizaciones en forma de telarañas, sólo ha sido posible por las facilidades otorgadas por las nuevas tecnologías de la información. La nueva sociedad industrial, a la que cabría adjetivar de transaccional, es progresivamente intensiva en información.

La actividad empresarial en este nuevo marco de economía global e inteligente debe ser profundamente reconceptualizada, de manera que los negocios vienen a ser un conjunto de conocimientos interconectados basados en las posibilidades de las nuevas tecnologías. El proceso de cambio es más bien incómodo, pero el premio puede ser alto. En todo caso, el coste de no cambiar podría ser comparable a la de los industriales que no transitaron a tiempo desde el carbón a la energía eléctrica.

Con raras excepciones, el poder económico y productivo de una moderna corporación debe más a sus capacidades intelectuales y de servicios que a sus activos materiales. Similarmente, el valor de la mayoría de productos y servicios depende principalmente de los desarrollos intangibles basados en el conocimiento como: el saber hacer tecnológico, el diseño, la presentación, la comprensión de los clientes, la creatividad personal y la innovación. Todo ello depende más del manejo de los recursos intelectuales de la empresa que de las actividades físicas de sus trabajadores o el despliegue de sus activos tangibles.

La nueva empresa podría describirse como un conjunto sumamente desagregado de conocimientos y servicios concentrados en torno a un núcleo de destrezas que constituyen su inteligencia.

- Las tecnologías se han globalizado y su acceso facilitado en tiempo real; las fronteras económicas son casi inexistentes –al menos entre las primeras regiones

económicas—, por lo que el mercado es prácticamente único; las experiencias culturales, incluidas las modas, son cada vez más globales y los valores sociales también; las naciones son como nodos del nuevo hipersistema que conforman las redes.

- En un sistema económico y social globalizado e interconectado por las redes, abrirse es la mejor opción. Permanecer de espaldas a la red es una estrategia que conduce inexorablemente al fracaso.
  
- En la nueva era ya no es posible controlar el presente. La economía interconectada, que imita a la naturaleza, es un sistema fuera de control; en él hay que dejarse llevar.
- Para sobrevivir integrados en un sistema abierto en continuo crecimiento es preceptiva la adaptación permanente, siendo el ser humano la única especie que puede elegir conscientemente la mejor manera de hacerlo.
- El único mecanismo que existe de adaptación al mundo de hoy es la capacidad de aprendizaje. Disponer de un alto bagaje educativo es necesario, pero no es suficiente en la nueva economía. El aprendizaje continuo es el mejor vehículo de captación de oportunidades en una era económica especialmente rica en ellas.
- Si la innovación ha cumplido un papel esencial a lo largo de toda la historia, en la economía interconectada su valor es aún mayor. La nueva economía es rica en emprendedores que, conectados a Internet, bombean sin cesar novedades de todo tipo.
- La economía del conocimiento está sustentada en su complejidad. Ante la progresiva incapacidad de entenderlo por completo, se impone una actitud tolerante y comprensiva hacia lo ajeno.
- Para que todas las posibilidades de una economía interconectada puedan llevarse a cabo, será necesario que se consolide una nueva forma de confianza cibernética que, con carácter ecuménico, envuelva el nuevo planeta Internet.

Si el liderazgo empresarial de la era industrial estaba basado en la toma de decisiones, el de la era de la información y el conocimiento radica en la atracción y el mantenimiento de talento profesional y dinero; los factores de la producción más volátiles.

## **CONVIVENCIA DE LA “NUEVA” Y “VIEJA” ECONOMÍA**

Las características que perfilan y dan sentido a la nueva economía ni son nuevas en la escena económica ni estrictamente exclusivas de ésta. Sin embargo, el peso que cobran ahora y su sinérgica relación con las TIC abren nuevos campos a la investigación económica que apenas sí han sido abordados hasta ahora dada la irrelevancia de sus consecuencias en el pasado.

Mientras que las transformaciones estructurales de la revolución industrial discurrieron más bien aisladamente en algunas regiones del planeta, la nueva economía, siendo ubicua por

naturaleza, se presenta simultáneamente en todos los lugares. No en todos ellos con la misma intensidad e influencia, pero sus gérmenes ya están presentes en casi todas las economías, que ahora tendrán que esperar menos para su cultivo y desarrollo. Ni siquiera los regímenes políticos más cerrados pueden evitar por completo su existencia, aunque todavía tenga un alcance marginal en ellos.

El contenido intangible de los bienes económicos, aunque tiene un origen antiguo, alcanza hoy un peso tan determinante en la formación de la riqueza de las naciones que su investigación y análisis ya no podrán ser marginados ni obviados como sucedió en el pasado; tampoco sus consecuencias para las decisiones empresariales y de política económica.

La relativa predecibilidad del acontecer económico está siendo sustituida por estructuras productivas de naturaleza inestable cuyo comportamiento se aproxima más a los fenómenos de naturaleza biológica que a los derivados de comportamientos deterministas. El nuevo análisis económico no podrá, en adelante, considerar como meras anomalías hechos económicos de carácter biológico que tienden a dominar crecientemente la economía.

La personalización de los productos y servicios, auspiciada por las nuevas tecnologías que la economía industrial sustituyó por la producción estándar, toman vida de nuevo —en la economía preindustrial eran la forma dominante—, para caracterizar cada vez más una nueva y arquetípica manera del quehacer económico.

Los rendimientos crecientes, que en el pasado económico se presentaban aisladamente, tienden a generalizarse en la producción de bienes y servicios —sobre todo los intangibles— gracias a la difusión e intensidad de uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La ciencia biológica y la teoría del caos ya están ofreciendo nuevos horizontes analíticos que irán incorporándose a nuevas formulaciones de la economía de carácter más evolutivo que determinista.

La llamada paradoja de la productividad, que cabría plantear como una simple disparidad lógica entre los sólidos argumentos teóricos que amparan su crecimiento gracias al uso de las nuevas tecnologías y la incapacidad de las estadísticas oficiales de medirla, tendrá que resolverse mediante la reformulación de los métodos de una economía industrial que resultan insuficientes para abarcar la nueva economía.

Los precios de los productos y servicios de la nueva economía, incluso si las estadísticas oficiales todavía no los miden con rigor, tienden a disminuir como consecuencia de la presencia de rendimientos crecientes que resultan potenciados por la ubicuidad de las redes.

Este fenómeno tendrá consecuencias en el ciclo económico, que a partir de ahora tendrá que ser estudiado desde una nueva perspectiva.

Los monopolios de la nueva economía, lejos de presentar una anomalía que debe ser reconducida por la política económica tradicional, son hoy una emergente forma del quehacer económico que debe ser tratada de una manera distinta a la del pasado. Dadas sus positivas economías externas, la cuestión central ahora no residirá tanto en evitarlos como asegurar que la libre entrada y salida de los mercados y sobre todo la libertad para innovar, no quede sojuzgada por ellos.

Las formas emergentes de la nueva economía ni son excluyentes de la economía tradicional ni la sustituyen. Ambas seguirán conviviendo y sólo el tiempo dirá qué atributos serán más dominantes de la economía toda a lo largo del tiempo.

La descripción que hace de la nueva economía uno de sus más conspicuos tratadistas, Brian Arthur, es de naturaleza "popperiana". Según señalaba KARL Popper (1992) en un simposio celebrado en Viena con motivo de su octogésimo aniversario: "Hasta hace aproximadamente un siglo, se creía que el campo de la mecánica descubierto por Newton había de englobar el dominio de la ciencia en su totalidad. Pero hacia 1890 apareció un campo totalmente nuevo con el descubrimiento de los electrones, obra de J.J. Thomson, esto es, el campo de la electrónica. Ello dio lugar a una revolución que pasó desapercibida a casi todas las personas ajenas al mundo de la ciencia. Se trataba de la revolución de la física atómica, en la cual vivimos inmersos hoy día".

Este aparente cuestionamiento de la teoría newtoniana para explicar el mundo atómico, en ningún caso puede entenderse como una desconsideración de la misma. El propio Popper consideraba la teoría de Newton, como una grandiosa hipótesis científica. Para Popper, la teoría de Newton llega un momento en que carece de capacidad explicativa de los nuevos fenómenos que emergen en el siglo XX. Es Einstein quien con sus teorías explica los fenómenos físicos que quedaban fuera del alcance newtoniano.

Entre la nueva economía y la tradicional cabe plantear una analogía popperiana en el sentido de que la nueva presenta realidades que refutan la teoría tradicional, que sin embargo sigue estando vigente para explicar el resto; todavía la mayor parte del sistema económico.

Establecida la analogía lógica entre la epistemología popperiana y la evolución de la ciencia económica, es necesario resaltar que el "Einstein" de la nueva economía no existe todavía.

La nueva economía, en sus diferentes acepciones: economía evolutiva, rendimientos crecientes, crecimiento endógeno, economía interconectada, ... está recibiendo un fuerte impulso teórico, pero todavía parece muy lejana la posibilidad de una teoría unificadora de los contenidos viejos y nuevos de la economía. Esta nueva teoría, si llega a existir y tiene alcance "einsteniano", debería ser capaz de explicar los crecientes fenómenos paradójicos que conviven en la economía contemporánea.

En todo caso, tal y como se expone en el siguiente capítulo, el sostén científico del nuevo paradigma ya no será la física determinista que puso en crisis el descubrimiento del electrón ni el farragoso, a veces, aparato matemático con que se han visto innecesariamente envueltos muchos preceptos económicos; la biología y las nuevas ciencias de la complejidad serán, seguramente, los nuevos instrumentos científicos de la nueva teoría económica.

Carl Shapiro y Hal Varian (1999), en su libro *Information rules*, sostienen que las tecnologías cambian, pero las leyes económicas no; el ciclo económico sigue existiendo, el precio de las acciones depende de los beneficios, y la política económica sigue siendo necesaria.

La nueva economía no es una panacea que resuelva ni sustituya todos los problemas de la vieja economía, pero ayuda considerablemente a que las cosas vayan mejor. La inflación cada vez amenaza menos el ciclo económico, porque las tecnologías de la información, además de bajar sus propios precios, contribuyen a disminuir los de los demás sectores económicos. La velocidad límite de crecimiento económico, –ritmo al que una economía puede crecer sin provocar tensiones inflacionistas–, se ha incrementado de nuevo. En los EE.UU., gracias al crecimiento de la productividad, la tasa de crecimiento elevó los últimos años por encima de las mejores previsiones del pasado.

La efervescencia de oportunidades generada por la innovación a través de las redes produce nuevas expectativas económicas y posibilidades de seguir creciendo como nunca se dieron en la vieja economía.

La prueba de fuego de la nueva economía, todavía pendiente, estará asociada al proceso de cambio del ciclo económico y a la posible suavidad del mismo. Las próximas enseñanzas de la economía norteamericana, en este sentido, sentarán las bases del nuevo modo de conducir las políticas macroeconómicas en una economía globalizada.

Junto a las virtudes de la nueva economía: aumento de la productividad, reducción de la inflación, crecimiento económico y del empleo, algunas dudas ensombrecen su futuro. El aumento de la interdependencia global, los riesgos de burbujas especulativas en los mercados financieros, el posible incremento de las desigualdades, son aspectos de la nueva economía cuya evolución determinará, junto con los ya conocidos, una visión más completa del nuevo paradigma.

## Introducción

La teoría económica clásica, como es bien conocido, considera la tecnología como una variable discreta externa al modelo de crecimiento económico. En la medida en que el cambio tecnológico fue lento o muy lento, el modelo sirvió, pero cuando la innovación tecnológica entró en escena, no como un sujeto marginal de la obra económica, sino como actor principal del cambio y el desarrollo económico, el modelo quedó incompleto.

El explosivo crecimiento de la economía norteamericana durante la última década del siglo XX, difícilmente puede ser explicado por incrementos del stock de los bienes de capital clásicos. Puede ser explicado sólo como una sucesión de nuevas y más beneficiosas invenciones, como el microchip, producto de un conjunto de ideas capaces de la alquímica conversión de la arena en poderosos microprocesadores; nueva y enorme fuente de riqueza.

Ya en 1950, Robert Solow sugirió que trabajo y capital podrían sumar más que sus partes a través de mejoras tecnológicas. En esta situación, en 1986, Paul Romer publicó su primer trabajo de investigación sobre la influencia de las innovaciones tecnológicas en el crecimiento económico, que fue seguido de otros dos influyentes documentos en 1990 y 1991, en los que recuperó el cambio tecnológico como la más obvia característica de la sociedad moderna, incorporándolo a sus modelos económicos.

Hoy, nuevas corrientes de pensamiento económico sostienen que la capacidad de invención del ser humano es infinita y fía a ella la posibilidad de seguir creciendo y prosperando. Para Paul Romer (1993), la economía es algo muy complicado, en la que es necesario separar tres aspectos: las personas, las reglas e instituciones y las oportunidades físicas. El mundo físico no podemos cambiarlo, pero sí las reglas que la gente usa para interrelacionarse. Las materias primas con las que trabajamos han sido las mismas durante toda la historia de la humanidad. Lo único que cambia, y es mucho, son las recetas para combinar los ingredientes de que disponemos. Pero los efectos multiplicadores de la invención tecnológica sobre los limitados stocks de capital y trabajo han sido ignorados por la ciencia económica.

Es obligado rendir aquí un merecido homenaje a Joel Mokyr (1990), que en *La palanca de la riqueza* elaboró un convincente alegato científico acerca del papel de la creatividad tecnológica en el progreso económico, no sólo en el presente, sino a lo largo de toda la historia.

Ahora, cuando la innovación tecnológica domina como nunca el quehacer económico, se trata de poner en pie nuevas formulaciones de la teoría económica que den cabida a las nuevas variables que, con creciente protagonismo, explican y dan sentido al

comportamiento de la economía real tal y como evoluciona y cobra vida hoy en un mundo globalizado.

La ciencia económica oficial, articulada en torno a comunidades de especialistas que comparten un mismo paradigma (supuestos, conceptos y métodos comunes), carece –en muchos casos– de capacidad explicativa de las anomalías que presenta la nueva Sociedad de la Información. Las nuevas teorías económicas evolutivas, siguiendo la epistemología “popperiana”, todavía embrionarias, plantean nuevos modelos que añaden capacidad explicativa a los viejos, tratando de encontrar respuesta a cuestiones que quedan fuera del alcance de éstos. Así como la teoría “einsteiniana” encontraba explicaciones científicas en el espacio y el tiempo que la física de Newton no recogía, la nueva teoría evolucionista de la economía trata de enriquecer el modelo neoclásico para adaptarlo a los nuevos comportamientos del sistema económico.

Las tesis de la evolución económica, en sus formulaciones modernas, emergen de otras sólidas tradiciones científicas como la biología, los procesos irreversibles de la termodinámica, la teoría de sistemas y las teorías de la firma y la organización, que incorporan nuevos conceptos a la discusión económica: variación, selección, reproducción y herencia, aptitud y adaptación, población, sistemas abiertos, irreversibilidad, patrones de dependencia, interacciones elementales y ambiente exterior.

De este modo, la economía comienza a converger con la lógica del mundo físico y de los seres vivos que históricamente han sido consustanciales, en cuanto a evolución tecnológica y comportamiento, al sistema económico; incluso si la ciencia del pasado no lo tomó muy en cuenta.

La biología aporta, entre otros, dos singulares principios a la nueva teoría económica: la variación y la selección. La variación viene determinada porque los agentes económicos disponen de conocimiento imperfecto, que a su vez es diferente de unos a otros, debido al fenómeno de las diferencias de creatividad y aprendizaje que caracterizan a los seres vivos.

Las teorías evolutivas buscan una explicación del proceso que genera la variedad económica a través de la incorporación al sistema de innovaciones y mutaciones. Pero la variedad genera a su vez mecanismos de selección; la planificación empresarial es un buen ejemplo de selección de alternativas para mejorar la adaptación de las empresas a un ambiente cambiante. Aunque las teorías de la evolución niegan la existencia de un completo

determinismo, incorporan principios predictivos, característicos de las teorías científicas más desarrolladas.

Tomando de la termodinámica los conceptos de sistema abierto y cerrado, se asume que el sistema económico, como el sistema biológico, es abierto. Ambos poseen orden y



estructura, que no decaen en el curso de su evolución y cuyo grado puede ser predeterminado por la teoría de sistemas y el desequilibrio termodinámico.

Cabe atribuir a Joseph Schumpeter la intuición de anticipar las inquietudes que hoy constituyen el intento de construir una nueva teoría económica evolucionista; de manera que quizás debamos considerarle precursor y casi profeta del cambio a la nueva economía. Su original, y ahora clásico, concepto de la destrucción creativa, fue el primer alegato teórico acerca de la influencia de la innovación en el proceso económico; eje central, hoy, de la realidad económica que nos envuelve. Incluso Hayek, cuyas teorías no son compartidas por los nuevos economistas, dio una gran importancia al orden espontáneo, ofreciendo interesantes ideas a las nuevas teorías. Spencer, Marshall y Veblen también se encuentran entre quienes, de una u otra manera, anticiparon conceptos “evolutivos” de la economía. Con la excepción de Schumpeter –y hasta muy recientemente–, el cambio tecnológico no ha disfrutado de un lugar preeminente entre los economistas. Apenas si es mencionado en los libros de texto de economía y ocupa un espacio secundario en la literatura económica industrial.

## **Economía y evolución**

“En todos los niveles de la cosmología, la geología, la biología o en la sociedad se afirma cada vez más el carácter evolutivo de la realidad”, sostenía la prestigiosa revista científica *Scientific American* en octubre de 1994.

Desde que, hace casi veinte años, Daniel Bell e Irvin Kristol proclamaran una crisis en la teoría económica, tanto los fundamentos teóricos de la crítica como los hechos económicos que la sustentaban no han hecho más que arraigarse y extenderse.

En esta dirección crítica, Geoffrey M. Hodgson, un acreditado institucionalista de Cambridge, publicó en 1993 un sólido trabajo sobre economía y evolución publicado en español con el título “Economía y Evolución: Revitalizando la Economía”, que es hoy una guía

muy útil para entender lo vivo y lo muerto (1) en la ciencia económica a la luz de nuestros días.

Para Hodgson, el desarrollo de la teoría del equilibrio general ha alcanzado un callejón sin salida. Los intentos de los economistas, desde Bernard Mandeville y Adam Smith, de demostrar que las acciones egoístas pueden llevar a un orden social, e incluso a resultados óptimos, parece haberse desmoronado. A tales efectos, ya Arrow en 1987 señalaba, que “la gente no puede maximizar basándose en el egoísmo”.

Las dudas sobre el concepto racionalidad se han convertido en una importante corriente de pensamiento económico en la actualidad. Mark Lavoie, en 1992, señalaba que: “no se

puede conocer el todo a través de la suma de las partes, por lo que hay que desechar el atomismo individualista”.

La existencia de una crisis en el seno de la ciencia no garantiza que sea posible superar las anomalías para alcanzar un contexto teórico nuevo y superior. Además, la existencia de una pluralidad de líneas de pensamiento, desde casi el origen mismo de la ciencia económica, es una garantía de que un paradigma nuevo, en el mejor de los casos, sólo será aceptado por una parte de la comunidad académica y científica.

En *The crisis of vision in modern economic thought*, HEILBRONE y MILBERG (1995) plantean y analizan el estado de la contienda intelectual entre las principales corrientes del pensamiento económico: monetaristas, expectativas racionales, postkeynesianos, nuevos clásicos y neoinstitucionalistas, sin llegar a ninguna conclusión relevante. La razón de fondo de la convivencia de dispares visiones de la economía la toman de MANKIWI, quien sostiene que, a diferencia de Copérnico –que además de cuestionar el paradigma anterior creó uno nuevo–, el nuevo pensamiento económico sólo se queda en la primera fase del proceso. Así, sostienen los autores que: “en ausencia de una nueva y constructiva orientación de la teoría económica, los próximos años pueden ser de crecimiento intelectual desordenado con todas las inoportunas consecuencias políticas que tal desorden animaría”.

Incluso teorías que estuvieron en crisis durante tiempo, se ven a veces resucitadas. Tal es el caso de Hayek versus Keynes. José Luis Feito (2000), reivindica que la incapacidad teórica de Hayek para afrontar la crisis derivada del crash de 1929 frente a la de Keynes, se ha revertido. Hoy, según el autor, Hayek estaría más vigente que Keynes. La enorme riqueza contextual en la que se sitúan los hechos económicos permite más interpretaciones que en otros ámbitos de la ciencia.

De ahí que la pluralidad de concepciones en economía, lejos de ser una limitación, puede representar, como la propia libre competencia en el mercado, una oportunidad para una extensión rigurosa de las hipótesis científicas. Desde el origen de la ciencia económica hasta nuestros días, el atomismo y el mecanicismo –con la notable excepción de Carlos Marx– han dominado filosóficamente el pensamiento económico.

## **Emergencia del pragmatismo**

Una corriente de pensamiento realista o pragmática, encabezada por filósofos como Peirce y Whitehead, comenzó a criticar que la sociedad humana o las ideas puedan estar separadas de su fundamento natural. Impresionados por las ideas darwinistas, los pragmáticos, y luego los institucionalistas, incursionando la lógica y las matemáticas, promocionaron una filosofía organicista, que sirvió de base a la Teoría General de J.M. Keynes.

El punto central de dicha teoría social es que una estructura puede ser presentada como una propiedad en las interrelaciones entre determinados individuos o no. El organicismo niega que los individuos puedan ser interpretados como bloques analíticos inmutables o elementales. Al igual que una sociedad no puede darse sin individuos, el individuo no existe sin realidad social.

No obstante la fuerza y el relativo éxito metodológico de esta línea filosófica, el atomismo y el mecanicismo renacieron con fuerza después de las postguerras europeas. Geoffrey M. Hodgson atribuye a Hodgson, un economista institucionalista inglés, en línea con Keynes y Veblen, que: “Una unidad organizada, o un todo, no puede ser adecuadamente explicada mediante un análisis de las partes que lo constituyen: su totalidad es algo nuevo, cuyos atributos no pueden ser aprendidos a partir del estudio de sus partes contribuyentes, aunque deriven de éstas”.

Desde Peirce (2) ha venido desarrollándose un fascinante círculo intelectual integrado por realistas, pragmáticos, organicistas e institucionalistas, que está en camino de superar el cartesianismo y el materialismo mecanicista y encontrar una vía evolucionista de la teoría económica. Peirce fue un crítico implacable del cartesianismo. Para Descartes la fuente de todo conocimiento era una mente crítica racional y reflexiva; lo que indicaba un concepto indivisible de conciencia frente al plural aristotélico. La interpretación cartesiana de la historia ignora el proceso de formación del pensamiento que conduce a los descubrimientos.

Los filósofos empiristas se enfrentaron a Descartes desde la otra cara de la misma moneda. Mantenían la misma división del mundo –material y mental–, exagerando el papel de

los sentidos al interpretar el conocimiento, como una mera visión pasiva de la realidad exterior. Tanto el racionalismo como el empirismo subestimaron el papel de las costumbres, las acciones y las instituciones.

La dicotomía filosófica racionalismo-empirismo creó los famosos conceptos de “deducción” e “inducción” en los procesos de investigación. Peirce fue, en su crítica a ambas corrientes, el creador de un nuevo e ingenioso método filosófico: la “abducción” que es una sintética y genial concepción, que además de ser extraordinariamente útil, retrata perfectamente a su inventor.

Para Pierce, no sólo no podemos partir de una duda total –cartesiana–, sino que hay que comenzar por los prejuicios que, de hecho, tenemos. Con ejemplos tomados de la historia de la ciencia, Pierce (3) demostró que una hipótesis es diferente de la propia inducción porque la hipótesis supone algo diferente a lo que directamente observamos, y frecuentemente algo que sería imposible que pudiéramos observar; mientras que la inducción sólo infiere la existencia de un fenómeno tal y como lo hemos observado en los casos en que son similares. Para el fundador del pragmatismo, tanto la inducción como la deducción tienen un papel limitado para la ciencia, así como las propias matemáticas. Las matemáticas pueden ser útiles pero no centrales en la cadena formal del razonamiento.

Para superar sus limitaciones, Peirce añadió una nueva categoría a la clásica dicotomía entre inducción y deducción, a la cual denominó “abducción” (4), para referirse al proceso creador mediante el que se formula una hipótesis creativa. Por abducción, Peirce – según Hodgson –, parece entender un destello de creatividad intelectual, una intuición prendida en la marcha de los hechos asimilados; lo que sería equivalente al concepto serendipia (5), un término anticuado –acuñado por WIENER (1997)– que se aplica al arte de descubrir cosas sin buscarlas.

Para Peirce, una fuente importante de creatividad en una ciencia es la transferencia “abductiva” de una metáfora de un discurso científico a otro. Desde una perspectiva pragmática - institucionalista, Hodgson se plantea la cuestión de las metáforas en la economía. Después de repasar desde Aristóteles a Schumpeter, recuerda cómo Adam Smith apeló específicamente a la astronomía newtoniana en uno de sus ensayos.

En los últimos años, muchos autores han destacado lo que la ciencia económica debe a la física premoderna. El mecanicismo se constituyó en una influyente línea de pensamiento económico. Pero el sistema económico engloba a personas, no a meras partículas que

interactúan siguiendo las leyes de Newton. Los agentes económicos tienen intenciones y conocimientos; no es posible separar al observador del objeto observado. Aunque el pensamiento económico mecanicista no carece de valor, tiene serias limitaciones: excluye el conocimiento, la elección, la finalidad y el cambio cualitativo.

## **Evolución y economía**

La metáfora alternativa, a la luz de las insuficiencias mecanicistas para explicar la economía, no puede ser otra que la biológica. El recurso a las teorías evolucionistas y en particular a la biología es algo más que una posible táctica. Al fin y al cabo la economía atañe a seres vivos, no a meros particulares, fuerzas y energías. Aunque la biología no es una panacea, augura avances en la ciencia económica.

La física cuántica, que sustituyó el paradigma newtoniano, también tiene capacidad explicativa en una nueva economía interconectada, transportadora y procesadora de una cantidad de información desconocida hasta ahora. La posibilidad lógica de un modelo de pensamiento nuevo que toma en consideración al observador, no como un ente objetivo sino como una singularidad, forma parte de las teorías que sostienen el desarrollo de la física cuántica, así como el principio de la complementariedad aplicado a las teorías ondulatoria y corpuscular de la luz.

El riesgo de utilizar la biología en la ciencia económica está asociado a su lamentable asociación con el “darwinismo social”. Pero las analogías biológicas, si se salvan sus

aplicaciones más simplistas e interesadas ideológicamente, pueden resultar útiles para rescatar a la economía de sus patrones mecanicistas.

En todo caso, cada vez más pensadores están rompiendo con el arquetipo lineal y reduccionista que ha dominado la ciencia desde tiempos de Isaac Newton. Premios Nobel de física y economía tales como Murria Gell-Mann y Kenneth Arrow, junto con matemáticos y científicos, trabajan en el Instituto Santa Fe de New Mexico con la idea firme de crear una ciencia llamada “complejidad”. Nuevas ideas acerca de interconectividad, coevolución, caos, estructura y orden están forjando una nueva y unificada vía de pensamiento acerca de la naturaleza, la conducta social humana, la vida y el universo.

Por otra parte, la creciente y ya impactante influencia en la economía de las tecnologías de la información, la emergencia de un nuevo modo de economía interconectada y la formidable emergencia de bienes económicos intangibles, o no rivales en terminología de Paul Romer (1993), que escapan del análisis económico convencional y sin embargo cada vez adquieren más peso e importancia en la economía, refuerzan considerablemente los argumentos esgrimidos hasta ahora a favor de una visión evolucionista de la economía.

La aceleración del cambio tecnológico y la innovación y sus impactos en el crecimiento económico están generando también múltiples frentes de trabajos teóricos, que partiendo de una consistente crítica a las teorías neoclásicas de crecimiento –en las que tecnología se considera una variable exógena al sistema– se plantean nuevos modelos de crecimiento endógeno, basados en las teorías evolucionistas.

## **Pensamiento económico evolutivo**

Geoffrey M. Hodgson, en su citado trabajo *Economía y Evolución*, tras un riguroso análisis histórico de la evolución del pensamiento económico, encuentra muy sólidos y consistentes argumentos a favor de una línea de continuidad, con mayor o menor peso en cada época, de influencia de las teorías evolucionistas en la economía.

Según Hodgson, Mandeville –verdadero inventor del término “división del trabajo”– se inspiró en el orden complejo, pero productivo, de los insectos sociales. Su argumento de que la virtud pública –crecimiento de la economía–, puede surgir de los vicios privados –la codicia humana–, toda una transferencia metafórica del mundo animal a la sociedad humana, fue previo a las teorías de Darwin.

El propio Adam Smith, recuerda Hodgson, utilizó constantemente el término “natural”, para referirse a la famosa “mano invisible” por la que las interacciones entre las acciones individuales no intencionadas llevaban a resultados sociales coherentes. La diversidad y

la especialización, para Adam Smith, lejos de representar una desventaja, eran la base de la productividad creciente y del crecimiento económico.

David Hume, amigo de Smith, también se interesó por la evolución de las convenciones y las leyes. Tanto Smith como Darwin eran discípulos de Carl Linnæus, quien en 1751 publicó un influyente panfleto: *The Economy of Nature*. No obstante la contemporaneidad de las primeras teorías evolucionistas con Smith, sus metáforas estaban más relacionadas con los

sistemas mecanicistas. Malthus, por su parte, inspiró a Darwin en su teoría de la selección natural. Según confesó el autor, fue el concepto de “la lucha por la existencia” del *Essay on the Principle of Population* el que inspiró su visión general de la “sobrepoblación y la lucha”. Para Malthus, ningún tipo de mecanismo económico, incluido el mercado, podría acarrear un orden óptimo; y todo fin y todo medio deberían valorarse moralmente.

Diversos autores, mencionados por Hodgson, sostienen como un mérito de Malthus el haber proporcionado a Darwin medios para superar el tipo de razonamiento newtoniano.

Cabe concluir, pues, con la rica contribución de Hodgson, que hubo una transferencia de ideas de la economía política a la biología de Darwin. Parafraseando a Peirce, la abducción o recombinación intelectual de metáforas científicas ayudaron a Darwin a crear algo realmente novedoso.

Marx, aunque fue contemporáneo de Darwin y su teoría del cambio socio-económico es evolucionista, no fue influido por éste. Hasta el punto de que según Hodgson el sistema teórico de Marx resulta antagónico con las ideas evolutivas de Darwin. El marxismo es más revolucionario que evolucionista. En la cosmología de Marx, el equilibrio social newtoniano prevalecía sobre las acciones individuales. La fuerza científica del “origen de las especies” de Darwin no fue ampliamente apreciada hasta mucho más tarde; hasta el punto, según resalta Hodgson, de que fuese Spencer y no Darwin quien popularizara el término “evolución”, e inventara la frase de “supervivencia del más fuerte”.

Para Herbert Spencer, “evolución” implica un movimiento direccional universal desde un estado homogéneo a otro heterogéneo.

Mientras para Darwin la diversidad era el motor esencial para que se produjese la selección natural, para Spencer la diversidad era más bien la finalidad del proceso evolutivo, no su punto de partida. Para Spencer evolución y progreso eran sinónimos. En la moderna biología, sin embargo, la evolución no conduce necesariamente a la perfección (6).

Aunque los defensores actuales del *laissez-faire* sigan utilizando la evolución biológica para justificar sus creencias, Hodgson sostiene que las ideas evolucionistas de la biología

no defienden esta filosofía. El legado de Spencer: “la supervivencia del más apto” no es una tautología; el más apto no siempre es el que más éxito tiene.

Alfred Marshall, uno de los artífices de la teoría neoclásica, escribió: “la economía, como la biología, trata de un tema cuya naturaleza inherente y cuya constitución, así como su apariencia externa, están constantemente cambiando”. Se suele citar a Marshall por su afirmación de que “la meca del economista está más en la biología que en la economía dinámica”, pero recuerda Hodgson que añadió: “pero los conceptos biológicos son mucho más complejos que los de la mecánica; por ello un libro sobre Fundamentos tiene que dedicar un espacio relativamente importante a las analogías mecánicas”.

Carl Menger, contemporáneo de Marshall, consideraba el dinero como una paradigmática institución social “orgánica” parecida al idioma o la costumbre; es el resultado no planeado de un esfuerzo específicamente individual de los miembros de la sociedad.

El proceso evolutivo mengeriano es smithiano en su carácter, sostiene Hodgson. La explicación evolutiva de Menger, siendo valiosa, no es completa; existen buenas razones –la necesaria intervención del Estado– para creer que el dinero será una institución pragmática, pero no una institución puramente orgánica. En un famoso artículo publicado en 1898, Thorstein Veblen se preguntaba: ¿Por qué la economía no es una ciencia evolucionista? Veblen era consciente de que la metáfora evolucionista era crucial para comprender los procesos de desarrollo tecnológico en una economía capitalista.

Veblen, que se denominaba postdarwinista, defendió que la economía tenía que utilizar una metáfora de evolución y de cambio, y no las ideas estáticas y de equilibrio que habían sido copiadas por la economía neoclásica de la física.

Veblen, conocido como institucionalista, intentó desarrollar una teoría de la evolución socioeconómica, partiendo del supuesto de que el comportamiento humano está dominado por hábitos de pensamiento. Las instituciones, desde esta óptica, son “hábitos de pensamiento estables, comunes a la generalidad de los hombres”, moldeadas por la cultura, la práctica o la tecnología. Aunque el giro de Veblen hacia la biología fue incompleto, permanece su teoría de la evolución socio-económica, por la que las instituciones son a la vez unidades de selección y las que permiten que el sistema se reproduzca.

Para Veblen, la “mera curiosidad” es una de las principales fuentes del cambio tecnológico. La variedad y la causación acumulativa implicaban que la historia –en contra de Marx– no tenía “fase final”. “La historia de la vida económica del individuo es un proceso acumulativo de adaptación de los medios a los fines, que están cambiando acumulativamente, a medida que el proceso se va desarrollando, siendo tanto el agente como su entorno, en cualquier

momento del proceso, el punto culminante del último proceso”. “La cuestión no es el cómo se estabilizan las cosas en un estado estático, sino cómo cambian y crecen ininterrumpidamente”. Para Hodgson “el carácter perdurable de las instituciones, en Veblen, es equivalente a los genes en el mundo socio-económico”.

En el último cuarto de siglo, Richard Nelson y Sydney Winter (1982) han utilizado las ideas de Veblen para sus teorías evolucionistas de la empresa. Veblen, en el marco de su visión evolucionista de la economía, dio especial relevancia a la influencia de la ciencia y la tecnología en el capitalismo moderno. Para él, la ciencia y la tecnología eran los principales motores del avance económico y social. De este modo se anticipaba en medio siglo a Solow y Romer, quienes desde hace un par de décadas vienen trabajando para modelar cómo la tecnología afecta al crecimiento económico.

Joseph Schumpeter es considerado por Hodgson como “uno de los grandes mentores de la economía evolutiva”, no obstante su aparente esquizofrenia en simultanear su admiración a Darwin y a Walras. A pesar de que el cambio técnico forma parte de la teoría neoclásica, rara vez está integrado en el modelo de equilibrio general walrasiano. Sin embargo, Schumpeter define la evolución económica como: “los cambios en el proceso económico acarreados por la innovación y las reacciones del sistema económico a estas innovaciones”.

Para Hodgson, aunque el empleo por parte de Schumpeter de la noción de la “evolución económica” se suele asociar con la ilustrativa frase de la “destrucción creativa”, éste tiene mayor afinidad con el evolucionismo desarrollista y dialéctico de Marx que con la biología darwinista.

Para Schumpeter, la evolución significaba la negación de que el equilibrio puede alcanzarse como un estado de reposo permanente, y la aceptación de una novedad y un cambio incesantes. No obstante, su adscripción a la teoría del equilibrio general walrasiano resulta inconsistente con sus teorías de la innovación. De ahí que Hodgson diverja de quienes, como Nelson y Winter, consideran a Schumpeter un economista evolucionista. Al igual que Veblen, la grandeza de su obra reside más en sus destellos de lucidez que en su rigor sistemático. Pero, a veces, la lucidez puede ser más imperecedera que algunas teorías.

El solo hecho sociológico de la creciente moda intelectual de la innovación y la destrucción creativa schumpeteriana, incluso si superficial, ha accionado y de hecho sigue animando a los más conspicuos teóricos actuales de la economía evolutiva, que se consideran a sí mismos, aunque no tengan razón, seguidores de Schumpeter. Bastaría esta sola confesión de la



mayoría de los nuevos tratadistas de la evolución en la economía para justificar, al menos en el orden sociológico, que Frank Schumpeter sigue más vivo que nunca, ¡aunque sea paradójicamente!, para que sus seguidores acaben cuestionando su obra.

Frederick Hayek, según Hodgson, se sitúa a sí mismo como un evolucionista seguidor de Menger, y con él, de Mandeville, David Hume y Adam Smith. Para Hayek, un individualista metodológico como Ludwig Von Mises, según subraya Hodgson: “todos los fenómenos sociales sólo se pueden explicar, en principio, en términos de individuos, de sus propiedades, sus objetivos y sus creencias”. Para los seguidores de esta tendencia – cuyo origen filosófico se remonta a David Hume– el individuo debe ser considerado como un elemento constante.

La adscripción individualista de Hayek entra en contradicción con su planteamiento evolucionista, al que llega más tarde por influencia de Karl Popper, cuando admite –en contra de su posición anterior– que Darwin es uno de los grandes logros intelectuales de los tiempos modernos.

Para Hayek, los instintos de competición, rivalidad, interés propio e incluso agresividad son parte de nuestra herencia biológica, pero no otras tendencias como la cooperación y el cuidado de los demás. El concepto hayekiano de “orden espontáneo” se asocia con la idea de selección del grupo que tomó de la biología. Para Hayek, las instituciones y las costumbres fueron preservadas porque permitían al grupo en que habían surgido prevalecer sobre otros. Pero esta idea, según Hodgson, entra en contradicción con el individualismo metodológico de Hayek.

Una idea central de la literatura relativa a los sistemas complejos en evolución es el hecho de que un crecimiento económico sin perturbaciones no es una garantía de que esta feliz trayectoria siga produciéndose. Siempre cabe la posibilidad de un cambio morfológico abrupto, que no tiene porqué provenir de una fuente exógena.

Para Hayek, su visión parcial de la evolución lleva a un orden espontáneo sin que se plantee la posibilidad de un desorden (lo que justificaría políticas intervencionistas); pero la evolución no garantiza que el colapso y el caos no sean posibles. La adscripción de Hayek al análisis evolucionista plantea problemas tanto por su adhesión al individualismo metodológico como a la ideología liberal clásica.

## **La evolución y los hechos económicos**

Una vez planteada la oportunidad y el legado histórico del pensamiento económico evolucionista en términos crítico-descriptivos, cabe entrar a considerar si la evolución en economía conlleva alcanzar algún tipo de óptimo, es decir, de progreso. Para Michael

Ruse (7), el concepto histórico de progreso viene a significar que, de alguna forma, las cosas se dirigen de manera teleológica hacia la perfección, con la humanidad como mediadora.

Este concepto decimonónico sufrió dos golpes fatales. Primero de Darwin, al plantear la evolución como un fenómeno oportunista, no necesariamente orientado hacia un fin. Después de Mendel, al establecer que la genética evoluciona aleatoriamente. La teoría sintética moderna de la evolución (mezcla de la selección darwiniana y la genética mendeliana actualizada por la revolución de la biología molecular) despoja a ésta de sus orígenes progresivistas.

En contra de lo que Hayek y Friedman asumen, los tipos de comportamiento seleccionados mediante un proceso evolucionista competitivo no son necesariamente superiores ni relativamente eficientes. Los avances de la biología moderna y la teoría evolucionista general, rechazan la idea de que la evolución sea forzosamente una fuerza optimizadora y progresista.

Aunque no es posible sostener que todas las leyes biológicas tienen relevancia para la evolución económica, se presentan paralelismos suficientes que reafirman el interés en las analogías evolutivas en economía. Así, según recuerda Hodgson, Armen Alchian en 1950 argumentó la implicación “evolucionista” del comportamiento maximizador de los agentes económicos, afirmando que los individuos y las empresas más aptas son las que mayor posibilidades tienen de sobrevivir y prosperar. El éxito selectivo, según Alchian, depende del comportamiento y de los resultados, no de las motivaciones.

La teoría neoclásica, incapaz de explicar muchos acontecimientos económicos del presente, pretende, con planteamientos y crecientes supuestos auxiliares, alargar su vida. Pero incluso las nociones del núcleo duro, en términos lakatianos (8), de racionalidad y equilibrio están cada vez más cuestionadas.

La ciencia decimonónica, de origen tomista, se caracterizaba por un planteamiento reduccionista del análisis: los gustos individuales y las funciones de preferencia, en el ámbito

de la ciencia económica, se consideraban dadas. Pero según Karl Popper, la reducción no puede tener éxito; es necesaria hasta cierto punto, pero nunca puede ser absoluta. La reducción, per se, no es rechazable, sí lo es su alcance. El individualismo metodológico es una de las más significativas expresiones del reduccionismo en las ciencias sociales. Este planteamiento, además de los neoclásicos, ha estado apoyado también por la escuela austriaca liderada por Mises y Hayek.

Un paradigma epistemológico alternativo, el del “globalismo metodológico”, según el cual los fenómenos sociales sólo pueden explicarse en términos de estructuras, instituciones y culturas sociales, es también esencialmente reduccionista.

La teoría del caos ha puesto fin a la idea de que la economía puede funcionar únicamente basándose en el criterio de realizar predicciones correctas. Para estas teorías, - Gleick (1988) – es demostrable que en los sistemas no lineales el más mínimo cambio en los parámetros esenciales puede acarrear consecuencias dramáticas.

Tal y como PRIGOGINE (1997) demostró con su teoría de las estructuras disipativas, “en la evolución de los sistemas dinámicos, el desequilibrio es la condición necesaria para su crecimiento”.

El impacto de la teoría del caos para la ciencia, según Hodgson, tiene visos de ser muy profundo. No sólo se desmantela la común obsesión de efectuar predicciones precisas; se pone en duda toda la tradición tomista de la ciencia, de intentar reducir cada fenómeno a sus partes componentes.

Edith Penrose replicó la tesis de Alchian sosteniendo que la analogía de la selección natural de la biología es débil puesto que no hay en economía nada equivalente a los rasgos hereditarios.

También es común el caso, entre los economistas, de argumentos evolucionistas para inferir que la competencia es eficiente. Sin embargo, hay evidencias de que las empresas cooperativas y participativas tienen una mayor productividad y longevidad.

El Dr. Pangloss (9), ese personaje volteriano que acompaña a Cándido en parte de su accidentado periplo por la vida, que siempre encuentra explicación positiva o posterior para todo, también aparece con frecuencia en las versiones más simplistas –y por tanto insuficientes– de las analogías evolutivas. Así, frente a las afirmaciones panglosianas, del

tipo: “La competencia siempre implicará que las instituciones más eficientes sobrevivirán y las ineficientes perecerán”, o de este otro: “Si existen empresas jerarquizadas, es porque son más eficientes y adecuadas para la supervivencia”, es decir, según las cuales: “Todo es para lo mejor en el mejor de los mundos posibles”, no dejan de ser observaciones simplistas difícilmente colegibles por la realidad.

Aunque Alchian, Friedman, Hayek, Williamson y otros autores, según Hodgson, sostienen que la evolución establece una especie de clasificación a favor de las empresas o agentes más eficientes o más competitivos, tales metáforas evolutivas no especifican cuáles son exacta y detalladamente los posibles procesos causales que permiten defender sus conclusiones.

Para Simon (1972): “El supuesto que se suele hacer en los estudios administrativos de que un acuerdo es efectivo por el mero hecho de existir, es un argumento circular de la peor especie”; y para Gregory Dow: “Es demasiado fácil abusar de los argumentos de relación económica limitándose a decir que las formas de organización supervivientes son eficientes ipso-facto”.

La simplista y panglosiana afirmación de que las empresas que triunfan son las mejores, y que llega incluso a procurar tratados acerca de la excelencia empresarial basados en una síntesis de cualidades de las empresas aparentemente más sobresalientes, presenta carencias evidentes. La primera tiene que ver con el hecho de que raramente la mayoría de las empresas seleccionadas como de referencia terminan sobreviviendo; más bien fracasan algunas, lo que resta consistencia histórica al argumento.

Por otra parte, el tipo de atributos que se eligen para determinar las empresas excelentes suelen ser de naturaleza débil y más bien episódicas y superficiales. La moda en vigor que presupone que las mejores empresas son las que maximizan el valor para sus accionistas, es de una simpleza estremecedora: es equivalente a suponer que la altura de un surfista, –suponiéndola un atributo positivo– no tiene que ver con la de la ola que lo soporta. En general, la literatura económica que trata de modelizar las buenas empresas sobre la base de los atributos de las que aparentemente tienen éxito, raramente sobrevive o alcanza vigencia o simplemente algún interés poco tiempo después.

Otra analogía biológica que frecuentemente es objeto de simplificación es la que se refiere a la fecundidad. El que una determinada forma organizativa sea más numerosa –procrea más– no tiene porqué implicar mayor eficiencia. Las corporaciones multinacionales son predominantes no porque sean más eficientes sino simplemente porque sus activos y

experiencias les permiten penetrar en ámbitos regionales y nacionales y reproducirse en ellos.

Puesto que la selección y la reproducción no se producen en ambientes libres de influencias institucionales, la dimensión empresarial, al influir directamente en las instituciones que conforman el medio ambiente –el mercado en este caso–, puede favorecer la reproducción, no tanto por su excelencia organizativa como por su capacidad de influir en el medio.

En relación con la trayectoria evolutiva de los sistemas biológicos o económicos, Hodgson pone de relieve que ciertas pautas de desarrollo pueden bloquear otras más eficientes y deseables. Un ejemplo relevante es el del transporte basado en vehículos motorizados que, según Michael Best, tendió a excluir el desarrollo gradual de otros medios de transporte alternativos.

ARTHUR (1994) plantea la paradoja tecnológica del reloj de doce horas, diseñado en 1550, más de un siglo después de que Paolo Uccello, en 1443, concibiera e instalara el primer reloj público –de 24 horas–, en la catedral de Florencia que, a pesar de ser el primero y mejor del mercado, terminó fracasando.

Joel Mokyr (1990), por su parte, afirma que: “De haber vivido las cosas distintas, podríamos estar conduciendo coches de vapor, hacer funcionar nuestras fábricas con energía hidráulica y estar cruzando el Atlántico con zeppelines”.

Un ejemplo arquetípico del problema biológico del desarrollo creódico –“trayectoria estable del desarrollo de las especies causada por la evolución de secuencias de control jerárquicas del genotipo”– es el del teclado “QWERTY”, que se ha impuesto por completo en el mercado hasta el punto de excluir otras formas de teclados más eficientes. Los anchos de vías ferroviarias, los estándar VHS, GSM, etc. son otros casos de desarrollo creódico, en que el resultado depende de la trayectoria seguida y tiene cualidades arbitrarias. En el ámbito de la economía interconectada, como se vio en el capítulo anterior, las redes, al multiplicar exponencialmente el éxito inicial de un producto físico o lógico, tienden a generalizar el desarrollo creódico del sistema económico. El contexto y la frecuencia no crean atributos que garanticen el éxito, ni en biología ni en economía.

La supuesta racionalidad universal de los agentes económicos resulta cuestionada desde la lógica biológica. La utilización de la física y la biología para explicar y entender los fenómenos económicos ya está ofreciendo resultados incluso en ámbitos como las bolsas de valores. Un reciente estudio de EGUILUZ y ZIMMERMANN (2001) sostiene que las grandes subidas y bajadas bursátiles pueden explicarse como consecuencia de “un comportamiento gregario de los agentes económicos, quienes uniéndose en grupos de opinión reaccionan ante la propagación de rumores”. Los investigadores aplican métodos de la física moderna y dibujan una red informativa de conexiones entre los brokers. El comportamiento de los agentes en red facilita liderazgos inesperados: uno de ellos toma una decisión, que una vez conocida por el resto es imitada de la misma forma que un animal sigue a la manada.

Argumentos del tipo del de Friedman, por el que la selección natural favorece forzosamente a los maximizadores de beneficios, no son correctos. Las características de las empresas más aptas para un contexto dado no son necesariamente las más adecuadas para otro contexto. El pensamiento evolucionista actual, que mantiene el elevado rango de una ciencia real, operativa y madura, descarta que la selección natural favorezca necesariamente a las unidades más eficientes. De hecho, no existe ninguna garantía de que las empresas realmente más eficientes terminen por ser seleccionadas en un proceso evolucionista competitivo.

Por otra parte, atendiendo a la influencia y naturaleza del entorno, el comportamiento no es sólo consecuencia de éste, sino que es también, en parte, su causa. De hecho, las grandes corporaciones sobreviven no tanto porque tengan un comportamiento más eficaz como porque, merced a su dimensión, tienen poder de influencia en el entorno, que

pueden llegar a cambiar según sus conveniencias. La actual corriente de fusiones y grandes concentraciones empresariales, aunque se suele justificar por razones de eficiencia económica, puede deber más al peso e influencia en el entorno que conlleva el aumento de dimensión económica, aunque sean razones socialmente menos confesables.

## **Evolución e intencionalidad humana**

Después de examinar la procedencia de aplicar las teorías biológicas a la economía y descartar, sobre la base del actual pensamiento evolucionista, que la evolución sea un fenómeno teleológico, sino más bien una síntesis de la selección natural (Darwin) y la variación aleatoria (Mendel), cabe preguntarse por la función que juega la “intención

humana”, o el comportamiento consciente. La idea de individuos con preferencia es tan central a la economía ortodoxa, que se ha llegado a decir que la economía es la “ciencia de la elección” (10).

Desde los marxistas a los marginalistas y finalmente Ludwig Von Mises (1966) en su *Acción Humana*, consideran que la intencionalidad humana es consustancial al sistema económico. Resulta paradójico, sin embargo, que el énfasis puesto en la intención o capacidad de elección humana no se manifieste en los modelos económicos, que tienden a ser más bien deterministas.

La teoría neoclásica es conceptual e implícitamente determinista, ya que el individuo maximiza su utilidad con unas preferencias dadas y unas restricciones objetivas.

Para DOUGLAS NORTH (1981), la teoría neoclásica puede explicar cómo y porqué los individuos actúan por su propio interés, pero no cuando lo hacen por altruismo: ¿cómo explicar las anónimas donaciones de sangre y las organizaciones de voluntarios? Si no fuera por estas actitudes humanas, “el mundo neoclásico sería una jungla y ninguna sociedad sería viable”.

El ser humano, a diferencia de un ordenador que puede aprender de sus errores – inteligencia artificial– y perseguir objetivos, puede cambiar éstos sin ningún estímulo externo. La economía ortodoxa no incorpora la posibilidad del libre albedrío, es decir, de una causa no causada. Tal y como sostiene Karl Popper, para la ciencia física, que tras su desviación determinista decimonónica se encamina ahora hacia el indeterminismo, la ciencia económica necesita orientarse en la misma dirección.

Peirce es, según Hodgson, uno de los primeros filósofos modernos que acuñaron la noción de que existe una indeterminación objetiva si queremos entender la diversidad manifiesta del universo. Después de que la teoría cuántica señalara una indeterminación omnipresente no sólo en los recovecos del cerebro humano sino también en cada átomo de materia, algunos economistas analizaron y aceptaron la idea de una indeterminación objetiva del mundo.

Cabe resaltar que Karl Popper, además de rechazar el determinismo científico e incluso el metafísico, abrió la puerta a un posible libre albedrío de los animales como consecuencia de la indeterminación del movimiento neuronal; hasta el punto de defender que las preferencias de los animales y su consciencia podrían ser decisivas en la evolución. Aunque no podamos demostrar la existencia de la indeterminación –se trataría de un problema metafísico en lenguaje popperiano– sí se ha demostrado la inexistencia del determinismo, y sobre todo, a

través de la teoría matemática del caos, que incluso un mundo determinista se comportaría con una aleatoriedad aparente y de forma impredecible.

## **La teoría del caos y la economía**

Gleick (1988) ha demostrado que el más mínimo cambio en los parámetros cruciales puede acarrear consecuencias dramáticas, habiendo socavado todo el edificio de la ciencia predictiva y reduccionista. Para la escuela austriaca, el individuo está dado; ignora el papel de las instituciones y de la cultura a la hora de moldear las percepciones y las acciones humanas. De hecho, ni el individuo está predeterminado ni la indeterminación es total.

Un ciudadano de la Europa del Este de hoy, después de décadas de autoritarismo, no puede tener los hábitos de pensamiento de otro ciudadano del Oeste europeo. El entorno influye, pero no determina las intenciones y las acciones de los individuos. Cabe concluir que la acción humana es en parte predecible y determinada y en parte no. El futuro económico sigue siendo incierto, pero no totalmente. Según sostiene Koestler, la intención y el propósito no deben ser excluidos del proceso evolucionista.

Los aparentes éxitos analíticos y prácticos de la física clásica inspiraron los programas reduccionistas de los economistas ortodoxos. Tras más de un siglo de esfuerzo acumulativo, la economía, según Hodgson, está hoy más confusa y desordenada que antes. En vez de consenso, existe una plétora de escuelas y planteamientos rivales.

El concepto de entropía en termodinámica, –según el cual el cambio macroscópico tiene una dirección en el tiempo: el universo se mueve del orden al desorden–, ayuda, adicionalmente, a cuestionar el reduccionismo extremo, que al direccionar un organismo hasta sus partículas más elementales pierde de vista todo aquello que caracteriza el sistema vivo.

Para Karl Popper: “Nuestro universo es en parte causal, en parte probabilístico y en parte abierto: es un sistema emergente”. Charles Peirce, por su parte, consideraba que: “En la naturaleza existen elementos de indeterminación, de espontaneidad o de azar absoluto”.

La teoría del caos no deja de ser una victoria vacía de contenido contra el determinismo. Un sistema dinámico, de hecho, contiene, junto a procesos caóticos, sutiles fuerzas de orden. Así, Prigogine (1997) demuestra que la autoorganización puede surgir en los sistemas

complejos. Las nuevas formulaciones de los procesos irreversibles y las estructuras disipativas en forma de bifurcaciones, a las que Prigogine aportó una contribución fundamental, pueden ayudar a entender la innovación y la diversificación en la economía, además de en la física y en la química.

La teoría del caos sugiere la posibilidad de que la estructura y el orden convivan con el caos. Es posible concentrarse simultáneamente en las características estructurales del sistema y en la psicología del comportamiento social sin conocer los detalles que afectan a cada persona.

## **Las instituciones económicas**

El interés por el análisis económico de las instituciones está resurgiendo con fuerza los últimos años. En un reciente trabajo titulado: *Making sense of institutions as a factor shaping economic performance*, NELSON (1999) sugiere que “las instituciones definen o conforman las “tecnologías sociales”, que son el modo de hacer actividades que envuelven la interacción humana. El crecimiento económico resulta de la coevolución de las tecnologías sociales y físicas”.

Aunque el reduccionismo extremo ni es posible ni deseable, ello no significa que no sean necesarias algunas categorías relativamente permanentes sobre las que desarrollar el análisis económico. Para que una categoría perdure debe contener cualidades invariables. Las instituciones sociales, desde este punto de vista, cumplen una función esencial. Los comportamientos y los hábitos de pensamiento de la gente son de naturaleza rutinaria y perdurable, y, para Veblen, desempeñan un papel evolucionista similar al gen en el mundo natural.

Una institución, según Mirowski, es “una invariabilidad socialmente construida”. Es el resultado de procesos de pensamiento rutinizados compartidos por un conjunto de personas de una determinada sociedad. Las instituciones, pueden en sí mismas, cambiar. Lo importante es su perdurabilidad. El papel de las instituciones y del cambio institucional en el crecimiento se ha convertido en un tópico que cada vez atrae a más estudiosos, aunque desde que Coase publicara en 1937 su famoso artículo sobre *La naturaleza de la firma*, el análisis institucional se puede considerar abierto.



Para la mayoría de los institucionalistas, el análisis de las instituciones permite definir las reglas de juego de la economía. Para NELSON (1999), “unas reglas de juego bien asimiladas facilitan las interrelaciones humanas y hacen relativamente predecible lo que las otras partes harán en un contexto determinado, lo que permite decisiones individuales y negociaciones multilaterales”.

Hodgson recurre a Schotter al señalar que las instituciones deben ser definidas no tanto como reglas de juego como “la manera en que realmente se juega”, y recuerda que el orden social, además de generar instituciones, establece jerarquías. Asimismo cita a Arthur Koestler: “Las jerarquías se pueden considerar como estructuras que se ramifican verticalmente” y cuyas ramas se entrecrocán con otras jerarquías en una multiplicidad de niveles y de redes con forma “horizontal”; la ramificación y la reticulación son principios complementarios en la arquitectura de los organismos y de las sociedades”.

La información, una vez convertida en conocimiento, es codificable y jerarquizable. El conocimiento tácito, no codificable, es más difícil de cambiar o aumentar. De ahí que la economía sea más elástica a los cambios de precios y otros indicadores en sectores punteros en innovación e I+D que en los tradicionales.

Según Hodgson: “Cuanto más cerca estemos del extremo codificable en la jerarquía del conocimiento, mayor será el grado de adaptabilidad y cambio en el contenido de ese conocimiento. Por lo tanto, es probable que los cambios en el conocimiento tecnológico, o en los precios, o en la información relativa a los gobiernos y a las leyes, sean responsables de los cambios más dramáticos en la velocidad y dirección del desarrollo socio-económico. Por lo contrario, es probable que un cambio más gradual y perdurable surja del extremo no codificable del abanico: un cambio profundamente embebido por los hábitos y las rutinas”.

Este sintético y rico razonamiento de Hodgson enlaza muy bien con el objeto de este trabajo: el estudio y medición de los impactos de las tecnologías de la información, codificados y no codificados, en la economía y la sociedad. La capacidad de adaptación a los cambios o conservar los hábitos y rutinas es diferente en los distintos niveles jerárquicos.

Freeman (1994) propone, al efecto, una taxonomía jerárquica de las clases y niveles de innovación a partir de innovaciones incrementales que suelen surgir del “aprender haciendo”, hasta cambios mayores y más duraderos en la tecnología.

En economía, a diferencia de la biología, es posible transmitir hábitos y rutinas sin que se produzca una transferencia de personas. El boca a boca, las redes informales y la imitación adquieren suma importancia en las economías modernas.

Tal y como M. Castells y P. Hall (1994) demostraron cumplidamente en Las tecnópolis del mundo, Silicon Valley se ha convertido en la máxima expresión – una verdadera intuición -, de la innovación y el cambio tecnológico, gracias a la convivencia, en un espacio existencial limitado, de gentes que de manera informal intercambian información y puntos de vista permanentemente.

Para Hodgson: “La revitalización de la economía pasa por prestar atención simultánea tanto al pensamiento de los términos de población como a los niveles de análisis superiores al individuo”. El sistema económico puede tratarse como una variedad y un nivel de análisis legítimo, si tiene su propio conjunto de estructuras institucionales intrínsecas, siendo un componente unificador su cultura.

Hay que aprender de las lecciones del pasado, y nada mejor, según Hodgson, que volver al estudio de la historia de la ciencia. Es necesario cambiar los fundamentos mecanicistas y utilitaristas por la metáfora biológica. La biología ha florecido; ahora está establecida para poder recoger el prestigio que la física ha tenido a lo largo de tres siglos y está destinada a ser la ciencia que lidere el siglo XXI.

## EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA Y ECONOMÍA

El cambio cualitativo ha estado ausente del análisis económico, si se exceptúan las aportaciones intuitivas de Schumpeter. Dosi, Nelson y Saviotti, desde 1994, son entre otros los autores más significativos en el desarrollo de teorías evolutivas de la economía basadas en el cambio tecnológico que desde un punto de vista histórico tan bien ha ilustrado Joe Mokyr.

### El ciclo de vida de las teorías

Existen considerables evidencias acerca de cómo las teorías no emergen completas y perfectas, sino que van madurando en torno a un conjunto de conceptos fundamentales y herramientas intelectuales. El concepto de paradigma de KHUN (1962) (11) se adapta bastante bien a la situación descrita.

LAKATOS (1974) (11) sostiene por su parte que el núcleo duro de una teoría puede ser creado primero, para ser protegido después por un cinturón protector de hipótesis o teorías complementarias. Desde esta perspectiva epistemológica, el núcleo duro de una teoría evolucionista de la economía se estaría construyendo ahora, pero con la dificultad añadida de que alcanzar un consenso en economía, al fin y al cabo una ciencia “blanda”, es más difícil que en las ciencias puras.

Una teoría comienza a estar obsoleta cuando no puede explicar ciertos hechos que comienzan a ser tratados como anomalías. En el ámbito de la teoría económica, la creciente penetración de las nuevas tecnologías, especialmente la informática y las telecomunicaciones, en el sistema económico, ya sea en el proceso de producción como en el de distribución, lo están dinamizando de una manera cada vez más apreciable, hasta el punto de que muchos de los nuevos comportamientos de la llamada nueva economía comienzan a ser tratados como simples anomalías –que siempre han existido, se dice– del paradigma clásico sin más.

Sin embargo, cada vez se alzan más voces que tratan de explicar la economía como un sistema evolutivo y vivo, sobre bases teóricas biológicas, frente a quienes –todavía una gran

mayoría– siguen tratando de explicar los hechos económicos contemporáneos mediante las teorías neoclásicas basadas en el determinismo newtoniano.

Las teorías evolucionistas de la economía consideran la innovación, ya sea en forma de productos, procesos, materiales, mercados u organizaciones, como el eje central del

proceso de desarrollo económico. El concepto evolucionista, aplicado a las nuevas teorías económicas, está asociado a la biología moderna, que constituye uno de los cuerpos teóricos más avanzados y sólidos de las ciencias de hoy.

Las teorías termodinámica y de sistemas aportan elementos que se adaptan muy bien al análisis económico. La distinción entre sistemas cerrados y abiertos, –según intercambien o no energía con el exterior–; el concepto de entropía, o grado de desorden de un sistema termodinámico; la reversibilidad o irreversibilidad de los cambios acontecidos, son, evidentemente, supuestos trasladables al análisis del sistema económico.

Las teorías biológicas, que han puesto gran énfasis en los cambios cualitativos, son una poderosa fuente de inspiración conceptual para modelar una nueva teoría evolutiva de la economía. El sistema biológico, como el económico, son abiertos, poseen orden y estructuras y se comportan según la teoría del desequilibrio termodinámico. Los principales elementos de la evolución biológica: la variación y la selección, están asociados a los fenotipos –aparición externa de un organismo– y los genotipos –características genéticas contenidas en el DNA–; tales características pueden ser extrapoladas para el análisis de los sujetos económicos.

Las teorías de la firma y la organización, –éstas, conceptualmente más próximas–, contienen también muchos elementos de juicio trasladables a una teoría económica evolutiva. El conocimiento imperfecto y la adaptación a un medio ambiente local sirven al análisis económico de un sistema económico abierto y evolutivo.

## **Conceptos evolutivos clave**

Frente a las tecnologías que han sido impulsadas –más bien en el pasado–, por la ideología, las tecnologías creadas por el genio humano en un marco de libertad, según DYSON (1998), compiten y fracasan según el proceso darwiniano natural de la evolución que conduce a mejoras y al posible éxito posterior.

Pier Paolo Saviotti (1996) plantea una aproximación a la economía evolutiva desde una perspectiva biológica, recurriendo a conceptos básicos tales como: variedad, selección, reproducción y herencia, salud y adaptación, población, interacciones elementales y medio ambiente.

En todos los casos citados el autor encuentra similitudes entre los mundos biológico y económico, y por tanto utilidad a las herramientas teóricas de la biología como para aplicarlas a la fundamentación teórica de una economía evolutiva. Sin embargo, algunas cuestiones quedan en el aire. El poder predictivo, que se considera un atributo típico de la

teoría económica, no aparece en la teoría biológica, que reniega del determinismo y por tanto de la predicción.

El cambio tecnológico es el campo de estudio que ha proporcionado más importantes contribuciones al desarrollo de la teoría evolucionista de la economía. Por su parte, los libros de texto, los programas académicos de enseñanza universitaria y los economistas en general siguen omitiendo el tratamiento de esta pieza crucial del desarrollo económico. Apenas, cuando se cita a Joseph Schumpeter, se le otorga importancia al papel del cambio tecnológico en el devenir económico.

## **Una modelización del cambio tecnológico**

“¿Pueden las bifurcaciones ayudarnos a entender la innovación y la diversificación en otros campos que no sean los de la física y la química? ¿Cómo resistir la tentación de aplicar esas nociones a problemas relevantes de la biología, la sociología y la economía?, se pregunta PRIGOGINE (1997).

Saviotti, en un intento de modelizar el cambio tecnológico desde una óptica biológica, se plantea en primer lugar una caracterización de la evolución de la tecnología por la que ésta sería análoga a un organismo vivo que compitiera por sus clientes.

Para representar formalmente la tecnología, Saviotti recurre a dos conjuntos de elementos: técnicas y servicios, –representados en forma de matrices verticales–. Las técnicas serían los modos de producir un servicio, –un pájaro y un avión representan dos maneras técnicas de producir el mismo servicio–, mientras que el servicio es aquello que proporcionan las tecnologías.

Si se considera el conocimiento tecnológico como un insumo en el proceso de producción y los servicios producidos como un output, diversas combinaciones de insumos pueden producir una variedad de servicios. Estudiando la evolución tecnológica desde el punto de vista de la población –en sentido biológico–, la fragmentación y la especialización toman carta de naturaleza; las matrices inicialmente consideradas se desdoblan entonces para amparar estas formas de evolución.

La competencia basada en la innovación tecnológica no encaja en el modelo teórico convencional de la economía. La competencia perfecta es inexistente en el mundo biológico y es difícilmente adaptable a una economía dominada por el cambio tecnológico. En el mundo biológico, las especies compiten por los recursos disponibles en su hábitat. La intensidad de la competencia es función del número de especies por nicho en un hábitat dado.

Estas ideas pueden ser adaptadas a la evolución tecnológica. Las tecnologías compiten por sus usuarios; por atender sus requerimientos y para proporcionarles servicios. El

conjunto de servicios suministrados se correspondería con un hábitat biológico. En estas condiciones, el grado de competencia aumenta conforme lo hacen los proveedores de los servicios suministrados por una tecnología dada.

En la medida en que haya una alta densidad de proveedores de los mismos servicios, la competencia será mayor. Pero en la medida en la que la tecnología se diversifica, la densidad de proveedores disminuye y la intensidad de la competencia también. La competencia es más intensa cuando más accesible es la tecnología, y casi inexistente cuando su dominio es más exclusivo. En la nueva economía, basada en una innovación continua y en la emergencia de nuevas tecnologías, la densidad de la población de los proveedores de servicios similares tiende a ser cada vez menor, y la competencia entre ellos casi inexistente.

La proliferación y la intensidad de nuevas tecnologías en la producción y distribución del sistema económico están poniendo en cuestión, progresivamente, el modelo de competencia perfecta de la economía clásica. El paradigma alternativo, todo parece indicar, provendrá del mundo biológico.

## **Consecuencias de la variedad tecnológica**

La variedad tecnológica (12) crece con el desarrollo económico y es una condición necesaria para que éste tenga lugar; la evolución de las tecnologías del transporte y las telecomunicaciones, determinantes de la nueva era económica, que ya estamos viviendo, representan un buen ejemplo de cómo la especialización y el surgimiento de nuevos productos son consustanciales de la evolución tecnológica y que la sustitución de unos productos por otros ocupa un papel menos relevante.

El modelo de evolución tecnológica de Saviotti concluye que las mejores condiciones para el crecimiento de la variedad y, por tanto, del desarrollo económico, requieren que la competencia intertecnológica sea menos intensa que la intratecnológica. Esta tesis coincide con la visión de Mokyr de la Revolución Industrial, en la que descubrió más avances, para el desarrollo económico, en las innovaciones fragmentarias endógenas que en las radicales exógenas.

El crecimiento de la productividad es sólo uno de los efectos del cambio tecnológico; otro efecto es la introducción de nuevos productos y servicios. Pero la variedad sólo puede ser generada si la mejora de la productividad en las actividades preexistentes libera recursos que puedan ser aplicados a la producción de nuevas tecnologías.

La generación de variedad tecnológica se ve favorecida por el comercio internacional y limitada por las fronteras al mismo. Una economía globalizada ofrece ilimitadas posibilidades a la creatividad y la proliferación de nuevas tecnologías. Teniendo en cuenta que, según Schumpeter, la innovación es consustancial con el crecimiento a largo plazo de la economía, la nueva economía, interconectada, global e intensiva en variedad tecnológica, es especialmente apropiada para que dicha tesis pueda verificarse.

Los procesos de especialización y la generación de nuevos productos tienden a reducir la intensidad de la competencia en el mercado, como bien estableció Schumpeter. En la medida en que la economía es más intensiva en dichos procesos, el crecimiento a largo plazo estará crecientemente basado en monopolios; como de hecho ya está sucediendo en los sectores económicos tecnológicamente más avanzados.

La mejor manera de evitar los inconvenientes de los monopolios de la nueva economía es favorecer la competencia intratecnológica en vez de la intertecnológica. Saviotti ha demostrado, con su modelo de evolución tecnológica, que, cuando la competencia entre

tecnologías es muy alta, muchas de ellas saldrán del mercado; entonces la variedad disminuye y el desarrollo económico también. La variedad tecnológica aumenta, sin embargo, cuando los miembros de una población tecnológica, –los proveedores tecnológicos–, más que competir entre ellos, tratan de constituir un nicho. Las nuevas poblaciones tecnológicas establecidas en nichos tienen más posibilidades de sobrevivir si la competencia entre tecnologías es menos intensa que la competencia dentro de una misma tecnología.

El análisis de Saviotti acerca de la evolución tecnológica y su variedad, engendradora de crecimiento económico, incluye una reflexión acerca de cómo éstas aumentan los requerimientos de información y por tanto los costes. Usando el concepto entropía, desde la parte de la oferta, los costes de información pueden ser reducidos, bien mediante cambios organizativos o adoptando tecnologías más eficientes para su tratamiento. Las tecnologías de la información, que por una parte favorecen la variedad tecnológica, y por tanto el incremento de los costes de la información, procuran, sin embargo, remedio a tal ineficiencia, siendo el efecto de su aplicación al sistema económico de suma positiva.

## **Algunas conclusiones**

“La actividad humana, creativa e innovadora, no es ajena a la naturaleza. Se la puede considerar una ampliación y una intensificación de rasgos ya presentes en el mundo físico, que el descubrimiento de los procesos alejados del equilibrio nos han enseñado a descifrar”; tal es la tesis de PRIGONINE (1997) en el ámbito de las ciencias físicas.

Frente a la teoría económica tradicional, sólo interesada en los efectos del cambio tecnológico sobre variables económicas preestablecidas, los nuevos planteamientos

teóricos indagan acerca de los actores y los mecanismos internos de dicho cambio auxiliándose de principios termodinámicos y biológicos.

La necesidad de incorporar análisis cualitativos al proceso económico es cada vez más evidente, y la innovación tecnológica es la principal fuente de cambios cualitativos en la economía.

Tanto el tratamiento analítico de los procesos de cambio tecnológico, como el de los impactos cualitativos de la innovación tecnológica en la economía, se integran en un nuevo frente teórico de batalla, el de las teorías evolucionistas de la economía. Estas teorías

emergen por la convergencia de tradiciones científicas como la biología, la termodinámica, la teoría de sistemas, la teoría de la firma y las teorías de la organización.





## EL NUEVO CRECIMIENTO ECONÓMICO

### Introducción

Desde un punto de vista conceptual, siguiendo a JOSÉ LUIS GARCÍA DELGADO (1998), los factores que determinan el crecimiento a largo plazo de la economía podrían sintetizarse en tres grupos:

- Instituciones: entorno internacional y marco institucional.
- Recursos y factores productivos: recursos naturales, factor trabajo y capital fijo existente.
- Aumento de la productividad: resultado del progreso técnico y el aumento de capital por trabajador.

Si se analiza desde una perspectiva histórica, el crecimiento económico, tanto en la primera Revolución Agrícola como en la siguiente Revolución Industrial, estuvo sustentado, según la acreditada tesis de NORTH (1981), en una considerable aceleración de la tasa de innovación; hasta el punto de que en ambos casos el aspecto más relevante de los cambios económicos acontecidos vino a ser la inflexión en la curva de oferta del nuevo conocimiento.

Si la primera revolución económica creó la agricultura y la civilización, la segunda posibilitó una oferta elástica de nuevo conocimiento como consecuencia del “matrimonio” de la ciencia y la tecnología que cambiaron la faz del mundo. El crecimiento sin precedentes del stock de conocimiento durante la Revolución Industrial, produjo un cambio en el estándar de vida sin paralelo posible en el pasado.

“Desde el comienzo del Imperio Romano hasta el siglo XVIII, un periodo de casi dos milenios, las condiciones de vida apenas mejoraron. En la época de Napoleón se comía, se vestía y se vivía en casas de parecidas características a la de la época de los césares”. Tal es la descripción del progreso social durante varias decenas de siglos, que hace Owen Paepke (1993) en su *Evolution of progress*, sobre la base de la obra de Joel Mokyr (1990) *The lever of riches* (13).

Siguiendo *The timetables of technology*, que describe sintética y cronológicamente las más significativas invenciones que han jalonado la historia, es claramente perceptible la progresiva aceleración del movimiento tecnológico durante el último siglo. Desde el remoto

pasado hasta la Revolución Industrial, aunque Mokyr ha encontrado multitud de interesantes invenciones instrumentales, prácticamente ninguna de ellas apalancó suficientemente la economía y el progreso social, que fue casi inexistente por milenios.

La Revolución Industrial que, quizás arbitrariamente, nació en 1733 con la invención del telar de lanzadera volante, abre la época del verdadero progreso económico y social que hemos venido viviendo hasta hoy y que convencionalmente cierra la invención, –su uso fue más tardío–, del teléfono. Junto con el telar y el teléfono, la máquina de vapor, la desmotadora de algodón y el telégrafo, conforman un pequeño racimo de invenciones que aparecen a un ritmo de cuatro por siglo.

En el período tecnológico siguiente, “La era eléctrica”, que inaugura Thomas Edison con su bombilla y se cierra con el primer ordenador digital, se acelera el proceso innovador, de manera que un número mayor de invenciones cruciales que el de la era precedente precisa de algo menos de la mitad de su tiempo.

Aunque el descubrimiento del electrón cumple ahora su primer siglo, las primeras aplicaciones electrónicas que da a luz esta nueva era nacen con el transistor, inventado hace cincuenta años. “La era electrónica”, que incorpora los circuitos integrados, el ordenador, los satélites de comunicaciones y tantas otras facilidades a la vida cotidiana, en apenas un cuarto de siglo difunde tantas buenas nuevas tecnológicas por doquier, que abre la puerta de par en par a una nueva era económica.

Convencionalmente se ha aceptado que 1973, con la publicación de La llegada de la sociedad post-industrial de Daniel Bell, inaugura “La era de la información” que caracteriza la época actual. Desde entonces hasta hoy, y siguiendo criterios equivalentes al pasado, se señalan una veintena de hechos relevantes, que producidos en menos de un cuarto de siglo, ponen definitivamente de manifiesto que el progreso tecnológico sigue un proceso cada vez más hiperbólico.

Las innovaciones tecnológicas crecen de forma exponencial a lo largo del tiempo, como ilustra el siguiente cuadro en cuyo eje de ordenadas se han contabilizado las principales innovaciones de cada era tecnológica. Resulta evidente cómo la evolución tecnológica se acelera con el tiempo.

## Gráfico 35

Si se compara la evolución de la renta per cápita en el mundo, a lo largo de la historia, con el desarrollo tecnológico (representado por el número de innovaciones que se han sucedido a lo largo del tiempo), el paralelismo no puede ser más evidente. (Cuadro 36)

En el cuadro 36, elaborado con datos provenientes de Angus Maddison, se observa un largo período de mil años sin crecimiento de la “renta per cápita”; le siguen ocho siglos de

muy limitada expansión en los que apenas se duplicó; desde las primeras décadas del siglo XIX hasta el año 2000 se produce una verdadera explosión –la renta per cápita se multiplica por más de 30–, que discurre pareja con el formidable ritmo de expansión de las nuevas tecnologías.

DOUGLASS C. NORTH (1981) en su original análisis de la historia económica, sostiene que siendo la innovación tecnológica la causante del crecimiento económico, y por tanto una condición necesaria del mismo, es preceptiva la existencia de derechos de propiedad para que la irreversible acumulación de conocimiento operada a lo largo de la historia [-y acelerada los últimos 150 años-] se transforme en progreso económico y social.

## Gráfico 36

NATHAN ROSENBERG y L.E. BIRDRELL, JR. (1996), partiendo de la aseveración de que la prosperidad proviene de la ciencia y la innovación, se preguntan por qué China y las naciones islámicas que fueron líderes en ambos campos no han escapado a la pobreza y, sin embargo, “Occidente” es tan rico.

Los autores, lejos de rechazar la importancia de la tecnología, sostienen que no es la única explicación del crecimiento de los países. Los recursos naturales, la psicología social, la suerte, la explotación social, la desigualdad de rentas, el colonialismo y el imperialismo, la esclavitud, etc. tienen mucho que ver con ello.

Las claves del crecimiento occidental, para dichos autores, han sido:

- La emergencia de una esfera económica autónoma y de una clase de “negociantes”.
- La innovación por extensión del comercio y el descubrimiento de nuevos recursos.
- La innovación de bajar los costes de producción.
- La innovación por introducción de nuevos productos.
  
- El desarrollo de fuentes de ideas innovadoras.
- La incertidumbre y la experimentación.
- Superación de la resistencia a la innovación.
- Innovación en organización: diversidad.
- La teoría económica tradicional no ha prestado demasiada atención a la innovación tecnológica como fuerza engendradora de crecimiento económico.

Una contribución crucial al respecto es el trabajo de Joel Mokyr La palanca de la riqueza, en el que sostiene la tesis de que el “ingrediente esencial del crecimiento económico es: la creatividad tecnológica”. Para el autor, aunque no todo el crecimiento económico está relacionado necesariamente con la tecnología, pues la inversión, la expansión comercial,

los efectos escala y el “crecimiento shumpeteriano” basado en la acumulación de conocimiento son también factores relevantes, la innovación es la base dinamizadora del proceso.

El crecimiento económico (14), en sentido clásico, podría resumirse como el resultado de cuatro procesos diferentes:

- Inversión  
La inversión depende del ahorro, es decir, de limitar el consumo presente en favor del futuro. Hay crecimiento cuando la relación capital-trabajo aumenta.
- Expansión comercial  
El comercio aumenta la riqueza de las naciones como ya se ocupó de teorizar Adam Smith.
- Efecto escala  
La población, si crece y puede ser ocupada con una adecuada división del trabajo, permite la especialización y la mejora de la productividad.
- Aumento del conocimiento  
Siguiendo la teoría económica de Joseph Schumpeter, la innovación tecnológica financiada por la expansión del crédito determina el crecimiento económico.

En la nueva era económica, esta última manera de crecimiento alcanza un relieve mayor por el agotamiento de los demás factores. El ahorro se encuentra relativamente estabilizado, cuando no en decadencia. La expansión comercial y con ella el efecto escala están alcanzando su zenit con la globalización de la economía. Sin embargo, la innovación tecnológica, lejos de agotarse, representa hoy la principal palanca del progreso.

De nuevo hay que recuperar a Joseph Schumpeter, quien ya en 1939 definió la innovación tecnológica como un fenómeno integrado en el ciclo económico y un factor crucial del mismo y de la dinámica de crecimiento. Su perspicacia histórica, al considerar que la innovación es la principal fuerza del desarrollo económico, y su análisis y distinción entre invención, innovación y difusión de las innovaciones, así como el reconocimiento de la importancia de los vínculos entre los aspectos organizativos, de gestión, sociales y técnicos de la innovación tecnológica, recobran hoy una vigencia indiscutible.

Han sido razones de índole tecnológica las que han impulsado el extraordinario crecimiento económico del último siglo. “La prosperidad material se ha incrementado más

en los últimos 100 años que en todo el resto de la historia de la humanidad”. Así de categórico es el “World Economic Outlook” publicado por el Fondo Monetario Internacional a mediados de abril de 2000. Comparado con el siglo XIX, que tanto impresionó a Carlos Marx, en el siglo XX la economía mundial creció a una media del 2%, casi el doble que en el anterior.

En el amanecer del nuevo siglo, la nueva economía está generando crecimientos que incluso superan el prodigioso siglo XX. Desde una óptica antropológica, hace más de cien mil años, nos recuerda Romer (1996), nuestros ancestros utilizaron el óxido de hierro como pigmento para pintar en las paredes de las cuevas. En nuestros días reorganizando los mismos átomos en una película de plástico, en forma de óxido de hierro, podemos obtener un disquete que puede contener una reproducción de las mismas pinturas de la cueva y todas sus posibles permutaciones.

El poder de las explosiones combinatorias de las ideas y las oportunidades, sostiene Romer, demuestra que “esencialmente hay ningún problema de escasez”. Cuanto más se utilizan las oportunidades, más abundan.

La economía interconectada tiende inexorablemente a aumentar la riqueza a través de una efervescencia de oportunidades debida a que:

- Cada oportunidad implica una conexión, que mediante el poder de la combinatoria, multiplica sus posibilidades.
- La red acelera la transmisión de oportunidades e innovaciones, incitando a crear más innovaciones a través de las nuevas oportunidades.
- La tecnología no es en sí una panacea, pero ayuda enormemente a través de las oportunidades que ofrece de utilizar el talento humano para más cosas que en el pasado. La pintura al óleo, la música de piano, los instrumentos científicos, etc. no son sino instrumentos tecnológicos que abren nuevas oportunidades a la creatividad humana. Esta base instrumental, como la entropía, crece sin cesar, de manera que el ser humano cada vez dispone de más oportunidades de crear riqueza. Dada la creciente proliferación de oportunidades derivadas de la oferta tecnológica, parece evidente que se pueden obtener mejores resultados explotando las novedades que optimizando la realidad existente.
- Según estiman Peter Schwartz, Peter Leyden y Joel Hyatt (1999), hoy viven y trabajan del orden del 70% de todos los científicos que han existido a lo largo de toda la historia (15). A las decenas de millones de cerebros científicos que habitan nuestro planeta, hay que añadir la más vasta y educada población de adultos y jóvenes que nunca haya existido, todos ellos conectados a Internet.

Puesto que Internet, además de configurar una grandiosa comunidad virtual del conocimiento, facilita la comunicación interactiva, las posibilidades que ofrece para la innovación son extraordinarias. Y si la innovación tecnológica, (Joe Mokyr, 1986), es la verdadera palanca del crecimiento económico, todo parece indicar que estamos ante una era tan repleta de oportunidades para el crecimiento económico y la prosperidad social, como nunca antes aconteció.

## **El modelo de Solow**

Desde que Adam Smith inaugurara convencionalmente la ciencia económica con su tratado acerca de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones hasta hoy, la preocupación esencial de los economistas ha estado centrada, además de en otras muchas otras cuestiones adyacentes, en determinar la fórmula magistral que hace posible el crecimiento económico.

De entre las últimas y más fundamentadas contribuciones a la teoría del crecimiento, la formulada por el Premio Nobel Robert Solow (1956), en su ya clásico artículo de 1956, representa un punto y aparte fundamental, que luego, discutido y continuado por otros autores, ha dado paso a nuevos trabajos tendentes a una nueva reformulación teórica en la que la tecnología forma parte, es por tanto endógena, del crecimiento económico.

Robert Solow comienza asumiendo la función neoclásica de la producción, según la cual el rendimiento del capital es decreciente. Tomando las tasas de ahorro y de crecimiento de la población como exógenas, demuestra que dichas variables determinan el nivel de renta per cápita. El modelo de Solow proporciona un modo simple y contrastable de predecir cómo dichas variables influyen en la renta per cápita de distintas economías. En unas, las ricas, el nivel de ahorro es alto; en otras, las pobres, el crecimiento de la población es mayor.

Para CHARLES JONES (1998), las predicciones del modelo de Solow se confirman con la evidencia empírica: “Los países que tienen altas tasas de ahorro e inversión tenderán a ser más ricos. Estos países acumulan más capital por trabajador. En contraste, los países con altas tasas de crecimiento de la población acumulan menos capital por trabajador.

En un trabajo posterior, N. Gregory Mankiw, David Romer y David N. Weil (1992) examinaron la consistencia del modelo de Solow en relación con variaciones internacionales del nivel de vida. Para los autores, las predicciones del modelo de Solow son consistentes con la evidencia empírica. Más de la mitad de las variaciones de renta de los países considerados pueden ser explicadas por las tasas de ahorro y de crecimiento de la población.

En sus pruebas empíricas, Mankiw, Romer y Weil encontraron además que la acumulación de capital humano está de hecho correlacionada con el ahorro y el

crecimiento de la población. Además, el modelo de Solow explicaba el 80% de las variaciones internacionales de renta. Aun dentro de la debilidad de los datos comparativos internacionales, el modelo proporciona una casi completa explicación de porqué algunas naciones son ricas y otras pobres.

Las pruebas realizadas llevan a los autores a rechazar que la cuestión de la convergencia de renta per cápita sea esperable, al menos desde el modelo de Solow. Examinando las variaciones internacionales de las tasas de retorno y los movimientos de capital, el modelo de Solow predice que los países pobres tenderían a tener altas tasas de retorno del capital físico y humano. En contra de otros autores que sostienen lo contrario, Mankiw, Romer y Weil interpretan que las tasas de retorno son consistentes con el modelo.

A pesar de que el artículo es contemporáneo de otros modelos alternativos al de Solow basados en el crecimiento endógeno y que asumen rendimientos de capital constantes o crecientes, los autores sostienen que muchas de las variaciones de renta en los países estudiados pueden ser explicadas sobre la base de rendimientos decrecientes del capital. De este modo, el modelo de Solow, aun siendo incompleto, sobre todo por no considerar endógeno el cambio tecnológico, mantiene suficiente vigor explicativo.

Teniendo en cuenta que la serie histórica considerada comienza en 1965 y termina en 1985 y estudia 121 países, cabe considerar dos hipótesis puente entre la aparente vigencia del modelo de Solow y emergencia de modelos alternativos basados en el cambio tecnológico. En primer lugar, el período considerado, dada la aceleración del cambio tecnológico que opera en modo exponencial, no era tan intensivo en innovación como está resultando en los últimos años, merced sobre todo a las tecnologías de la información. En segundo lugar, dada la gran cantidad de países considerados, estadísticamente dominan los pobres, en los que el cambio tecnológico, lógicamente, no es o era, al menos entonces, una variable relevante.

Siguiendo el análisis de JONES (1998) del modelo de Solow, para generar crecimiento sostenido en el ingreso per cápita es necesario introducir el progreso tecnológico. De ahí que “el modelo con tecnología revela que el progreso tecnológico es la fuente del crecimiento per cápita sostenido”.

En el modelo de Solow, sin progreso tecnológico no hay crecimiento económico ya que la acumulación de capital tiene rendimientos decrecientes. Sin embargo, con el progreso tecnológico crece la productividad del trabajo que contrarresta positivamente el rendimiento del capital. En un artículo posterior, SOLOW (1957) descompuso el crecimiento en tres factores: capital, trabajo y cambio tecnológico.

La importante suposición del modelo de Solow de que el progreso tecnológico es exógeno, es decir, externo al propio proceso económico, no resulta consistente con la



realidad, por lo que ha dado pie a nuevas indagaciones teóricas, en las que la tecnología se considera una variable endógena del crecimiento económico.

## La propuesta de Romer

El seminal artículo de PAUL ROMER (1986) que dio pie a los nuevos planteamientos de crecimiento endógeno (16), partiendo del concepto de learning by doing de ARROW (1962),

consideraba el conocimiento como una consecuencia de la inversión en capital físico. Para ARROW, cada máquina nueva exige una movilización de conocimiento para su utilización –learning by doing–, que tiende a esparcirse por toda la economía, generando un desbordamiento del conocimiento –knowledge spillovers–; ambos conceptos permitieron transformar el modelo neoclásico en uno de crecimiento endógeno.

El argumento común de todas las teorías de crecimiento endógeno es que las actividades en I+D de las empresas mejoran la tecnología –“cómo hacer las cosas”– y con ella la productividad, que conlleva al crecimiento económico. Frente a los modelos de crecimiento a largo plazo de la economía, en los que las tasas de retorno de la inversión y de crecimiento de la renta per cápita se esperan sean funciones decrecientes del nivel de stock de capital per cápita, Paul Romer propone un modelo alternativo, según el cual la renta per cápita puede aumentar sin límite, posiblemente a una tasa monótonamente creciente en el tiempo.

Las tasas de inversión y de retorno de la inversión pueden crecer, más que disminuir, con incrementos en el stock de capital. El nivel de renta per cápita en diferentes países no es necesariamente convergente: el crecimiento puede ser persistentemente más lento en países menos desarrollados y puede incluso no existir. Romer propone un modelo de equilibrio, de cambio tecnológico endógeno, en el que el crecimiento a largo plazo está dirigido primariamente por la acumulación de conocimiento de los agentes maximizadores del beneficio.

Este énfasis en el conocimiento como una forma básica del capital suscita cambios en la formulación del modelo estándar de crecimiento. En contra del capital físico que puede ser producido, unidad por unidad, desde otro capital preexistente, el nuevo conocimiento es el resultado de una investigación tecnológica sujeta a rendimientos decrecientes, razona Romer, ya que, dado un nivel de conocimiento en un momento dado, doblando los recursos en investigación no se consigue el doble de resultados. Además, la inversión en conocimiento plantea una externalidad natural; porque, la creación de conocimiento por una firma tiene efectos positivos sobre las posibilidades de producción de las demás, ya que el conocimiento no puede ser perfectamente patentado ni mantenido en secreto.

Para Romer, la producción de bienes de consumo, como una función del nivel de conocimiento y de otros insumos, presenta rendimientos crecientes; lo que conlleva a que el conocimiento pueda incrementar el producto marginal. En contra de los modelos en los

que el capital presenta una productividad marginal decreciente, el conocimiento crece sin límite.

La conclusión de los argumentos de Romer es que los tres elementos citados: externalidades, tasas crecientes de rentabilidad en la producción y rendimientos decrecientes en la producción de nuevo conocimiento, debidamente combinados, producen un

modelo consistente de equilibrio competitivo de crecimiento. A pesar de la presencia de rendimientos crecientes, un equilibrio competitivo con externalidades siempre existirá; se trata de un equilibrio alejado del óptimo de Pareto, pero es el resultado de un modelo de comportamiento positivo capaz de explicar el crecimiento histórico en ausencia de intervenciones gubernamentales, y en el que la presencia de externalidades es esencial para que exista equilibrio.

Los rendimientos decrecientes en la producción de conocimiento son necesarios para asegurar que el consumo y la utilidad no crecen demasiado deprisa. Pero la clave, según Romer, para entender el cambio de resultados en el crecimiento es la asunción de incrementos, en vez de disminuciones, de la productividad marginal de los bienes intangibles de capital de conocimiento.

La idea de rendimientos crecientes como argumento central de la explicación del crecimiento a largo plazo es tan antigua como la historia de la fábrica de alfileres de Adam Smith, recuerda Romer, así como que, con la introducción por Alfred Marshall de la distinción entre economías internas y externas, pudo ofrecerse una consistente interpretación del equilibrio competitivo.

En el modelo dinámico de crecimiento de Arrow, la productividad de una firma es una función creciente de la inversión agregada acumulada de la industria. Sin tomar en consideración la especialización ni la división del trabajo, Arrow sostenía que los rendimientos son crecientes porque el nuevo conocimiento “sale a la luz” cuando la inversión y la producción hacen acto de presencia.

Para formalizar su modelo, Arrow tuvo que encarar dos problemas: el primero, propio de los modelos estáticos, en relación con la existencia de un equilibrio competitivo, ya que, si los rendimientos crecientes son externos a una firma, el equilibrio no puede existir; el segundo, exclusivo de los modelos dinámicos, tenía que ver con la existencia de un óptimo social y la delimitación de las funciones objetivo.

En el modelo de Arrow, según Romer, las dificultades son evitadas asumiendo que la producción, como función del capital y del trabajo, exhibe rendimientos crecientes de escala pero que el producto marginal del capital disminuye para una oferta de trabajo dado. El resultado es que la tasa de crecimiento de la producción está limitada por la tasa de crecimiento de la oferta de trabajo; lo que conlleva a que el crecimiento del consumo per cápita debería ser nulo en una economía sin crecimiento de población.

La existencia de un óptimo social de valor finito está garantizado en el modelo, porque los rendimientos decrecientes de la investigación tecnológica implican la existencia de una tasa máxima de crecimiento del “output” per cápita, con lo que a lo largo del tiempo la tasa de crecimiento del “output” puede ser monótonamente creciente, pero no puede exceder dicho límite.

Después de referirse a muchos otros modelos de crecimiento, Romer señala como diferencia principal de su modelo, con otros, en el hecho, por él advertido y considerado parte de un modelo, de que los rendimientos decrecientes de la investigación tecnológica o de la producción de conocimiento conllevan a una tasa de crecimiento necesariamente limitada.

Para evidenciar empíricamente la consistencia de su modelo, Romer, después de descalificar –popperianamente (17), se podría decir–, los modelos que asumen cualquier variación de la producción como consecuencia de los ciclos económicos, lo que hace imposible juzgar en la práctica la certeza de dichas teorías, se adentra en análisis históricos de la evolución del crecimiento económico. Para ello propone distinguir entre países líderes –los de mayores tasas de crecimiento de la productividad– y los demás. El crecimiento de los países líderes revela el crecimiento de la frontera del conocimiento, mientras que el de los países no líderes refleja, al menos en parte, un proceso de imitación y transmisión del conocimiento existente.

Utilizando datos de Madison, cabe identificar tres países que han sido líderes desde 1970: Holanda, Reino Unido y EE.UU. Las tasas anuales acumulativas de crecimiento de la renta por hora-hombre, fueron:

- Holanda (1700-1785) - 0,07 %
- Reino Unido (1785-1820) 0,50 %
- Reino Unido (1820-1890) 1,40 %
- Estados Unidos (1890-1979) 2,30 %

La tasa de crecimiento de la productividad crece monótonamente desde casi cero en el siglo XVIII hasta el 2,3% por año desde 1890 en Estados Unidos. Usando de nuevo los datos de Madison, Romer llega a conclusiones equivalentes si analiza países individuales y horizontes temporales más cortos.

Por último, analizando la tasa de crecimiento de la productividad para un conjunto de 12 países –todos los más desarrollados– durante más de dos siglos y tomando para cada uno de ellos entre 11 y 20 observaciones de la tasa de crecimiento de la renta per cápita, llega

a la conclusión de que absolutamente en todos los casos la probabilidad de que una segunda observación respecto a una anterior sea mayor es más bien alta. De hecho se sitúa entre el 0,58 de Suecia y el 0,81 de Noruega.

Para los países menos desarrollados, Romer utiliza un trabajo de Reynolds (1983) en el que se ofrece un patrón de comportamiento focalizado sobre el punto en el que un país comienza a exhibir una persistente tendencia al crecimiento. De acuerdo con los datos históricos, todo indica que el crecimiento de la economía mundial comenzó en la última parte del siglo XIX y ha continuado hasta el presente. Este comportamiento general resultó interrumpido en el período entre las guerras mundiales, pero a cambio resurgió con fuerza entre 1950 y 1973. El crecimiento desde 1973 hasta 1992 ha sido lento pero sólo en comparación con las altas tasas del período de finales de 1800 hasta 1914.

Aunque todos los países están afectados por la economía mundial, los efectos no son uniformes. Para Romer, la observación clave es que aquellos países con más extensivo desarrollo previo parecen beneficiarse más de los períodos de rápido crecimiento mundial y sufrir menos durante los períodos de crisis. Esto es, las tasas de crecimiento parecen aumentar no sólo en función del tiempo sino también en función del nivel de desarrollo.

En el período 1950-1980, para el que se dispone de buena información, Reynolds, según Romer, sostiene que la tasa media de crecimiento de la renta per cápita de los 41 países menos desarrollados por él considerados, fue del 2,3%, cifra claramente inferior a la media de los países de la OCDE para el mismo período. Si es verdad que las tasas de crecimiento no están negativamente correlacionadas con el nivel de renta o capital per cápita, entonces no debería haber tendencia a la convergencia en el nivel de renta per cápita. Pero esto contradice la impresión de que la convergencia ha venido siendo evidente, especialmente desde la Segunda Guerra Mundial, según demostró Streissler. El problema del trabajo de Streissler, es que, según Romer, sus conclusiones, siendo ciertas para el conjunto de países elegidos, no son generalizables.

Baumol (1986) agrupó los países en cuatro categorías relativamente homogéneas: industrializados, intermedios, planificados centralmente y menos desarrollados, concluyendo que hay una tendencia hacia la convergencia en el nivel de productividad dentro de cada categoría. Por tanto, la convergencia de productividad no sólo no puede generalizarse entre todos los países, sino que más bien existe una, eso sí, débil tendencia hacia la dispersión.

Según Romer, los economistas suelen creer que, virtualmente, todos los cambios tecnológicos son endógenos, es decir, promovidos por acciones deliberadas de los agentes económicos. Si ello fuera así y la producción alcanzara rendimientos constantes de escala, cabría esperar medir la tasa de crecimiento de la producción en términos de tasas de crecimiento de todos los insumos. En un ambicioso intento de contabilizar las

tasas de crecimiento de la producción a través de los insumos, incluyendo recursos humanos y capital intangible, Romer, sobre la base de estimaciones de Kedrick (1976), concluye que las tasas de crecimiento de los insumos no son suficientes para explicar las de la producción.

El modelo de Romer, que es conocido como de crecimiento endógeno de la economía, se plantea para un horizonte infinito –no limitado– de períodos de tiempo de crecimiento. Puesto que, en él, la innovación tecnológica cumple una función esencial, su incentivación se convierte en argumentos básicos del crecimiento económico.

Los incentivos a la innovación se han visto fortalecidos los últimos años, por lo que la participación del esfuerzo en I+D en el PIB también se ha incrementado. Pero la incentivación de la I+D otorga, por las razones expuestas anteriormente en relación con los monopolios de la nueva economía, poderes monopolistas a las empresas beneficiadas de los incentivos, que habría que corregir. El propio ROMER (1993) y SALA I MARTIN (2000), han formulado diversas recomendaciones para conciliar la innovación con el crecimiento económico sin otorgar privilegios injustificados a los innovadores.

## La convergencia tecnológica

Según una hipótesis que JONES (1998) (18) atribuye a Gerschenkron y Abramovitz, “en ciertas circunstancias, los países atrasados tenderán a crecer con más rapidez que los países ricos...” Este fenómeno, conocido como convergencia, fue desmentido por BAUMOL (1986), que documentó su existencia pero también su ausencia en muchos casos.

En el análisis de MANKIW (1992) mencionado anteriormente, se verifica que para un mismo “estado estacionario” –según definición de JONES (1998)–, se cumple la hipótesis de convergencia.

Un posible punto de acuerdo entre las distintas posiciones respecto a la cuestión de la convergencia económica podría estar basado en las siguientes proposiciones:

- Para un mismo nivel relativo de instituciones económicas y desarrollo económico, los países más pobres deben y pueden crecer más que los ricos.
- La tecnología, en cualquier caso, impulsa el crecimiento económico.
- La nueva economía, que hoy ocupa el centro de atención mediático y es el motor del crecimiento de las economías más desarrolladas, plantea un enorme desafío a las economías periféricas, entendidas por tales aquellas que en mayor o menor medida tratan de acercar su nivel económico y social a aquéllas. Dentro de esta categoría se encuentran

todos los países y regiones que aún distan de converger con los líderes, tanto en renta económica como en progreso social.

En los últimos años, según se desprende de diversos estudios, parece haber aumentado la diferencia de renta per cápita entre los países más ricos y los menos desarrollados; hasta el punto de haberse acuñado una frase tópica: la brecha digital, para buscar una –in demostrada–, relación causal entre dicha divergencia y la nueva economía. Se argumenta que el primer mundo, con sólo un 15% de la población, consume el 90% de las tecnologías de la información y engloba el 80% de los usuarios de Internet.

En muchos de los países más pobres, un ordenador cuesta hasta ocho veces el salario anual. Los 2.000 millones de pobres del mundo, –con una renta per cápita por debajo de los 800 \$–, tienen solo 35 líneas telefónicas y 5 ordenadores personales por cada 1.000 habitantes, comparados con las 650 líneas y los 540 PC's de EE.UU. Uno de cada dos ciudadanos de los países más avanzados están conectados debidamente, –teléfono e Internet–, por sólo uno por cada 250 africanos.

Tales hechos no pueden ser más preocupantes; a los que habría que añadir:

- Las economías externas, asociadas a las redes, ayudan a los pioneros a situarse en posiciones de dominio que luego son difíciles de vencer; y la mayoría de ellos nacen en los países más desarrollados.
- El cambio de relaciones de poder desde compradores a vendedores que procura Internet, perjudica a los productores que aportan menos valor añadido, que suelen estar localizados en los países menos desarrollados.
- Las inversiones en tecnologías avanzadas remuneran a los inversores más que las convencionales; atraen, por tanto, más recursos financieros, que dejan de aplicarse en otros proyectos alternativos.

Aunque tales consideraciones inclinan al pesimismo, otros argumentos no menos convincentes abren vías de esperanza a la posibilidad de que las tecnologías de la información puedan ayudar a los países y regiones periféricos a acortar la distancia con los más avanzados.

Las economías desarrolladas sólo pueden seguir aumentando su crecimiento mediante la mejora de la productividad por innovación tecnológica y mejores métodos de gestión. Los países pobres necesitan mucho menos capital por trabajador para crecer; del orden de ocho veces menos. Pueden, además, comprar tecnologías y métodos de producción de éxito contrastado a precios relativamente baratos para los retornos que pueden producir.

Pero la cuestión esencial es saber hasta qué punto las TIC pueden ser utilizadas específicamente para favorecer la convergencia económica entre regiones y países. Una

primera evidencia es que los ordenadores, las redes e Internet reducen los costes de comunicación y, por tanto, eliminan las fronteras a la difusión del conocimiento. Las tecnologías previas, como el ferrocarril y la electricidad, necesitaban décadas para llegar a los países menos desarrollados; con datos de la OCDE, sabemos que en éstos, en la última década, los gastos en tecnologías de la información crecieron el doble que en los países desarrollados.

Además, las nuevas tecnologías de telecomunicaciones permiten, con menos inversión y en plazos mucho más cortos que en el pasado, desplegar redes avanzadas; incluso en zonas rurales de baja densidad de población. Las telecomunicaciones móviles celulares y vía satélite permiten hoy, a un coste relativamente reducido, –en relación con el pasado y para el servicio que pueden prestar–, conectar cualquier región del planeta con el resto del mundo, y de esta manera absorber conocimientos y tecnologías para acelerar la convergencia económica y social. De hecho, el valor residual de las redes de telecomunicaciones de los países desarrollados es probablemente superior al coste de su reposición; lo que pone de manifiesto que el coste relativo actual de las redes –y por supuesto de los ordenadores–, es hoy inferior al del pasado. Los países pobres pueden alcanzar, por tanto, los mismos logros que los ricos, con costes muy inferiores.

Internet ofrece libre acceso a una enorme cantidad de información que abarca casi todos los dominios del conocimiento humano; tanto en el ámbito cultural, como en el de la economía, las finanzas, los mercados, las tecnologías, la salud, la educación, la ciencia, etc. Una simple conexión permite disfrutar de bibliotecas virtuales allá donde antes no había nada; ni libros. Una universidad virtual, The African Virtual University, utiliza satélites de

comunicaciones para televisar cursos a estudiantes en 15 países africanos, quienes se comunican con sus profesores a través de e-mail, fax y teléfono.

Internet reduce, en muchos sectores económicos, el tamaño óptimo de las empresas para competir, a la vez que elimina la distancia con los clientes. Pequeñas y medianas empresas del tercer mundo pueden competir en todo el mundo; cada vez encontramos más ejemplos de transacciones de este tipo, que antes nunca fueron posibles, y ahora no hacen sino crecer sin límite.

Las empresas multinacionales, por su parte, encuentran ahora más facilidades para deslocalizar su producción; especialmente las de contenido intangible. Cualquier actividad, y cada vez hay más, que pueda ser convertida en información electrónica, ya sea analógica o digital, puede ser libremente transportada al lugar donde sea más competitiva su producción; y los países pobres tienen mucho que ganar de este modo.

Las tecnologías de la información permiten acercar los países y regiones menos desarrollados a los más avanzados, pero no son una panacea por sí mismas. Las instituciones económicas, políticas y sociales cumplen aquí un papel capital en el

aprovechamiento de las oportunidades que brindan las nuevas facilidades tecnológicas. La apertura de los mercados, la seguridad jurídica en los contratos públicos y privados, la protección de los derechos de propiedad, la existencia de un sistema legal que garantice un eficiente mercado financiero, la mejora de la educación son instituciones necesarias para que las tecnologías de la información puedan florecer y arraigarse para impulsar un desarrollo sostenido del crecimiento económico.

Los países en vías de desarrollo, de acuerdo con un estudio de UNTAD, pagan tres veces más por sus comunicaciones que los más ricos. Veinte horas de acceso a la red cuestan 90\$ por mes en México, equivalente a un 15% de su renta per cápita, comparado con los 25\$ de EE.UU, un mero 1% de su renta per cápita. En África, la situación es aún peor, pues el coste mensual es de 200\$.

Matti Pohjola, un economista finlandés, analizando la relación entre inversión en tecnologías de la información y crecimiento económico en 39 países, durante el periodo 1980-95, encontró que en los países desarrollados existía una relación positiva entre ambos conceptos, mientras que en los en vías desarrollo la correlación entre dichas magnitudes no era tan evidente. Ello sugiere que en estos últimos países, además de invertir en

telecomunicaciones e informática, hace falta hacer otras cosas; tales como las expuestas anteriormente.

No es casual sino causal con las políticas aplicadas en cada región, que los países del este asiático se hayan desarrollado más que sus homólogos sudamericanos o africanos. Sun Bae Kim, un economista de Goldman Sachs, estima que las ganancias en productividad derivadas de las tecnologías de la información serán mayores en los países emergentes de Asia que en las economías más ricas.

Aunque aún es pronto para llegar a conclusiones categóricas al respecto, todo parece indicar que en la medida en que se den condiciones institucionales adecuadas, las tecnologías de la información pueden ser una poderosa vía de crecimiento y convergencia económica entre países pobres y ricos.



## PREÁMBULO

### Conceptualización

Una vez caracterizada “la nueva economía” y después de haber descrito y analizado los hechos que la sustentan, así como repasado las teorías evolucionistas y del crecimiento que relacionan dialécticamente las TIC con las nuevas formas de progreso económico y social, es el momento de adentrarse en dicho sector.

Una previa, y como luego veremos, fundamental cuestión a la que es preciso enfrentarse es la delimitación conceptual y económica de un sector cuya expansión ha escapado hasta ahora de una formulación precisa y estructurada de su contenido. Aunque proliferan, cada vez más, estudios económicos sectoriales, prácticamente ninguno de ellos se detiene en definir y delimitar los campos estudiados, que se dan por consabidos. El resultado es una especie de nueva Torre de Babel en la que conviven instituciones y estudios que hablan distintas lenguas, imposibles de integrar si no media alguna nueva forma de “esperanto”.

La emergencia de la nueva economía, directamente asociada a la electrónica, la informática, las telecomunicaciones, el mundo audiovisual y, por supuesto, Internet, conceptos que a veces se presentan como sinónimos y en ocasiones como complementarios, plantea serias cuestiones conceptuales y semánticas que es preciso resolver si se quiere avanzar por una senda inequívoca de mediciones rigurosas y coherentes de sus principales indicadores, así como las consiguientes comparaciones internacionales.

Desde el punto de vista semántico, el concepto Tecnologías de la Información es el que más éxito mediático ha tenido, aunque sus dispares significados suelen generar más confusión que claridad. El primer tratamiento sistemático de dicho concepto –que ha podido investigar el autor de este trabajo–, es de 1988, y sus autores Peter Hall y Paschal Preston. Con motivo de una investigación, cuyos resultados tomaron forma de libro, sobre las Ondas de Kondratieff, los autores plantean un análisis alternativo de los ciclos largos de la economía; en vez de basarse en datos históricos muy generales, o en proyecciones temporales más detalladas pero temporalmente restringidas, examinan las industrias y las tecnologías que sustentan cada onda.

La tesis de HALL y PRESTON (1990) es que, las por ellos denominadas industrias de Nueva Tecnología de la Información (NTI), que comprenden: “las tecnologías (mecánica, eléctrica, electromagnética y electrónica) que graban, transmiten, tratan y distribuyen

información”, originadas en el siglo XIX, sustentan la 4ª ola Kondratieff. Siendo conceptualmente rigurosa dicha definición, su utilización posterior por los más diversos medios ha venido teniendo un ámbito a veces reducido a poco más que la informática – hardware y software– y, en otras ocasiones, un uso más amplio del mismo abarca diversos y heterogéneos conceptos no explicitados.

La definición adoptada más adelante en este trabajo es conceptualmente coincidente con la de Hall y Preston, aunque su formulación pueda parecer distinta. Orientada a describir las actividades económicas que integran el sector que impulsa y orienta la nueva economía, y a facilitar un criterio de demarcación que permita una inequívoca imputación de datos coherentes con la definición preceptiva, en vez de utilizar una base tecnológica diversa como Hall y Preston, opta por una sola tecnología –la electrónica–, como base vertebradora del sector. La razón esencial de esta elección es que, desde 1988, tres de las cuatro tecnologías que originalmente integraron la NTI han ido perdiendo protagonismo en términos de valor económico añadido, al tiempo que han venido siendo absorbidas por la electrónica. Es evidente que la mecánica está presente en algunos productos electrónicos –las impresoras, por ejemplo–, y que la electricidad forma parte de ellos –los alimentadores de corriente alterna–, pero cada vez más componentes mecánicos y eléctricos están siendo sustituidos por otros electrónicos, además de que muchos componentes físicos están pasando a ser lógicos.

La coincidencia de la definición conceptual de Hall y Preston con la propuesta en este trabajo, se puede comprobar si se comparan los elementos que integran aquélla con las actividades que forman parte del Cuadro Hipersectorial que más adelante se propone: la grabación de la información –y habría que añadir, su recepción– se corresponden con la electrónica de consumo; la transmisión, con las telecomunicaciones; el tratamiento, con la informática; y la difusión, con el audiovisual. Se puede verificar fácilmente que las demás actividades que integran el cuadro del hipersector tienen directamente que ver con los cuatro conceptos anteriores.

Siendo en la electrónica el eje tecnológico que vertebra y da vida a la nueva economía, la utilización del concepto “hipersector” es necesario si se tiene en cuenta que todavía es usual hablar del sector electrónico, del sector informático, del sector audiovisual, del sector de las telecomunicaciones, y de tantos otros que era preciso integrar en una entidad superior. Desde un punto de vista semántico, si se pretende una denominación que

exprese textualmente su contenido, la más adecuada para definir la base tecnológica, industrial y de servicios de la nueva economía es “Hipersector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (HTIC)”. La etiqueta NTI es antigua, pues le sobra la “N” de nuevas; la denominación TI tiene un alcance habitualmente muy restringido –poco más que la informática; la Industria Electrónica suele relacionarse sólo con los productos físicos, ni siquiera los lógicos que cada vez abundan más; las Telecomunicaciones, son sólo una parte –aunque la más importante del hipersector –; y las llamadas TIC, aunque

integran la informática y las telecomunicaciones, dejan fuera el audiovisual, la electrónica de consumo y en muchas ocasiones los componentes y otras importantes ramas de actividad.

Tratada y resuelta, al menos para el alcance de este trabajo, la cuestión semántica y sabiendo por tanto de qué hablamos (1) al utilizar la denominación “HTIC”, en lo que sigue se repasan y critican los principales estudios e instituciones del hipersector, que adolecen en todos los casos de: falta de concreción de su contenido y tratamiento poco riguroso de los datos.

## **Valoración crítica de los estudios y publicaciones TIC**

En los medios de comunicación y en prácticamente todos los estudios y textos que se conocen, Tecnologías de la Información (TI) y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se utilizan indistintamente, incluyendo sin precisar en ningún caso los más diversos contenidos. En España, ANIEL (Asociación de Industrias Electrónicas y Telecomunicaciones), SEDISI (Asociación de Empresas Informáticas) y CMT (Comisión del Mercado de Telecomunicaciones) son las tres fuentes de referencia de datos. En los tres casos, los datos que divulgan se pueden considerar rigurosos, tanto por la explicitación de los conceptos que incluyen –lo que permite en términos popperianos su análisis y crítica–, como por la consistencia histórica y comparada de los mismos. En el caso de ANIEL, sus datos históricos son de gran valor, tanto por su prolongado recorrido –desde 1970 hasta hoy–, como por la precisa concreción de su contenido; los de SEDISI, en parte coincidentes con los de ANIEL –los que se refieren a los equipos informáticos–, son también complementarios con aquéllos, al considerar el software y los servicios informáticos; y los de la CMT, aunque un tanto incompletos al no considerar algunas actividades de telecomunicaciones –las guías telefónicas, por ejemplo, y ciertos servicios de valor añadido–, y audiovisuales –no tiene en cuenta la radiodifusión–, son de gran rigor conceptual y estadístico. Como se describe al principio del capítulo 5, han sido las fuentes primarias y/o

de contraste de información principalmente utilizadas por el autor; las dos primeras para la obtención de datos y la tercera para contrastar algunos de ellos. Para el resto de apartados del mosaico hipersectorial, las fuentes han sido directas –las empresas más importantes de cada rama–, o indirectas –estimaciones contrastadas con profesionales de cada actividad–, al no existir estadísticas históricamente consistentes de datos agregados.

A nivel internacional, los estudios institucionales del hipersector suelen dejar mucho que desear, con la salvedad de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, que para dicho sector ofrece muy valiosos datos históricos, de gran consistencia y rigor. En EE.UU. las estadísticas del Departamento de Comercio sobre la materia, que seguramente son tan serias como las demás de dicho país, no explicitan el contenido de las TIC, por lo que no

es posible hacer comparaciones fiables. Uno de los estudios anuales de referencia en los ámbitos financieros, The Herring Tech 250, que incluye las 250 empresas TIC norteamericanas sobre la base de una clasificación amplia y explícita, que incluye tres categorías: Telecomunicaciones, Informática y Entretenimiento, deja fuera una gran parte de la industria de componentes, toda la electrónica de consumo, la electrónica profesional, la ofimática, las comunicaciones vía satélite, el comercio electrónico e Internet; empresas como Motorola y Sun Microsystems, tampoco son tenidas en consideración.

En Europa, un texto de referencia sobre economía industrial, The Structure of European Industry, que repasa los principales sectores, sólo se detiene en el análisis de las telecomunicaciones, y aunque su pretensión parece inicialmente exhaustiva, el alcance real del trabajo es muy incompleto: apenas si tiene en cuenta las primeras empresas industriales y de servicios, utilizando datos dispersos de estudios parciales de la Comisión de la U.E.

El estudio más completo y antiguo que se publica en Europa sobre las TIC es el de EITO (European Information Technology Observatory). Incluye una pormenorizada información por subsectores y países, aunque contiene algunas insuficiencias que lo desacreditan: en primer lugar, sus datos para un mismo país cambian de un año para otro –es el caso de España–, lo que los hace históricamente inconsistentes; no toma en consideración los componentes, la electrónica de consumo, la electrónica profesional, el audiovisual, los contenidos electrónicos, etc.; y por último, no se detiene, ni siquiera en su primera edición, en definir y clasificar las actividades consideradas.

La OCDE, elabora desde 1997 un estudio anual denominado OECD Information Technology Outlook que, siendo el más completo de cuantos se publican y el único que dispone de un anexo metodológico en el que se define y clasifica el hipersector, tiene serias deficiencias.

Considera siete apartados manufactureros: ofimática, cables, componentes, telecomunicaciones, consumo, instrumentación y electrónica industrial, pero ignora la subcontratación, la integración de sistemas, las instalaciones, los soportes audiovisuales, el software industrial, etc. En el ámbito de los servicios llama la atención la ignorancia del comercio electrónico y el audiovisual. Tampoco tiene en cuenta los contenidos electrónicos, ni contiene referencia alguna de Internet. Las fuentes de información citadas son muy incompletas; España no aparece y sólo de doce, de los veintiún países de la organización, se aportan fuentes estadísticas. En el año 1997, el único para el que se aportan datos desagregados por países –¡en el informe del año 2000!–, la producción española fue de 6.760 millones de \$, frente a los 13.154 millones de \$ que se contienen en los cuadros que se adjuntan en este trabajo. Un error del 100% para un país de la dimensión de España es a todas luces excesivo, y pone de manifiesto la inmadurez de estudios que tienden a considerarse de referencia. Además de una incompleta definición y articulación del alcance del informe, la OCDE utiliza frecuentemente fuentes de datos

indirectas cuyo rigor es muy discutible; se trata de estudios realizados por consultores externos, muchos de ellos desconocidos, que están ocupando –sin ningún rigor profesional–, un espacio estadístico que es preciso rellenar articuladamente cuanto antes.

Como no podía ser de otro modo, los cada vez más evidentes impactos de las TIC sobre los precios, la productividad y el crecimiento económico están reclamando la atención de un creciente número de estudiosos, (SCHREYER (2000), JOGENSEN (2000), STIROH (2000), ROEGER (2001) y otros) cuyas conclusiones, básicamente convergentes en cuanto a resultados, suelen estar amparadas en una auténtica paradoja científica; el sofisticado y riguroso aparato matemático que utilizan para el tratamiento de los datos de entrada contrasta con el ignorado origen, alcance y homogeneidad de la información de partida. De hecho, solo Schreyer se detiene en describir el alcance relativo de los datos de las TIC.

Las TIC consideradas por Schreyer contienen explícitamente ordenadores, periféricos, equipos de oficina, equipos de comunicación e instrumentación. No parece considerar sin embargo equipos electrónicos profesionales tales como: Radiodifusión y Televisión, Aviónica, Navegación Aérea y Electrónica de Defensa, Electrónica Industrial, Electromedicina, y un largo etcétera que puede verse en el Anexo 8. Tampoco sabemos si los equipamientos de telecomunicaciones son públicos y/o privados, y aunque distingue entre inversión (asociada a los equipos) y servicios en este ámbito, en los demás (informática) nada se establece al respecto.

El estudio, siguiendo una tradición que no parece tener mucho sentido, ignora deliberadamente el software por no estar considerado como una inversión que contribuye al crecimiento económico. Tal supuesto, no por usado, deja de ser absurdo. Los ordenadores sin software, simplemente, no pueden funcionar. Al principio de la era informática, una industria integrada verticalmente ofrecía productos informáticos que integraban el hardware y el software por un precio único. La división posterior del trabajo y la externalización de actividades –que los propios ordenadores facilitaron–, que aconteció en esta industria ha generado empresas especializadas en hardware y otras en software. La utilización y finalidad última de los ordenadores, así como su precio, no tiene sentido desagregarlo en hardware y software, salvo que quiera perpetuarse una suposición que, no por antigua, debe seguir valiendo: que la inversión económica sólo puede ser física. Sería una manera de decir que los intangibles no contribuyen a la formación de la riqueza ni al crecimiento económico, lo cual, sencillamente, no es cierto.

Para concluir la valoración crítica de los estudios y publicaciones de las TIC y como una muestra –realmente sobresaliente de sus insuficiencias–, basta señalar que prácticamente ninguno considera a INTEL –y sus actividades– parte del sector. ¿Acaso podríamos hablar de las TIC sin la microelectrónica, los chips –es decir, los componentes

electrónicos— y por tanto sin INTEL, quizás la empresa más paradigmática de la era de la información?

## EL MARCO HIPERSECTORIAL

### Introducción

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en lo que sigue se trata de describir de manera orgánica y didáctica el sector objeto de estudio, como una contribución a la mejor comprensión posterior del análisis económico del mismo, e incluso como una potencial referencia para posteriores trabajos.

El argumento central y unificador de la configuración del hipersector (2) parte de la asunción de que la tecnología electrónica juega un papel catalizador de todas las aplicaciones y actividades económicas que forman parte constituyente del mismo. Para dar sentido a esta primera proposición, después de definir el marco hipersectorial se continúa con la exposición de la tecnología electrónica cuyo basamento científico ha tenido un alcance revolucionario, en lenguaje de Thomas Khun, o conceptual, en terminología de Freeman Dyson.

Pocos grandes sectores económicos, salvo la metalurgia, la electricidad y la química, han tenido un origen científico tan concreto y discernible de otros como la electrónica. De ahí que merezca la pena partir de su origen para seguir el hilo conductor de su historia, sus hitos más significativos y las circunstancias que han impulsado su desarrollo. Desde un punto de vista científico, primero la electricidad y luego la química han sido las ramas industriales más relacionadas con la electrónica. Así, la electricidad de baja potencia, aun compartiendo raíces comunes con la electrónica, pronto se aleja de ésta por la vía del consumo energético, que tiende a desvanecerse, con ayuda de la química, en las aplicaciones electrónicas.

Los principios físicos y sobre todo químicos sí que han mantenido desde el principio una estrecha relación con el desarrollo electrónico. Desde las ecuaciones de Maxwell a la estructura atómica de los elementos químicos y la revolución del estado sólido que dio lugar al transistor y la explotación industrial del silicio como materia prima de la era electrónica, su mestizaje científico y tecnológico no parece tener fin. El último hito de este mestizaje científico es el reciente descubrimiento del compuesto rotaxane, que crece en forma de estructura cristalina y que permitirá multiplicar la capacidad de los chips. Los circuitos

electrónicos del futuro tendrán una base molecular que sustituirá a las puertas lógicas que, basadas en principios electrónicos, han dominado la microelectrónica hasta ahora.

No deja de resultar paradójico que cuando más evidente es la relación de la química con la electrónica, incluidos los plásticos que envuelven a ésta, aunque no sus aplicaciones, desde un punto de vista económico y de organización industrial, su actividad sectorial todavía haya que desagregarla en las cuentas nacionales de la electricidad, e incluso, de la metalurgia.

La electrónica encuentra, sin embargo, su verdadera y legítima personalidad en las familias tecnológicas y de aplicaciones que, partiendo de un linaje común, determinan un sector económico tan vasto y prolífico como coherente y distinto de cualquier otro. Un repaso significativo, aun breve, de la historia electrónica y sus inventos conduce analógicamente a la metáfora evolucionista, cuyos principios encuentran numerosas semejanzas con la evolución de las tecnologías de la información. Poco más de media docena de grandes ramas tecnológicas derivadas de un mismo tronco determinan la enorme variedad de especies que, de acuerdo con la metáfora biológica del “árbol electrónico”, conforman y dan sentido al hipersector.

La lógica del desarrollo de estas tecnologías, simbolizadas por el “árbol electrónico”, da pie a establecer algunas comparaciones con la epistemología de la ciencia, de manera que, sin llegar a pretender una analogía de carácter científico, se vislumbran interesantes acercamientos filosóficos entre los mundos de la ciencia y la tecnología electrónica.

Abundando en el uso metafórico, el hipersector, utilizando una analogía arquitectónica, puede dividirse, como un edificio, en una parte estructural y otra superestructural. La primera formada por los paradigmas tecnológicos básicos que constituyen las principales ramas del árbol electrónico, como los componentes, los procesos industriales, el sonido, la televisión, la radio, etc. y la segunda, por las múltiples aplicaciones de tales especialidades tecnológicas, como los servicios y los contenidos electrónicos.

Después de un recorrido por la historia electrónica, su organización estructural y la explicación filosófica y metafórica de sus atributos y vida, se llega a un punto crucial: la delimitación conceptual de un mundo en cambio continuo, con vocación de cierta permanencia.

La caracterización orgánica del hipersector de las tecnologías de la Información y la Comunicación que se propone, define un sector económico articulado en cuatro subsectores y treinta y tres apartados susceptibles de valoración económica homogénea. La formulación

del alcance de cada una de las teselas que configuran el mosaico sectorial, además de basarse en la historia industrial y recoger el presente, incluye –caso de Internet–, el mundo futuro previsible.

La convergencia digital, una novedad tecnológica reciente, ha roto dentro del hipersector la frontera que separaba especialidades hasta hace poco autónomas y ha acentuado el



mestizaje no sólo de las tecnologías sino también de los contenidos de información manejados por éstas. Las consecuencias de este reciente fenómeno tecnológico pueden analizarse a corto y medio plazo e incluso quedar recogidas en el marco hipersectorial propuesto, pero no es seguro que más adelante no cuestionen la organización que ahora se propone.

Las tecnologías de la información y la comunicación pertenecen a una categoría que Freeman Dyson (1998) bautizó como “tecnologías inexorables” por su capacidad de transformar el mundo y forzar a las sociedades tradicionales a cambiar.

Electrónica, Informática, Comunicaciones, Audiovisual y muchas otras palabras de este o parecido tenor se utilizan cada día para designar un mundo cada vez más rico en contenido, y más influyente en la economía y la sociedad. Y sin embargo las comparaciones internacionales e intersectoriales, al referirse a realidades heterogéneas carentes de fundamentación conceptual, suelen confundir más que explicar convenientemente este emergente fenómeno. Las contabilidades nacionales y las tablas input-output siguen sin recoger, al menos por completo, un sector cuya contribución a la formación de riqueza supera, con mucho, otros que, sin su peso específico, aún permanecen integrados en las estadísticas industriales.

A todos los efectos, tanto en un orden puramente semántico como desde el punto de vista de su integración sectorial en el sistema económico, parece necesario, incluso perentorio, aclarar y delimitar hasta donde sea posible un marco hipersectorial que integre unívoca y orgánicamente el sector vertebrador de la nueva economía.

En lo que sigue se propone una definición precisa de un mundo tan vasto como dinámico, mediante la reutilización de conceptos ya divulgados y usados, pero organizados ahora de una manera unívoca, sistemática y articulada.

## **Delimitación de su ámbito**

La definición comprensiva y ordenada del hipersector de las tecnologías de la información que se propone, es: “El conjunto de actividades de investigación, desarrollo, fabricación, integración, instalación, comercialización y mantenimiento de componentes, subconjuntos, productos y sistemas físicos y lógicos, fundamentados en la tecnología electrónica, así como la explotación de servicios basados en dichas tecnologías, la producción y difusión de contenidos soportados electrónicamente y las aplicaciones de Internet.”

Para mejor comprender el alcance de la tecnología electrónica –un aspecto esencial, que habrá de permitir posteriormente demarcar y segregar este sector de las tablas input-output de la economía nacional–, en lo que sigue se determinará su origen, se describirán

sus atributos más característicos y distintivos de otras tecnologías próximas y se propondrá una taxonomía de las subdiversidades de dicho ámbito tecnológico.

## LA TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

### Orígenes y definición

Aunque parece ser que la primera vez que se utilizó la palabra electrónica fue en 1906 con la invención del triodo, o válvula de tres electrodos, desde tiempos inmemoriales, los fenómenos de la electricidad estática y del magnetismo, orígenes remotos de la electrónica, han sido bien conocidos; aunque hasta entrado el siglo XVIII no se llevaron a cabo los primeros experimentos, que culminados un siglo después por Galvani, Oersted y Faraday, abrieron la posibilidad de la electrónica.

La electrónica abarca un excepcionalmente amplio campo tecnológico que tiene que ver con el electrón y el fotón, así como su control y sus diversos usos. Tras los primeros descubrimientos, los hitos más significativos de su historia se pueden condensar en: la era del tubo electrónico, la invención del transistor y la revolución del estado sólido, la electrónica digital, la optoelectrónica –fibra óptica–, la microelectrónica y los superconductores electrónicos.

La definición más común de electrónica, y que sirve para diferenciarla de otras tecnologías afines, es: “Conjunto de aplicaciones tecnológicas derivadas del comportamiento de las

partículas con propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales”. La potencia energética delimita claramente el territorio propio de la electricidad: altas potencias y corrientes eléctricas; y el de la electrónica: baja potencia y corrientes eléctricas de muy baja intensidad.

### Desarrollo histórico

Los griegos, que por genial intuición inventaron el átomo, –Demócrito es el primero que habla de ello (3)–, utilizaron por primera vez la palabra “electrón” en respuesta a los fenómenos electrónicos (atracción física y chispas) producidos al frotar el ámbar.

Hasta 1897, el electrón no fue realmente descubierto (J.C. Thomson), y con ello la posibilidad de comenzar a hablar de electrónica, como consecuencia de la invención, algunos años después, en 1906, del triodo, válvula precursora del tubo de rayos catódicos, es decir del receptor de televisión y del ordenador personal. Para llegar al descubrimiento del electrón, y por tanto de la electrónica, a finales del siglo XIX, fue preciso un largo tiempo; casi cien años de invenciones, entre las que cabe señalar: las

radiaciones ultravioletas e infrarrojas, la teoría atómica, la termoelectricidad y los fenómenos electrolíticos y fotovoltaicos.

Hacia finales del siglo XIX, el teléfono, el fonógrafo, el micrófono y los altavoces fueron las primeras aplicaciones prácticas de una balbuciente tecnología, que tan lejos habría de llegar después. El siglo XX comenzó con las primeras aplicaciones de la tecnología electrónica: la telegrafía sin hilos, las grabaciones magnéticas y el osciloscopio de rayos catódicos. Entre 1911 y 1913, Rutherford y Bohr establecieron el modelo general de la estructura atómica de los elementos químicos, sentando de este modo las bases científicas del extraordinario progreso de la química y la electrónica, que finalmente se entrelazarían en la llamada electrónica del estado sólido, que nació con el transistor y alcanzó su apoteosis con los chips.

Los primeros años del siglo XX fueron los del comienzo de la era electrónica, tal y como la conocemos hoy. La válvula de tres electrodos abrió las puertas a la radiodifusión y Campbell-Swinton sentó las bases teóricas de la televisión, que se vería sin embargo mucho más tarde. El consumo masivo de productos electrónicos comenzó en los años 20 con los receptores radio. En los años 30 comenzaron a desarrollarse los primeros televisores en

blanco y negro, los ordenadores y los sistemas de radar. Con la segunda guerra mundial se produjo una explosión de aplicaciones electrónicas militares (4) y en 1948, la invención de transistor dio lugar a la era electrónica que estamos viviendo.

Con la primera guerra mundial la electrónica abrió nuevos campos de aplicaciones. Nuevas válvulas radio y nuevos circuitos fueron desarrollados para las comunicaciones; y después de la guerra, la radioastronomía, la xerografía, el radar y las técnicas de computación maduraron para ofrecer respuestas a las demandas logísticas de la 2ª Guerra Mundial.

Es interesante constatar que, hasta el final de la guerra, la mayoría de las invenciones electrónicas provinieron de Europa, mientras que, a partir de entonces, Estados Unidos tomó el liderazgo, gracias a la emigración de científicos europeos. Según un estudio de G.W.A. DUMMER (1997) realizado a principios de los años 80, que parte de que el primer componente electrónico fue el condensador (inventado en 1745), durante los primeros doscientos años a partir de entonces, Europa desarrolló 141 invenciones frente a 68 de Estados Unidos. Sin embargo, desde 1949 a 1980, las invenciones electrónicas de origen europeo, fueron sólo 56, frente a 165 de origen norteamericano. Posteriormente dicha tendencia se ha acentuado.

El último gran acontecimiento bélico impulsó de manera extraordinaria la tecnología electrónica y sus más diversas aplicaciones, gracias a las intervenciones gubernamentales y los considerables recursos financieros que pusieron a disposición de las empresas dedicadas a tal fin. Como consecuencia de los fines militares de muchas de

las tecnologías electrónicas y los apoyos gubernamentales a los programas de I+D, los conglomerados industriales, que luego han dominado el mundo durante la última mitad de siglo, basaron su exitosa proyección empresarial en el impulso y las finanzas gubernamentales, sobre todo en los Estados Unidos. En los años 50, los programas espaciales y militares del Gobierno norteamericano desempeñaron una función decisiva. Dos tercios de las actividades en I+D de las grandes empresas electrónicas norteamericanas estaban financiadas por el Estado.

Hasta los años 50 la electrónica estuvo orientada al consumo. Se calcula que desde los años 30 a los años 60 la producción electrónica mundial aumentó más de un 10% anual a precios constantes. A partir de mediados del siglo XX, los bienes de inversión electrónicos –fundamentalmente equipos radio, sistemas de comunicación y radar– comenzaron a tomar protagonismo, con crecimientos anuales del 15%, por lo que, como más tarde se verá, poco tiempo después la electrónica profesional en sentido amplio se convirtió en el segmento más importante –con mucho– de este sector.

A mediados de los años 60, el mercado de tráfico aéreo –militar y civil– era el más importante dentro de los bienes de inversión. EE.UU. y el Reino Unido controlaban las tecnologías, la producción y el comercio. Se calcula, para esta época, que la demanda militar norteamericana representaba el 90% del mercado de los países de la OCDE. Sin embargo, con la emergencia de las telecomunicaciones modernas –cada vez más intensivas en electrónica–, y la creciente difusión de los productos electrónicos de consumo, el liderazgo del mercado norteamericano se ha ido diluyendo, hasta representar en la actualidad del orden de un tercio del mundial.

Más allá de los hitos y hechos históricos que jalonaron las primeras décadas de la electrónica aplicada, una aproximación analítica de su desarrollo permite saber que hasta los años 20 del pasado siglo, no eran discernibles el producto, el componente y el servicio electrónico. Los tres elementos formaban una unidad indivisible. El servicio proporcionado solo era posible mediante un producto, que a su vez era un componente electrónico.

En la segunda década del siglo XX, cuando la electrónica se hace más compleja, en respuesta a demandas de servicios más ambiciosos, el desarrollo y fabricación de componentes toman vida propia dando lugar a empresas especializadas en ellos. Así, aparecen en el mercado, para ser integrados en equipos electrónicos para los más variados propósitos, y por orden cronológico: el condensador, el inductor, la batería, el cable, la bobina magnética, el transformador, el relé, el resistor, el conmutador, la guía de onda, el transistor, los componentes híbridos y, finalmente, los circuitos integrados.

La industria de los componentes toma por tanto vida propia desde la segunda década de la era electrónica, hasta el punto de que no solamente resulta imprescindible para los demás subsectores electrónicos, en tanto que proveedores de sus inputs más esenciales, sino, y sobre todo, como responsables de los principales saltos tecnológicos que

permitirán a la electrónica alcanzar el progreso, casi sin fin, y a veces incluso aparentemente mágico, que conocemos.

La madurez de la industria de componentes electrónicos no se alcanza hasta la mitad de siglo, en que, como consecuencia de las altas exigencias de los equipos militares empleados en la segunda guerra mundial, la producción en serie que, había comenzado a finales de los años 30, se vio obligada a respetar un amplio conjunto de requerimientos que, a diversas escalas, siguen plenamente vigentes: estandarización, miniaturización, fiabilidad, mantenimiento, transportabilidad, variaciones de temperatura extremas, humedad, altitud, medio ambiente diverso, alta potencia, resistencia a la radiación, etc.

La invención del transistor en 1947 por John Bardeen, Walter H. Brattain y William B. Shockley en los Bell Laboratories de AT & T fue un paso de gigante sin el que sería inexplicable la electrónica contemporánea. La explotación de las propiedades de los semiconductores y el descubrimiento del silicio y el germanio para aplicaciones electrónicas abrió las puertas a la invención del circuito integrado de manera independiente por Jack Kilby, de Texas Instruments, en 1958, y Jean Hoerni y Robert Royce de Fairchild Semiconductor Corporation en 1959.

Desde entonces la carrera de la integración en menor espacio de más funciones electrónicas no se ha detenido. La integración de componentes electrónicos a gran escala permitió a Intel Corporation en 1971 la introducción de las primeras memorias de circuitos integrados. Con la invención del microprocesador los ordenadores dieron un extraordinario giro hacia la vulgarización de su uso. La extraordinaria demanda de microprocesadores generada por la multiplicación del uso de los ordenadores permitió una gran reducción de costes y un nuevo avance hacia la integración a muy alta escala de circuitos, los populares componentes VLSI. Hoy, los grandes microprocesadores contienen varios millones de transistores sobre un chip de silicio de menos de 2 cm<sup>2</sup>.

Pero además del silicio y el germanio, que tantos avances han permitido, otros elementos químicos de la columna 3<sup>a</sup> de la tabla periódica, tales como aluminio, galio, e indio, junto con otros de la 5<sup>a</sup> columna, tales como fósforo, arsénico y antimonio, ofrecen nuevas posibilidades. Estos componentes son usados para construir semiconductores capaces de emitir señales luminosas o que operan a excepcionalmente altas frecuencias. La aparición de los componentes optoelectrónicos, con los semiconductores láser a la cabeza, ha abierto una nueva dirección en la electrónica: el electrón hoy tiene un compañero de viaje, el fotón.

Las tendencias actuales en microelectrónica están orientadas al uso cada vez mayor de elementos de las columnas III y V de la tabla periódica por cuanto en estos materiales el electrón se puede mover mucho más rápidamente que en otros. Pero dichos materiales no se encuentran en estado puro en la naturaleza como el silicio y su obtención exige procesos muy complicados.

Finalmente, para completar el hiperdinámico panorama tecnológico del sector hay que citar los superconductores, es decir, aquellos metales que pierden su resistencia eléctrica a temperaturas próximas al cero absoluto. Asociado a estas propiedades, el llamado efecto Josephson –descubierto en 1962– por el que el cambio de un estado eléctrico a otro se produce en un tiempo extraordinariamente corto, ofrece posibilidades de producir

microcircuitos superconductores que operarían a una velocidad mucho mayor que cualquier otra conocida.

La familia tecnológica de los componentes contiene tres categorías fundamentales:

- Componentes pasivos (resistencias, condensadores, etc.), que alteran las señales según las leyes de la electricidad.
- Componentes activos (diodos, transistores, etc.), que conmutan su estado en función de los niveles de señal eléctrica.
- Circuitos integrados, que conforman microsistemas de componentes de creciente y compleja funcionalidad.

La última etapa, caracterizada por el empaquetamiento e integración de microcomponentes en forma de chips, ha tenido un desarrollo extraordinario, hasta el punto de constituir una industria de enorme dimensión económica y de extraordinario valor estratégico, de la que dependen todas las demás.

Según la famosa ley de Moore, que hasta ahora se ha cumplido inexorablemente y no parece tener un fin próximo, cada dieciocho meses asistimos a la duplicación de la potencia de los microprocesadores –último hito componentista de la electrónica–, y a la multiplicación de las prestaciones electrónicas, mientras los precios siguen declinando (5).

Con el circuito integrado, responsable de la explosión tecnológica electrónica que conocemos, quizás se haya llegado a un cierto “fin de la industria” del desarrollo tecnológico físico. Los saltos tecnológicos del futuro estarán cada vez más basados en las aplicaciones lógicas –software– de la electrónica y en la provisión de sofisticados servicios, cada vez más dependientes de encontrar nuevas necesidades humanas que satisfacer, que de soportes tecnológicos físicos que los posibiliten.

Dado que la tecnología engendra más tecnología, la importancia de la difusión de cada invento excede potencialmente la importancia del invento original, siguiendo lo que se denomina proceso autocatalítico, que se acelera a una velocidad que aumenta con el tiempo; de ahí que DYSON (1998) pronostique, para finales del siglo XXI, una nueva revolución basada en la simbiosis del metal y el silicio con el nervio y el músculo.



## PRINCIPALES APLICACIONES

### Introducción

Siguiendo una interesante disquisición filosófica de Freeman Dyson (1998) acerca de la evolución de la ciencia, que fundamenta en dos tipos de revoluciones: las conceptuales y las instrumentales, las primeras de las cuales sólo surgen muy esporádicamente (Copérnico, Newton, Darwin, Maxwell, Freud y Einstein), mientras que las segundas suelen proliferar en cada rama conceptual, cabe, por analogía dividir las tecnologías electrónicas en dos categorías:

- Las tecnologías básicas, equivalentes a las ciencias conceptuales en lenguaje de Dyson, y
- las tecnologías aplicadas, que cabría asociar a las ramas científicas instrumentales basadas en las ciencias básicas.

La electrónica contemporánea, tal y como sucede con la mecánica, la química, la electricidad, la medicina y tantos otros campos de las ciencias aplicadas, no es el mero fruto de aplicaciones tecnológicas singulares. Al igual que los productos químicos más sofisticados –cada vez más numerosos y dominantes del mercado– son el resultado de complejas combinaciones de fórmulas básicas compuestas de elementos de la tabla periódica, los productos electrónicos son, cada vez más, resultado de la integración de diversas familias tecnológicas.

Si las especialidades básicas de la medicina moderna, o los principios de formulación química apenas varían con el tiempo, igual sucede con las familias o paradigmas electrónicos básicos que han venido vertebrando el explosivo desarrollo del sector. Todo un siglo de electrónica apenas si ha generado más allá de media docena de especializaciones conceptuales frente a multitud de aplicaciones instrumentales de las mismas.

Sin pretender ser exhaustivos y siguiendo criterios general y tácitamente aceptados, en lo que sigue se describen las principales ramas de actividad tecnológica cuyo dominio determina científica e industrialmente un mundo preciso y coherente. Si en la primera parte de la historia electrónica, los componentes fueron esenciales para su posterior desarrollo, en una segunda, los productos o equipos electrónicos integrados por los componentes han

sido los protagonistas de la difusión social y uso de estas tecnologías. La tercera etapa, que vivimos hoy, está caracterizada, no tanto por los componentes y equipos electrónicos



(hardware), como por las aplicaciones lógicas (software) de las posibilidades tecnológicas de la electrónica física.

## El sonido

El micrófono representa el primer elemento electrónico, que permitió el tratamiento electrónico del sonido, que hemos venido conociendo. El más antiguo data de 1860 (Reig, Alemania) y estaba basado en una membrana de piel que en contacto con un metal convertía las vibraciones del sonido en corrientes eléctricas.

En 1877, Edison (6) construyó un nuevo micrófono mediante gránulos de carbón, que al moverse impulsados por las vibraciones del sonido, modificaban la intensidad de corriente eléctrica de un circuito. Diez años después, Berliner introducía el disco microsurco y el método de hacer copias. La disposición de un micrófono permitió la invención casi simultánea de dos aplicaciones de consecuencias extraordinarias:

- La transmisión de la voz humana por los hilos telefónicos (Bell en 1876) (7).
- La grabación del sonido (Edison en 1877).
- A partir, pues, de los inventos de Bell y Edison, el sonido puede ser transmitido, grabado y reproducido. El temprano invento del teléfono y su tardío uso representó una primera paradoja, muy típica del este fin de siglo XX: muchas tecnologías electrónicas esperan en su anaquel, a la invención de necesidades humanas, sociales y económicas que puedan satisfacer.

La grabación magnética del sonido fue inventada, en Dinamarca, por Poulsen, en 1898. El posterior desarrollo de válvulas electrónicas amplificadoras de señal, permitió en 1940 la introducción en Alemania del magnetófono. En octubre de 1927, gracias a la sincronización de un aparato llamado vitafon, la película The Jazz Singer pudo ser, por primera vez en la historia, proyectada con sonido.

En 1930, en los laboratorios Bell (EE.UU.) y simultáneamente en Inglaterra, fue desarrollado el sistema estereofónico de sonido. Las primeras aplicaciones prácticas de las técnicas digitales al sonido no fueron para grabar sino para transmitir señales estéreo de alta

calidad y señales de sonido TV de un centro a otro de la BBC. Los instrumentos musicales también han sido influenciados por la electrónica. El órgano electrónico y los sintetizadores de sonido son dos buenos ejemplos de ello.

## La radio y el radar

A finales del siglo XVIII, y sobre todo a mediados del XIX, hubo multitud de experimentaciones en torno al fenómeno electromagnético. J.C. Maxwell fue el primero en considerar este fenómeno y darle cobertura teórica con sus famosas ecuaciones sobre radiaciones magnéticas, traduciendo los conceptos de Faraday a una descripción matemática del campo continuo. En 1865 predijo la propagación de las ondas electromagnéticas a una velocidad finita, que demostró era la de la luz.

Del mismo modo que Newton había dado forma matemática a las intuiciones de Galileo, las ecuaciones de Maxwell, como observó Einstein, desempeñaron una función similar para los descubrimientos de Faraday. Doce años después, H. Hertz produciría experimentalmente ondas electromagnéticas. La formulación de estas ecuaciones, esenciales para la electrónica, fueron para Einstein el acontecimiento más importante de la física desde la época de Newton.

El descubrimiento de Maxwell de la identidad cuantitativa entre luz y electricidad, que ya había encontrado aplicación en las ondas de Hertz, alcanzó su mayor expresión en la radio de Guglielmo Marconi. Su espíritu emprendedor encontró recepción en la Inglaterra victoriana, donde desarrolló con éxito sus iniciativas tecnológicas empresariales. En 1896 patentó su telegrafía sin hilos, precursora del espectacular desarrollo, acontecido después, de las radiocomunicaciones.

Como tantas veces ha sucedido en el desarrollo científico, una misma invención puede tener lugar simultáneamente en distintos lugares, sin aparentes conexiones entre sí. Es el caso de la telegrafía sin hilos, desarrollada por A.S. Popov en Rusia, contemporáneamente a Marconi, en marzo de 1896 y conocida solo treinta años después.

El éxito comercial de Marconi y la ignorancia de Popov pone de manifiesto la importancia del medio socioeconómico –en este caso el mercado– que envuelve o rodea los fenómenos creativos. Según M. Csikszentmihaly (1997), el fenómeno creativo alcanza su apogeo cuando

se dan tres circunstancias: actitud creativa, conocimiento del campo creativo y medio receptor de la creación. Tan importante es para el autor el tercer elemento, que considera que solo es invención aquello que es aceptado como tal por la sociedad o el mercado, en términos económicos. Efectivamente, fue el medio socioeconómico británico el que amparó la invención de Marconi, invirtiendo en ella y buscando aplicaciones comerciales con las que retribuir el riesgo empresarial (8).

Popov, siguiendo a Csikszentmihaly, poseía, al igual que Marconi, los atributos del creador, pero su medio ambiente le negó la consideración de verdadero inventor. La biografía de Marconi es reveladora al efecto. Tuvo que abandonar su país, Italia, para encontrar en otro receptividad a sus iniciativas. Apenas un año después de patentar su invento, fue creada la Radio Telegraph Wireless Company. Antes de que terminase el

siglo XIX, Marconi había conectado vía radio Inglaterra con Francia, así como barcos con sus puertos. En 1901 fue desarrollada y experimentada la teoría según la cual era posible transmitir vía radio alrededor de la curvatura de la tierra, y en 1912, fue posible salvar casi la mitad de las vidas de las 1.500 personas que viajaban en el accidentado Titanic, gracias a las radiocomunicaciones.

La 1ª Guerra Mundial (1914-1918), impulsó el desarrollo tecnológico de la válvula electrónica, denominada triodo, que permitió avances extraordinarios en las transmisiones radioeléctricas. En los años veinte, con la invención del cristal de cuarzo de control de frecuencias y de la válvula pentodo, las radiocomunicaciones recibieron otro gran impulso.

La 2ª Guerra Mundial resultó crucial para el desarrollo de transmisores de alta sensibilidad, hasta el punto de que, según B. Galvin (1991), fue este acontecimiento el que determinó la orientación tecnológica que haría después a Motorola líder mundial y poco menos que sinónimo de radiocomunicaciones, incluidas las comunicaciones móviles de hoy día.

La invención del transistor en 1947 tuvo un impacto revolucionario en las técnicas radioeléctricas, que potenció sobremanera. La naciente miniaturización de los componentes radioeléctricos hizo posible que, en 1957, la Unión Soviética lanzara el satélite "Sputnik" con un transmisor de 1 watio de potencia. Desde entonces, las radiocomunicaciones espaciales han proliferado, hasta el punto de hacer posible, en el final de siglo, las comunicaciones desde cualquier lugar de la Tierra con un terminal de pequeña dimensión y a un precio asequible.

Las radiocomunicaciones, inicialmente telegráficas, luego de voz, más tarde de imágenes y datos, han tenido tal éxito que pronto convirtieron en escaso un bien que hasta la aparición

de esta tecnología era sobreabundante: el espectro radioeléctrico. La transmisión radioeléctrica de un mensaje, en función de su contenido o cantidad de información, precisa de un ancho de banda o gama de frecuencias hertzianas, que no pueden ser utilizadas por más de un emisor en el mismo espacio y tiempo.

Antes de Marconi, el espacio radioeléctrico era superabundante. A partir de entonces se convirtió en escaso por dos razones: no toda la gama de frecuencias es utilizable por igual, y la proliferación de aplicaciones concurrentes provoca escasez selectiva, no siendo las subgamas de frecuencias bienes de sustitución. La tecnología radioeléctrica, desde su origen, ha luchado por sobreponerse a la escasez de frecuencias, conjugando el espacio, el tiempo y la velocidad de transmisión y optimizando la cantidad de información transmitida por canal y unidad de tiempo. Como en tantos otros órdenes de la vida económica, la innovación tecnológica hace el milagro de convertir en abundantes ciertos recursos escasos.

Entre los años 20 y 30 del pasado siglo se descubrieron extraños ecos de frecuencias radio en receptores situados bajo el vuelo de los aviones. Fue en Inglaterra donde se comenzó a investigar desde instancias militares este fenómeno, dando lugar en 1935 al primer sistema de radar, basado en la reflexión de las ondas radio.

El radar opera enviando impulsos de energía mediante radio frecuencias, algunas de las cuales se reflejan contra los objetos que se encuentran en su trayectoria. Midiendo el tiempo transcurrido entre que una señal se transmite y se recibe por reflexión en un objeto, es posible calcular la distancia a la que se encuentra éste. De este modo, las radiofrecuencias, originalmente utilizadas para transmitir información, fueron utilizadas para detectar y vigilar objetos en movimiento.

Las aplicaciones de este nuevo paradigma tecnológico se pueden sintetizar en: militares, navales, navegación aérea, meteorología, satélites de control, astronomía, recomposición de imágenes, sonar (“radar submarino”). El extraordinario desarrollo de los componentes electrónicos y otras ramas de la electrónica ha permitido grandes avances en el alcance y precisión –radares tridimensionales– de esta tecnología.

## **La televisión**

El corazón de la televisión –posiblemente el icono por excelencia de la era de la información– es el tubo de rayos catódicos. Inicialmente descubierto por W. Crookers en 1878, y

posteriormente convertido en osciloscopio por F. Braun en 1897, se completó con el “iconoscopio” o cámara de almacenamiento de imágenes desarrollada por V. Zworgkin en 1919, para dar lugar a la primera televisión en 1927, experimentada por P. Farnswort. Antes, en 1909, A.A. Campell-Swinton había concebido y explicado la nueva teoría de la televisión.

La venta de receptores de televisión comenzó en 1929 en EE.UU, con el nombre de Radiovisor. El color tuvo que esperar a 1951, setenta años después de su invención. Los receptores de televisión se han convertido en el producto electrónico más popular de la historia (9), sin que las tecnologías básicas hayan cambiado sustancialmente. Los tubos de rayos catódicos han mejorado su calidad y la transistorización de la electrónica (en 1959) ha prosperado de tal manera que las nuevas fronteras de la televisión; –la alta definición y la pantalla plana–, siguen alejándose en el tiempo, incapaces por ahora de competir en calidad-precio con la televisión convencional.

El último logro electrónico, la digitalización de la señal de televisión, además de alargar la vida de este convencional producto, permite su integración tecnológica con mundos antes separados: las telecomunicaciones y la informática. Un nuevo formato (10) de pantalla 16 x 9 (frente a la histórica 4 x 3) que se comercializará con la próxima generación de

televisores digitales, hará aún más amigable la relación del hombre con el icono de nuestro tiempo.

## **La informática**

La invención del primer ordenador, obviamente mecánico, se le atribuye al francés Blaise Pascal, quien en 1642, a sus diecinueve años, desarrolló un aparato basado en ruedas que permitía sumar, restar y reconocer decimales. Treinta años después, el alemán Gothfied Wilhem Leibniz inventó otro ordenador mecánico, también de ruedas, que además era capaz de multiplicar y dividir. El primer calculador universal fue diseñado muchos años más tarde, en 1833, por Sir Charles Babbage, usando tarjetas perforadas para la entrada y salida de datos. Las clásicas funciones, hoy vigentes en los modernos ordenadores: unidad de entrada, unidad de memoria, unidad de control y unidad de salida, ya formaron parte de este extraordinario invento.

En 1854 Pehr Gery Schultz, introdujo mejoras: el ordenador ya era capaz de imprimir sus resultados. El primer uso masivo de un ordenador tuvo lugar en EE.UU. La tabulación estadística del censo, por primera vez en la historia, fue llevada a cabo de forma mecánica.

Cuarenta años después se desarrollaron los primeros ordenadores científicos, capaces de resolver ecuaciones diferenciales (Universidad de Manchester en 1934). El primer ordenador electromecánico fue diseñado en la Universidad de Harvard en 1937. El ordenador que hoy conocemos, verdaderamente electrónico, fue construido en 1942 en la Universidad de Pennsylvania y completado en 1946. La velocidad a la que ha progresado, desde entonces, el procesamiento electrónico de los datos, se ha convertido en un auténtico emblema de los nuevos tiempos.

Para FREEMAN DYSON (1998) el ordenador es el agente más potente de cambio social durante los últimos 50 años.

## **La electrónica industrial**

El primer uso de la electrónica en la industria fue para el control de procesos tales como el calentamiento por inducción para el endurecimiento del acero, el electroplateado, las soldaduras metálicas, la limpieza por ultrasonidos, etc. Las fotocélulas fueron usadas para una gran variedad de propósitos, tales como: apertura automática de puertas, control de densidad de gases, transmisión facsímil de fotografías, etc.

El control de procesos precisa, típicamente, de tres funciones:

- un transductor que convierta cambios de estados físicos en señales eléctricas,

- un procesador de señales, y
- un mecanismo de control para abrir y cerrar válvulas, regular potencia, etc.,

que encajan a la perfección en la lógica electrónica.

Con la introducción del transistor y después con la del circuito integrado, el control de procesos se potenció enormemente, alcanzando su apogeo con los ordenadores, particularmente los mini y microprocesadores. Hoy en día, prácticamente ninguna industria, desde las extractivas a la química, la de máquina-herramienta, la textil, la aeronáutica, etc., etc., se libra, para su bien, del uso de unas u otras aplicaciones electrónicas para el control de sus procesos.

Las propias fábricas de productos electrónicos son especialmente intensivas en instrumentos y bancos de pruebas electrónicos, hasta el punto de que una visita a una fábrica de última generación ofrece una imagen insólita: grandes espacios, maquinaria robotizada, sistemas de control, .... y de vez en cuando un técnico, que no hace nada, – de hecho las fábricas más sofisticadas evitan la intervención humana directa en sus procesos–, salvo controlar que los sistemas de control de máquinas y robots están funcionando debidamente.

Entre las familias de aplicaciones industriales de la electrónica cabe señalar: las máquinas de control numérico, que realizan múltiples funciones según se programen; la robótica (sustitución de labores humanas por robots electrónicos); la electrónica del automóvil, que cada vez roba más espacio y valor al acero, añadiendo funciones de control, seguridad y confort que en el origen no eran atributos propios de un vehículo; electromedicina (desde marcapasos, hasta rayos X, láser, resonancia magnética, escáner, etc.); electrónica educativa (sistemas de aprendizaje por ordenador, TV educativa, etc.); oficina y banco electrónico (cajeros automáticos, fotocopiadoras, etc.); electrónica de seguridad (sensores, chips, redes, ....), y sistemas para control de tráfico, control de almacenes, simuladores, señalización, monitorización.

## **Las telecomunicaciones**

Además de las seis familias tecnológicas consideradas, existen muchas aplicaciones de la tecnología electrónica que no por menos homogéneas y unitarias desde el punto de vista científico-histórico, son menos importantes. Sobresalen, por encima de todas, las telecomunicaciones, cuyo despliegue tecnológico y comercial las sitúa, junto a la informática, a la cabeza del mercado.

El teléfono, un invento de los años 70 del siglo XIX, necesitó de casi cuarenta años para su uso comercial. No le ocurrió lo mismo al telégrafo –contemporáneo del teléfono– que comenzó a difundirse tan pronto fue inventado. Las telecomunicaciones, de más de un

siglo de existencia, inicialmente soportadas por tecnologías electromecánicas, se basan en la transmisión (transporte) y conmutación (direccionamiento) a cualquier distancia de información, originalmente fónica, y posteriormente de datos e imágenes.

La clave tecnológica que singulariza las telecomunicaciones radica en “la red”. Las telecomunicaciones, que inicialmente ofrecían sólo la posibilidad de una comunicación

bidireccional a una distancia limitada, se convirtieron en una red cuando vencieron tecnológicamente la limitación impuesta por la ley de Ohm, según la cual, con la distancia disminuye el nivel de las señales eléctricas.

Los primeros teléfonos fueron instalados en New Haven, Connecticut (EE.UU.), de manera permanente entre pares de personas. En 1889 Strowger (EE.UU.) inventa la primera central de conmutación automática, permitiendo, desde un teléfono cualquiera, conectarse a cualquier otro de la red. El primer conmutador electrónico tuvo que esperar hasta 1952. Fue desarrollado en los mismos laboratorios Bell, donde cinco años antes se inventó el transistor, pieza clave de la explosión electrónica.

Con la aparición de la “carga artificial” de las redes y el “equilibrio eléctrico” de las mismas, seguidos inmediatamente por la introducción de la amplificación electrónica y la multiplexión de varias señales sobre un mismo medio portador, fue posible comenzar el despliegue planetario de unas infraestructuras que hoy abarcan el mundo merced a la resolución tecnológica de los problemas técnicos que limitaban su despliegue.

Junto a las tecnologías de transmisión que garantizan un nivel de señal recibida equivalente con independencia de la distancia y el tiempo, las técnicas de conmutación de circuitos y paquetes de comunicación, y los sistemas de transmisión de ancha banda o alta velocidad por fibra óptica, componen el conjunto de tecnologías electrónicas integradas en la familia de las telecomunicaciones.

## **Los soportes y la ofimática**

Los soportes audiovisuales y de datos, cintas, tarjetas y discos electrónicos y los equipos ofimáticos, con las fotocopiadoras al frente, son otras dos familias de aplicaciones con vida propia y considerable presencia en el mercado, que cierran, provisionalmente, el conjunto de paradigmas tecnológicos que enraman el árbol electrónico.

Las tecnologías magnéticas y ópticas de los soportes electrónicos de grabación de señales de sonido, datos e imagen, junto con las técnicas facsímil de los faxes y la xerografía conforman un mundo tecnológico especializado que abarca desde los dispositivos simples de grabación a los más sofisticados sistemas de tratamiento de la imagen.





## LA METÁFORA EVOLUCIONISTA Y LA TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

### Biología y electrónica

Aunque en el ámbito científico las metáforas no han gozado de mucho crédito, sino que más bien se han considerado ornamentos o recursos literarios, cada vez es más frecuente su uso en los ámbitos académicos. Los filósofos modernos de la ciencia están rescatando su uso como un modo distinto de perspicacia para el análisis científico.

Si desde siempre se ha alegado que el uso de la metáfora en literatura (11) era una condición necesaria para que tal hecho creativo mereciese usar dicho apelativo con mayúsculas, el propio Aristóteles ya describía la habilidad para utilizar metáforas como “un signo de genialidad”. Darwin quizás fue el primer científico moderno en transferir metáforas de una disciplina a otra con resultados ampliamente reconocidos. Aunque Schumpeter intentó combatir su uso –lo que por fortuna no siempre logró–, la analogía y la metáfora se han convertido en indispensables tanto en la filosofía como en las ciencias (Hogson, 1995).

Para Peirce (1992), una fuente importante de creatividad es la transferencia “abductiva” de una metáfora de un discurso científico a otro. La “abducción” (12) de una metáfora nos permite unir lo que “jamás hubiéramos pensado que se pudiera unir”. Sin pretender que cada traslación metafórica se convierta en una categoría casi definitiva, y buscando en este recurso lógico nuevas maneras de analizar los fenómenos para, cuando menos, enriquecer la visión y entendimiento de los mismos, cabe plantearse en qué medida la metáfora darwinista encaja y explica el desarrollo del sector electrónico.

Efectivamente, la selección natural, operando en un medio ambiente dado (el mercado en nuestro caso), y con los organismos existentes (los componentes electrónicos), es responsable del surgimiento gradual pero continuo de otros organismos (productos) más complejos y articulados (sistemas) y mucho más especializados (aplicaciones).

La analogía del mundo de la electrónica y el de Darwin se verifica de muchas maneras. Así, la “capacidad de reproducción” darwinista, según la cual la cantidad de individuos tiende a ser la misma si las condiciones ambientales no varían, encuentra su reflejo en el mundo de la electrónica. Los “huevos” o potenciales aplicaciones de las nuevas invenciones no tienen vida propia si el “medio ambiente”, es decir el mercado, no ofrece el caldo de cultivo necesario para que puedan sobrevivir. Son muy numerosas las invenciones electrónicas que no han

encontrado aplicación en el mercado o que si la han encontrado ha sido mucho más tarde, después de estar larvadas (el fax por ejemplo) durante largo tiempo.

Los “efectos del medio ambiente” darwinianos, también se reflejan metafóricamente en el evolutivo mundo electrónico. El mercado, limitado por naturaleza, (escasez relativa de recursos y preferencias individuales), no siempre permite que una nueva especie electrónica sobreviva. En dicho medio, algunas nuevas tecnologías, productos y servicios tienen más posibilidades de evolucionar, desarrollarse y tener incluso más descendencia que otras. Además, el medio ambiente, al no ser homogéneo por naturaleza, (cada mercado es un medio ambiente distinto) crea facilidades o dificulta la vida de los “nuevos seres”. El mercado norteamericano, por ejemplo, es más abierto y competitivo que otros. En él, las nuevas criaturas tecnológicas son mejor recibidas (actitud social más perceptiva de lo nuevo, instituciones económicas –capital riesgo– que amparan las novedades, regulación administrativa favorable a la introducción de nuevos productos y servicios, la proclividad social a sancionar positivamente la novedad) y por tanto tienen más posibilidades de sobrevivir y desarrollarse.

La “variación” de las especies también es directamente trasladable a la evolución de la electrónica. Efectivamente, una misma tecnología se desarrolla de distinta manera en ambientes (mercados) distintos. Cuando, por lo contrario, el medio ambiente es homogéneo –desarrollo del GSM en Europa– las especies se desarrollan de manera equivalente.

Finalmente, la “herencia” también opera en el mundo electrónico. Dado un medio ambiente determinado, el éxito o supervivencia de una nueva especie alimenta positivamente –mediante la traslación de las circunstancias del éxito– el desarrollo de las siguientes. Es revelador al respecto que A.G. Bell, inventor del teléfono, atribuyera a su abuelo el germen del teléfono, ya que fue un estudioso del sonido del que heredó su interés por el tema.

Por lo visto, la explosión de tecnologías electrónicas no es sino una metafórica apoteosis de la teoría darwinista.

## **Analogías evolutivas**

A la innata capacidad de reproducción (inventiva humana) de las tecnologías electrónicas, a su sobresaliente capacidad de variación (el árbol electrónico es cada vez más frondoso) y a su potencial hereditario, se le ha unido en los últimos tiempos un nuevo medio ambiente

(mercados liberalizados) que ha permitido la explosiva proliferación de especies electrónicas que hoy conocemos y que no parece tener fin próximo. La extraordinaria importancia del medio ambiente en la expansión de las tecnologías electrónicas que estamos viviendo y cuyo impacto económico y social es tan evidente, tiene un origen tan antiguo como el mundo. Sus catalíticas consecuencias para el mundo electrónico en la era contemporánea podrían haberse previsto mucho antes.

De nuevo puede recurrirse a A. G. Bell, quien afirmaba que si su familia no hubiese emigrado a América del Norte y se hubiese quedado en Inglaterra, el teléfono no hubiese visto la luz, para percibir la importancia del medio ambiente. La aceptación de las novedades en Canadá y su sistema de patentes eran más alentadores que los de Inglaterra.

Jared Diamond (1998), al analizar la sociedad humana y sus destinos, sostiene la fundada tesis de que el desigual desarrollo humano que ha conocido el mundo, no se debe tanto a las innatas aptitudes de las personas como a las circunstancias ambientales que envolvieron su desarrollo. Su sugestivo análisis histórico del “creciente fértil” (la antigua Mesopotamia y su entorno geográfico horizontal), donde nació y se desarrolló la civilización es categórico al respecto. Mientras que el desarrollo de la especie humana, el cultivo de los alimentos, la domesticación de los animales y el progreso tecnológico avanzó extraordinariamente en medios ambientes propicios para ellos, en otros lugares la civilización se detuvo y aún permanece relativamente estancada. La tecnología, para J. Diamond, es el elemento más importante del modelo más comprensivo de la historia. ¿Porqué la mayoría de los inventos, hasta hace unos años, fueron euroasiáticos? Si no parece haber, según la neurobiología, diferencias sustanciales entre los seres humanos, ¿cuál es la causa de las diferencias históricas y geográficas del desarrollo tecnológico? La invención es a menudo la madre de la necesidad y no al revés. Ello es manifiestamente cierto en el ámbito de las tecnologías electrónicas. Los consumidores no tienen, en casi ningún caso, al menos hoy día, ninguna necesidad manifiesta que demande una invención. Cuando Edison construyó su primer fonógrafo en 1877 publicó un artículo que proponía diez usos para su invento. Entre ellos no estaba la reproducción de la música. Hubieron de transcurrir unos veinte años para que Edison admitiera que la principal aplicación de su aparato era la grabación y reproducción de música. El vehículo de motor no fue inventado en respuesta a demanda alguna. Tuvo que esperar cincuenta años para encontrar demanda de uso. Dada la naturaleza esencialmente “pierciana” de la invención, es lógico que la mayoría de los inventos, merced a la genuina capacidad creativa del ser humano, se anticipe a las necesidades sociales.

J. Diamond establece al respecto cuatro factores medioambientales (aceptación social) en la introducción y propagación de los inventos:

- El primero es el beneficio económico relativo en comparación con la tecnología existente. Los mexicanos descubrieron la rueda al tiempo que los europeos y la utilizaron como juguete.
- Su uso para el transporte no se llevó a cabo hasta que no dispusieron de animales domésticos de tiro.
- El segundo es el valor y prestigio social. Muchos productos se adquieren por un alto precio –superior al necesario asociado al uso– por mero prestigio o moda.
- El tercero es la compatibilidad con intereses creados. El teclado de todos los ordenadores, llamado QWERTY, –seis primeras letras de la fila izquierda–, fue diseñado en 1873 como una proeza de la antiingeniería, y se sigue utilizando a pesar de que en 1932 se inventó otro teclado, el doble de eficiente, que reducía el

esfuerzo en un 95%. Los intereses creados han venido zancadilleando su implantación desde entonces.

- Por último, es importante la facilidad para advertir las ventajas del nuevo invento. Las armas de fuego árabes, presentes en España, llegaron mucho más tarde al resto de Europa, después que unos condes ingleses advirtieran en una visita a Tarifa sus ventajas en la guerra de aquéllos contra los cristianos.

La sociedad hipercomunicada de fin de siglo comparte casi en tiempo real el conocimiento y percepción de las novedades tecnológicas, con lo que se acorta el periodo de aceptación social, convirtiéndose, de este modo, el medio ambiente, en un acelerador del progreso tecnológico. En el caso de las tecnologías de la información, es necesario, además, añadir un quinto factor a los considerados por Diamond: la regulación de los mercados.

La introducción de muchas nuevas tecnologías, sobre todo en el ámbito de las telecomunicaciones, ha estado y sigue estando sojuzgada por los gobiernos que, con sus políticas, aceleran o frenan a veces la incorporación al mercado de nuevos servicios. Con la justificada excusa de administrar recursos escasos, caso de las radiofrecuencias, o la de velar por el equilibrio de las fuerzas del mercado, son fácilmente perceptibles notables diferencias regulatorias en mercados próximos y aparentemente similares, (caso de la propia Unión Europea). La televisión digital en sus diversas manifestaciones tecnológicas –especialmente terrestre– y las nuevas licencias de telefonía móvil son ejemplos vigentes de este determinante factor ambiental.

El medio ambiente, tan importante en la evolución darwinista y determinante del devenir de la sociedad humana según Diamond, es crucial para el desarrollo de las tecnologías electrónicas, a cuyos efectos, cabe dividirlo en tres componentes fundamentales:

- La capacidad de compra de los consumidores; barrera objetiva en la adquisición de las novedades.
- La actitud social ante lo nuevo; asociada en muchos casos a valores antropológicos morales y sociales, y
- la política gubernamental que puede incentivar o restringir la introducción en el mercado de las novedades.

Es una mezcla de los tres citados condicionantes la que explica la desigual implantación y desarrollo de las tecnologías electrónicas en el mundo. Ni la renta per cápita, ni la perceptibilidad social por lo nuevo, ni la política gubernamental explican individualmente la penetración social de las tecnologías de la información, aunque obviamente, los tres factores se influyen recíprocamente realimentando dialécticamente sus respectivas influencias a lo largo del tiempo.

El uso de la metáfora evolucionista lleva consigo una posible valoración moral de dicho concepto darwinista, en términos de progreso. Aunque durante el siglo XIX y principios

del siglo XX evolución y progreso se presentaban, en general, indisolublemente unidos, quizás debido a la gran expansión económica y tecnológica de la época, en los últimos años el progreso evolutivo se encuentra en declive, tanto por influencias culturales como por razones científicas (Wagensberg, 1998).

En la evolución de las tecnologías electrónicas en las que, como se ha visto desde la metáfora darwinista, su desarrollo es sinónimo de progreso, su morfología sólo presenta formas progresivas de evolución. Con la excepción de algunos posibles usos dañinos que el hombre puede hacer de la electrónica, pocas tecnologías en la historia de la humanidad han tenido y tienen un alcance tan positivo e incluso constructivo de un mundo mejor.



## “EL ÁRBOL ELECTRÓNICO”

### Configuración

Siguiendo una taxonomía botánica, el árbol genealógico de la electrónica que empíricamente fue sembrado en 1740 con la invención del condensador y teóricamente concebido en 1897, con el descubrimiento del electrón; desarrollado durante un siglo y coronado recientemente por la aureola de Internet, contiene cinco partes, perfectamente distinguibles:

- Los componentes –“raíces del árbol”– que hacen posible el nacimiento de la electrónica, soportan y alimentan con su renovada savia la producción de los equipos electrónicos.
- Los procesos industriales –“tronco”– que posibilitan la fabricación de los equipos.
- Las familias electrónicas –“ramas”– que generan, desde un origen tecnológico común, diversidad de productos.
- Los servicios –“hojas”– basados en las tecnologías electrónicas.
- Los productos electrónicos –“frutos”– emanados de las distintas familias electrónicas.
- Los contenidos –“flores”– soportados electrónicamente.

El “árbol electrónico” descrito se ha visto magnificado virtualmente por Internet, que recapitula, en una especie de nueva paraestructura, todo el acontecer tecnológico del presente proyectándolo hacia el futuro.

La morfología del árbol electrónico, siguiendo la taxonomía anteriormente descrita, puede configurarse, siguiendo una lógica histórica, industrial y económica, en dos partes esenciales: la estructura industrial y la superestructura hipersectorial.

La estructura industrial presenta rasgos morfológicos permanentes sobre los que se desarrollan todo tipo de aplicaciones superestructurales cuya evolución viene a caracterizar en cada época la expresión externa del “árbol electrónico”.

Internet sería la quintaesencia metacatalítica de la superestructura hipersectorial y la mejor expresión metafórica del árbol electrónico.

## Estructura industrial

Incluye todas las actividades (13) que, originadas en procesos de I+D, manufacturan componentes, productos y equipos e integran sistemas, además de la comercialización, instalación y mantenimiento de los mismos.

- Los componentes electrónicos, inicialmente origen y fin de este ámbito tecnológico, desde hace medio siglo son los ingredientes fundacionales y esenciales de cualquier familia tecnológica. Su contribución no sólo es, obviamente, necesaria para cualquier producto electrónico; a veces, es suficiente para personalizar y garantizar el éxito de una nueva aplicación. Cada vez es más frecuente librar el éxito de una nueva aplicación electrónica a la posibilidad de disponer de microcomponentes integrados, o en lenguaje vulgar, chips, con una funcionalidad, y sobre todo un coste, en lenguaje económico, determinados.

- Los procesos industriales, sobre la base del progreso de la logística fabril, cada vez más robotizada y desvertebrada –el outsourcing está cada vez más extendido–, permiten, con técnicas de procesos cada vez más sofisticadas –realimentadas a su vez por los avances electrónicos–, construir los productos de las distintas familias tecnológicas sobre la base de los componentes.
- Las familias electrónicas básicas, caracterizadas por configurar un paradigma tecnológico (siguiendo una definición de T. Khun) (14), que configuran el mercado electrónico son:
  - La grabación, reproducción, transmisión y recepción del sonido.
  - La captación, transmisión, difusión y recepción de la imagen, es decir la televisión.
  - La transmisión y recepción de señales mediante ondas radioeléctricas en el espacio hertziano y los sistemas de radar y sonar basados en la propagación y control de impulsos radioeléctricos.
  - El procesamiento electrónico de la información mediante ordenadores.
  - Las aplicaciones electrónicas a los procesos industriales.
- Las telecomunicaciones que interconectan las personas y la mayoría de las aplicaciones electrónicas.
- La ofimática, el software estándar y los soportes electrónicos.

La industria electrónica se completa, además, con:

- La integración de sistemas, o conjunción funcional de familias electrónicas dispares, para aplicaciones específicas.
- La comercialización, instalación y mantenimiento de productos y sistemas electrónicos.



## Superestructura de servicios

La estructura del “árbol electrónico” es de índole típicamente fabril, e incluye por tanto: las raíces –componentes–, el tronco –procesos industriales–, las ramas –especialidades tecnológicas– y los frutos –productos– que nacen de ellas.

Las hojas –servicios electrónicos–, las flores –contenidos electrónicos– y el “mundo internet”, que recrea virtualmente casi todas las posibilidades de la electrónica, constituyen la superestructura que, basada en la estructura industrial, complementa la configuración del marco hipersectorial de las tecnologías de la información.

Las analogías utilizadas, con carácter puramente simbólico, para describir las partes del “árbol electrónico” persiguen ofrecer una visión comprensiva de un mundo vivo, excepcionalmente vivo, cuyos cambios incesantes pueden ofrecer a simple vista una imagen efímera, que despiste al observador de una realidad morfológica, que como los árboles, aún cambiando de aspecto según las estaciones –o cambio tecnológico en el “árbol electrónico”– siguen siendo “especies botánicas” perfectamente caracterizadas.

Los servicios electrónicos son aquellos que, desagregados de otros cuyo origen y soporte tecnológico no son esencialmente electrónicos (un cajero automático está incorporado a la actividad financiera pero no resulta esencial a ella), se basan esencial o intensivamente en las tecnologías electrónicas. Los más caracterizados son:

- Los servicios de telecomunicaciones, que incluyen las comunicaciones fijas y móviles, vía física y hertziana, de carácter público.
- Los servicios audiovisuales, básicamente conformados por la radio y la televisión.
- Los servicios informáticos, complemento “lógico” a la electrónica física de los ordenadores y que integran los programas software “ad hoc”, las bases de datos y el cada vez más extendido outsourcing.
- El comercio electrónico soportado por las redes de telecomunicaciones, los terminales informáticos, las tarjetas magnéticas o chip y los sistemas de proceso de las transacciones.

Los contenidos electrónicos, emergente industria asociada a las tecnologías y los servicios electrónicos, que la convergencia digital está paulatinamente integrando en el hipersector, tienen como ámbitos más significativos:

- La reproducción discográfica, que envasa electrónicamente en cintas y discos el sonido de las creaciones musicales.
- La reproducción videográfica en soportes magnéticos de películas y otras creaciones visuales.

- La producción audiovisual basada en medios electrónicos de grabación y reproducción.
- La edición de contenidos electrónicos, nueva forma de difusión de la cultura bibliográfica.

El mundo Internet, que ha sido posible por la conjunción digital de la informática y las telecomunicaciones, se abre a los usuarios conectados a proveedores de servicios, permitiendo a través de portales virtuales la orientación de sus demandas hacia los proveedores de contenidos. La generalización del uso de Internet está obligando a la validación y registro de las transacciones como garantía de uso.

La nutrida variedad de especies que integran “el árbol electrónico” puede organizarse, con fines estadísticos, en categorías homogéneas susceptibles de agregación económica siguiendo una clasificación internacional que facilite las conclusiones económicas que se persiguen en este trabajo, y según se recapitula más adelante.

## Gráfico 38

### LÓGICA FILOSÓFICA DEL “ÁRBOL ELECTRÓNICO”

El árbol electrónico presenta el progreso de modo que cabría denominar “khuniano”. Para T. Khun (1977) es una tentación omnipresente y perenne escribir la historia hacia atrás de modo lineal y en forma acumulativa, lo que no significa que científicamente sea rigurosa.

Efectivamente, la historia de las tecnologías electrónicas puede escribirse de dos maneras:

- Articulando una historia lineal, sin discontinuidades, consecuencia de la mera acumulación de saberes y experiencias, o
- Reconstruyendo el pasado, sin forzar la necesaria continuidad histórica de los hitos que lo componen, y tratando, en todo caso, de encontrar un modo relativamente articulado de encajar unitariamente el paradigma.

Paradigma, según T. Khun (15), es un logro científico fundamental, que incluye una teoría y alguna explicación ejemplar a los resultados de la experimentación y la observación. Constituye un logro abierto y aceptado que puede, y de hecho es, explotado y extendido a una variedad de maneras. En realidad, el árbol electrónico, aunque sigue pautas “khunianas”, también presenta rasgos “popperianos”.

La diversidad de ramas o paradigmas que contiene encaja con la epistemología de Khun, mientras que el tronco, formado por una acumulación de saberes sobre procesos industriales, responde a la lógica filosófica de Popper. Las ramas electrónicas serían, desde este punto de vista, los paradigmas esenciales de las tecnologías electrónicas, pues cumplen sus atributos y funcionalidad. El tronco que sostiene y da vida a las ramas y los frutos del árbol electrónico, junto con las raíces que lo alimentan, evolucionan siguiendo estrictamente las pautas de la epistemología popperiana, según la cual una nueva teoría cobra vida cuando cuestiona a la anterior y aumenta su poder explicativo. Efectivamente cada nuevo componente y proceso industrial cobra vida sólo cuando mejoran lo anterior y lo sustituye.

Según PAUL Feyerabend (16), Lakatos y Musgrave (1975) (en un magistral trabajo que enfocado al árbol electrónico podría dar incluso frutos mayores), el principio de tenacidad (seleccionar entre varias opciones y aferrarse a aquélla que prometa resultados más fructíferos) y el principio de proliferación (trabajar en varios frentes simultáneos), debidamente interconectados explican el desarrollo de la ciencia. Obviamente, se trata de

una metáfora directamente aplicable al árbol electrónico. Aunque el principio de tenacidad es atribuible a T. Khun (él lo consideraba discontinuo), Lakatos fue quien estableció que: proliferación y tenacidad no pertenecen a periodos sucesivos de la historia de la ciencia, sino que están siempre “copresentes”, como es nuestro caso.

K. Popper y T. Khun rechazaron que la ciencia progrese por acumulación. Si se observa en detalle el árbol electrónico, se verifica que los principales paradigmas tienen orígenes y aplicaciones distintas y crecen y se desarrollan con su propia lógica, no cabiendo considerar que cada uno de ellos resulte de la acumulación de experiencia habida en los demás. El sonido, la televisión, la radio son paradigmas independientes entre sí. Sin embargo, dentro de cada rama tecnológica, sí que pueden aceptarse dos importantes conclusiones, derivadas de pruebas empíricas, debidas a J. Diamond (1998). La primera es que aquí la tecnología se desarrolla por acumulación; y la segunda, que encuentra la mayoría de sus aplicaciones después de haber sido inventada. Ambas afirmaciones pueden aceptarse para el ámbito de los productos y sistemas electrónicos.

El árbol electrónico se muestra pues conciliador de las tesis de K. Popper, T. Khun, P. Feyerabend, E. Lakatos y J. Diamond, que encuentran en su compleja arquitectura un espacio de ecléctica convivencia. T. Khun discrepó de K. Popper al considerar que existe de hecho un “mundo sociológico” que ampara en muchas ocasiones teorías discutibles. Es lo que sucede con algunos productos electrónicos (los teclados) que perviven no por razones intrínsecas sino por “apoyos sociales externos” ajenos al propio mundo de la electrónica y el mercado (contraste de hipótesis).

En la historia del hipersector caben los contradictorios mundos de T. Khun y K. Popper. Para el primero, la comunidad científica es especialmente cerrada, mientras que para el segundo es abierta. Hasta la apertura de los mercados, los monopolios de hecho y de

derecho, tanto de tecnologías básicas como de sus aplicaciones, constituían un mundo “khuniano”. Con la apertura del mercado y la libre competencia, el mundo cada vez es más “popperiano” (17).

La crítica de T. Khun a la epistemología de K. Popper, según la cual la realidad social no rechaza una teoría porque en algunos supuestos no se cumple, tiene sentido en el mundo electrónico. Efectivamente muchos nuevos inventos, aunque tengan más poder explicativo (en lenguaje popperiano), es decir, resuelvan lo que otros y lleguen más lejos, no sustituyen necesariamente a aquéllos.

Apelando al concepto de revolución científica acuñado por T. Khun, el físico Freeman Dyson (1998) sostiene que existen dos tipos de revoluciones: las impulsadas por nuevas herramientas y las que lo son por nuevos conceptos. Para Dyson, los paradigmas khunianos son básicamente conceptuales y tienen un alcance explicativo muy limitado. Además de la revolución en mecánica cuántica, en los últimos 500 años sólo hemos tenido seis grandes revoluciones conceptuales, según se vio anteriormente. Durante el mismo tiempo ha habido unas veinte revoluciones impulsadas por instrumentos.

Es de sumo interés para el mundo electrónico esta disección epistemológica de Dyson. En primer lugar, porque sugiere la analogía de que las ramas del árbol electrónico (paradigmas tecnológicos) tienen un origen conceptual, mientras que los frutos (productos electrónicos) y hojas (servicios electrónicos), flores (contenidos electrónicos) e Internet están basados en conceptos instrumentales. Y en segundo término porque explica, lo que de hecho sucede en la práctica: las revoluciones instrumentales –los ordenadores en su momento y ahora Internet–, a veces son más importantes que las conceptuales.

## **“ARQUITECTURA HIPERSECTORIAL”**

Otra manera de entender el alcance y organización estructural del hipersector de las tecnologías de la información y la comunicación puede tomar forma arquitectónica.

### **Gráfico 39**

Los cimientos del simbólico edificio del HITC estarían constituidos por los componentes electrónicos; es en base a ellos como se construyen las estructuras que lo soportan y las aplicaciones que le dan vida. El piso de la casa común lo constituyen los procesos industriales, que, siendo iguales para todas las posibles construcciones electrónicas, benefician a todas ellas de sus progresos tecnológicos.

Las columnas vertebrales que soportan toda la superestructura estarían formadas por los productos y sistemas electrónicos, constituyendo la estructura físico-lógica del mismo.

Amparados en la estructura del edificio, los servicios de telecomunicaciones, informáticos, multimedia y el comercio electrónico ocuparían los espacios interiores. El último piso del edificio, que crece con las nuevas formas tecnológicas, estaría ocupado por los contenidos

electrónicos. Por fin, Internet, coronaría luminosamente el “templo virtual” de las tecnologías de la información.

La estructura arquitectónica del metafórico edificio es esencialmente invariable en el tiempo, mientras que la superestructura, incluida la dimensión externa del espacio arquitectónico y sobre todo su distribución y forma exterior, cambian continuamente.

## RECAPITULACIÓN ORGÁNICA DEL HIPERSECTOR

### Introducción

Después de haber definido y delimitado la tecnología electrónica, analizado su origen y descritas sus aplicaciones más significativas, así como presentadas su vida y aplicaciones sobre la base de una analogía botánica, una refundición orgánica de todo lo visto hasta ahora permite encajar las piezas del gran puzzle del hipersector de las tecnologías de la información y la comunicación, según un orden lógico, que, además de recoger la tradición tecnológica y su despliegue industrial, incluye ordenadamente todas sus ramas de actividad. Se trata de examinar y clasificar el mundo electrónico mientras cambia, con vocación de permanencia.

Utilizando una metáfora filosófica proveniente de la epistemología de Imre Lakatos (1975), la estructura orgánica del hipersector de las tecnologías de la información puede dividirse en dos partes:

- Un “núcleo duro”, de carácter permanente y estructural, formado por el progreso físico y lógico de la electrónica, que tiene sus raíces en la “componentística”, un tronco basado en los “procesos industriales” y ramas (paradigmas) tecnológicos autónomos que pueden combinarse para producir frutos (aplicaciones).
- Un “cinturón de aplicaciones” que satisfacen demandas específicas del mercado en forma de servicios, y que, como los platos cocinados, partiendo de los mismos ingredientes, se combinan circunstancialmente para adaptarse a las distintas demandas del entorno, que, como se ha visto antes, a veces hasta se inventan también.
- El núcleo duro, aún renovándose sin cesar, está compuesto de tecnologías básicas que por su capacidad evolutiva suelen tener larga vida y múltiples aplicaciones. Estaría asociado a la estructura industrial del hipersector.

El cinturón de aplicaciones se adapta también continuamente a las demandas del mercado, pero es más voluble, por naturaleza, ya que depende de la relación dialéctica entre las tecnologías o paradigmas básicos existentes en cada momento y las potenciales demandas sociales de las aplicaciones que resultan de la combinación de los componentes del núcleo duro.

El enunciado del cuadro hipersectorial que se plantea a continuación responde al concepto “popperiano” de falsabilidad; es decir, puede ser criticado y refutado. Su contenido se presenta organizado y desagregado de tal manera que las comparaciones y las eventuales críticas al mismo se vean facilitadas.

## La industria electrónica

Aunque los grandes grupos industriales y de servicios multinacionales del sector electrónico, tienen, en muchos casos, en su seno, diversas especialidades electrónicas y por tanto, como tales conglomerados, pueden pertenecer a más de una rama industrial, a nivel de plantas productivas y centros de I+D, el encaje estadístico de sus actividades no suele presentar problemas de identificación en el marco de la estructura que sigue, conformada por doce ramas de actividad:

- Componentes electrónicos. Se engloban en esta categoría todos los componentes, antenas, cables, partes y subconjuntos, que sirven de insumos esenciales para la fabricación de productos.
- Electrónica de Consumo. Incluye los productos electrónicos de uso doméstico: receptores de TV, audio, videojuegos, y todo tipo de aplicaciones electrónicas para el hogar.
- Electrónica profesional. Integra equipos e instalaciones electrónicas, que juegan un papel de inversión en las unidades económicas que lo utilizan. Se trata de equipamientos que sirven para producir otros productos o servicios, tales como equipos y sistemas de radiodifusión multimedia; equipamientos de electromedicina; robótica y electrónica industrial; instrumentación y equipos didácticos; y electrónica de defensa y navegación.
- Informática. Los productos electrónicos informáticos son todos los ordenadores, de mayor a menor potencia y sus elementos auxiliares, incluido el software operativo, es decir, aquel que viene intrínsecamente incluido en el equipo.
- Telecomunicaciones. En la actualidad, una clasificación moderna, de este equipamiento, incluye los siguientes apartados:
  - Núcleo de la Red: equipos y sistemas que conmutan, procesan, controlan y “dirigen” las comunicaciones de voz, datos e imagen.
  - Red de Acceso: equipos y sistemas de transmisión y distribución de señales a la sede del abonado, mediante medios alámbricos o hertzianos.
  - Red de Abonado: equipos terminales simples o complejos que conforman la red propia del abonado, tanto en el hogar como en la oficina.

Tal clasificación es aplicable a todas formas de redes: fijas (tanto vías físicas como hertzianas) y móviles.

- “Outsourcing”. Los fabricantes de marcas blancas y de subconjuntos electrónicos, entre los que sobresale la pujante electrónica del automóvil, constituyen una reciente y creciente industria que trabaja para las demás.
- Software estándar. Los programas de ordenador para múltiples aplicaciones, incluido el entretenimiento, toman hoy forma de productos industriales que materializados en discos de los más variados formatos y sustento tecnológico alimentan la vida de los equipos informáticos.
- Soportes audiovisuales. Las cintas, tarjetas y discos mediante procedimientos magnéticos, ópticos y chips, que almacenan información electrónica constituyen una industria especializada que recrea las potencialidades de los equipos electrónicos.
- Ofimática. El panorama de la industria de equipos electrónicos se completa con los equipos electrónicos de oficina. Los aparatos facsímil y las fotocopiadoras cierran el conjunto de actividades manufactureras, cuyas actividades se engloban en el hipersector de las tecnologías de la información bajo la denominación de industria electrónica.

Pero los productos electrónicos, cada vez más sofisticados, se integran además en arquitecturas de creciente complejidad que han generado una nueva especialización: la integración de sistemas, que, junto a la instalación, comercialización y mantenimiento, cierran el marco sectorial de la industria electrónica.

- Integración de sistemas. Los sistemas electrónicos compuestos de diversas aplicaciones, fundamentalmente informática y telecomunicaciones, para propósitos diversos, fundamentalmente del sector servicios, conforman una nueva especialidad de creciente impacto económico.
- Instalaciones. Los equipos y sistemas electrónicos precisan ser instalados para que cumplan sus funciones. Esta rama de actividad económica, en el pasado integrada dentro de los complejos fabriles, hoy tiene vida propia.
- Comercialización y mantenimiento. La distribución especializada de equipos y productos electrónicos, sobre todo al gran público, así como el mantenimiento y asistencia técnica de los mismos representa un subsector de gran importancia para la industria electrónica.

## **Los servicios electrónicos**

Los servicios basados en tecnologías electrónicas se dividen en cuatro categorías y dan lugar a catorce especialidades:

- Los servicios de telecomunicaciones, que se subdividen a su vez en: Redes Fijas, Redes Móviles, Transmisión de Datos, Redes de Cable y Prestaciones de Valor Añadido.



- Los servicios audiovisuales, integrados por la Televisión Terrenal, Vía Satélite y la Radio.
- Los servicios informáticos, constituidos por las Aplicaciones Informáticas “ad-hoc”, las Bases de Datos y la Subcontratación de tales servicios.
- El comercio electrónico, o sustitución del dinero y otros medios de pago por una transacción electrónica, conformado por las Tarjetas de Crédito de propósito general y particular así como las de débito y las basadas en monederos electrónicos y las transacciones a través de Internet.

## Los contenidos electrónicos

Industrias y servicios que antaño estaban alejados parcialmente o por completo de la tecnología electrónica, no pueden vivir hoy sin ella.

- La producción discográfica es hoy casi completamente electrónica. Los discos compactos y las cintas audio soportan la práctica totalidad de la producción discográfica que conocemos.
- La producción videográfica, de base electrónica, está desplazando cada vez más la tecnología fotográfica en la producción y difusión de películas de todo tipo.
- La producción audiovisual se ha convertido en una grande y emergente realidad basada en el tratamiento electrónico de la imagen.
- La edición electrónica de libros y publicaciones es otra industria nueva basada en las tecnologías electrónicas.

## El “planeta Internet”

Internet, un producto inicialmente heteróclito, se está convirtiendo en la expresión morfológica del hipersector, además de constituir el hiperfenómeno del fin de siglo XX. La actividad desplegada en todo el mundo en este ámbito cada vez es económicamente más relevante y solo estamos al principio de sus posibilidades.

Las categorías económicas más significativas de este emergente mercado son, además de los equipos, sistemas, redes, terminales y aplicaciones considerados anteriormente:

- Los nuevos centros de validación y registro de las transacciones electrónicas.
- Los proveedores de servicios de información, que conectan al usuario con la red.
- Los buscadores y portales que orientan el tráfico de demandas específicas de información hacia las ofertas existentes en el medio Internet.

**Gráfico 40**

## UNA VISIÓN PANORÁMICA DE LA ESTRUCTURA DEL HIPERSECTOR TIC

Con objeto de ofrecer una impresión concreta y próxima a la realidad del Hipersector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (HTIC), tal y como ha sido teóricamente descrito, en lo que sigue se describe sucintamente la estructura de cada uno de sus apartados a nivel mundial y se detalla la naturaleza del mercado y la producción para el caso español.

La industria de componentes electrónicos, dividida en tantas subespecialidades como se señalan en el Anexo 8, se encuentra radicada con cierta proximidad a la fabricación de equipos electrónicos –sus clientes- y está altamente especializada y concentrada. El sudeste asiático es el principal productor de componentes electrónicos y EE.UU., seguido de Japón y a buena distancia de Alemania, Francia y el Reino Unido, los principales centros de desarrollo tecnológico de las especies más estratégicas; fundamentalmente los microprocesadores. Se trata de una industria básicamente orientada a los mercados exteriores; ya que sólo alcanzando una cierta porción del mercado mundial es posible lograr una escala que haga competitiva la producción.

INTEL, MOTOROLA, LUCENT, etc. simbolizan el liderazgo mundial de EE.UU. en componentes electrónicos de la más alta integración –los microprocesadores–, que determinan la suerte de prácticamente todos los desarrollos de productos; desde satélites, hasta telefonía móvil, pasando por la electrónica del automóvil y del hogar.

En España, junto a la presencia de AGERE (LUCENT) –la industria más importante del sector–, FAGOR, PREMO y ELBASA son las empresas nacionales más significativas. Para un mercado interior de 480 millardos de pesetas en el año 2000, la fabricación nacional alcanzó un 65% del mismo, la importación un 71%, la exportación y el déficit comercial un 35%. La mayor parte de la producción se destina a la exportación, mientras que la fabricación nacional de equipos se abastece fundamentalmente del exterior.

La producción española, que a principios de los años setenta superaba el 80% del consumo aparente, decayó progresivamente hasta el 37% en 1988; desde entonces se ha recuperado hasta representar casi dos tercios del mercado. La importación, que hace más de veinticinco años apenas si representaba un tercio del mercado, se estabilizó desde mediados de los años ochenta entre dos tercios y tres cuartas partes del mismo. La exportación ha venido teniendo una trayectoria ascendente, mientras que el déficit comercial, que llegó a representar más del 60% del mercado a finales de los años ochenta, ha descendido desde entonces hasta un 35%.

La investigación y desarrollo de nuevos componentes electrónicos tiene una importancia estratégica sin igual; de ella depende el futuro del sector electrónico, ya que todas las posibles nuevas aplicaciones del futuro pasan necesariamente por aquí.

La electrónica de consumo, beneficiada del progreso tecnológico de los componentes y abaratadora de sus precios por el masivo uso de los mismos que permite reducir sus costes, es una industria esencialmente oligopolística a nivel mundial, cuyo centro de gravedad reside en Japón y el sudeste asiático. SONY, PANASONIC, SANYO, SHARP, PIONEER, SAMSUNG en Asia, y PHILIPS y THOMPSON en Europa dominan la mayor parte de los mercados mundiales. Dicha situación se reproduce en España, ya que dichas corporaciones se encuentran instaladas aquí y concentran la casi totalidad de la producción nacional, del mercado y del comercio exterior.

Para un mercado (año 2000) de 292 millardos de pesetas, la producción alcanzó el 91% del mismo, la importación el 76%, la exportación el 67% y el déficit comercial el 9%. Después de un largo periodo de decaimiento acontecido entre 1980 y 1996, la fabricación nacional de

electrónica de consumo casi iguala el mercado interior, lo que ha permitido un cierto equilibrio comercial; un hecho relativamente insólito en la Unión Europea.

Los equipos electrónicos profesionales, según puede observarse en el Anexo citado anteriormente, cubren una amplia y diversificada gama de aplicaciones, que a su vez determinan estructuras industriales distintas entre sí. En Radiodifusión y Televisión, la oferta se presenta dispersa; las empresas líderes internacionales –de origen japonés y francés– coexisten con otras de ámbito nacional, en todo caso localizadas en los primeros países industriales. Entre los grandes especialistas mundiales cabe señalar a NEC y THOMPSON, y entre las españolas MIER, EGATEL y RYMSA. En electrónica de defensa se da una fuerte concentración liderada por empresas norteamericanas como RAYTHEON y GENERAL DYNAMICS y francesas como THOMSON. Los presupuestos de defensa y las políticas de los gobiernos han sido decisivos para determinar el liderazgo tecnológico, industrial y de mercado en este sector. En España, INDRA y AMPER PROGRAMAS son las empresas más representativas en un mercado en el que apenas si existe presencia industrial multinacional. La electrónica industrial, dominada por empresas de los países más desarrollados, al exigir habitualmente soluciones a la medida, obliga, al menos en los grandes mercados, a la existencia de integradores locales de dichas tecnologías, por lo que no existe un oligopolio tan claro como en otras ramas de la industria electrónica. Entre los líderes internacionales cabe destacar a OMRON, BROWN BOVERY y SIEMENS, y en España a ELIOP y SAINCO. En electromedicina, la enorme sofisticación y complejidad de la mayor parte de los aparatos electrónicos y las garantías que exige un uso tan delicado como la salud, determinan un modelo oligopolístico –típicamente schumpeteriano–, a nivel mundial, que, dominado por empresas como GENERAL ELECTRIC, SIEMENS y PHILIPS, apenas si dejan espacio para empresas de menor dimensión y escala nacional. En instrumentación y equipos didácticos, el mercado es muy disperso, aunque en las grandes y más complejas especialidades se reproduce el modelo anterior; es el caso de TEKTRONIX FLUKE, GEN RAD y

HEWLETT PACKARD. Todas ellas empresas líderes mundiales en su especialidad. En el resto de los ámbitos, proliferan especialistas de alcance más o menos multinacional, todos ellos radicados en los países de mayor tradición y proyección industrial. En España cabe señalar a PROMAX y DICESVA.

El mercado agregado de electrónica profesional alcanzó, en el año 2000, 350 millardos de pesetas; la producción nacional supuso la mitad de dicha cifra, la importación el 79% y la exportación el 28%. Con un déficit comercial equivalente al 50% del consumo interior, y que tiende a reducirse, el sector está haciendo crecer su producción y sus exportaciones de modo paulatino y consistente los últimos veinte años.

La industria informática, inicialmente localizada casi exclusivamente en EE.UU, luego desarrollada en Japón y más tarde, con la aparición del ordenador personal, de nuevo casi totalmente concentrada en aquel país, –aunque la fabricación de las unidades menos avanzadas se haga en el sudeste asiático–, toma forma relativamente oligopolística. Pocos países –apenas EE.UU., Japón y Alemania– y no demasiadas empresas: IBM, HELWETT PACKARD, COMPAQ, DELL, FUJITSU, BULL, SIEMENS, etc., dominan las tecnologías y los mercados a escala planetaria. Los mercados locales reproducen, a través de la generalizada presencia comercial –la industrial es excepcional– de las principales corporaciones en liza, una distribución de competencias tecnológicas cuyo alcance es global. Con la emergencia de Internet, nuevas empresas se han incorporado a los mercados; CISCO y SUN MICROSYSTEMS son buenos ejemplos de entrantes con éxito en un mercado oligopolístico, gracias a la innovación tecnológica. Tal y como sucede con la electrónica de consumo y la electromedicina, apenas existen empresas de alcance nacional en informática. Por tanto, es natural que las importaciones cubran más del 90% del mercado español, que el año 2000 alcanzó 626 millardos de pesetas. La producción, dada la división internacional de trabajo que existe en el sector, está orientada a la exportación, siendo su dimensión inferior a la mitad de la importación y equivalente a un tercio del mercado. El principal, y casi único, fabricante y exportador asentado en España es HEWLETT PACKARD.

La industria de equipos de telecomunicaciones, que nació oligopolística, ha permanecido igual durante toda su existencia; las pocas nuevas empresas que surgieron, con la única excepción de NOKIA, terminaron absorbidas en los procesos de fusión y concentración que han venido dominando el sector las últimas décadas, precisamente las de la liberalización de los mercados. Apenas una docena de grandes conglomerados industriales de origen norteamericano, japonés, alemán, francés y escandinavo se reparten más de tres cuartas partes del mercado mundial. ALCATEL, SIEMENS, LUCENT, NORTEL, MOTOROLA, ERICSSON,

NOKIA, NEC y muy pocos más, presentes comercialmente en casi todos los mercados e industrialmente en unos pocos, son los más distinguidos miembros de una especie de club que apenas si cambia de estructura, aunque de vez en cuando cambien los nombres, y si lo hace es hacia la concentración, en vez de la dispersión del poder. La política de liberalización de las telecomunicaciones, guiada por preceptos de la economía

industrial, e ignorante de la lógica de la economía de las ideas que describe JONES (1998), está consiguiendo lo contrario que pretendía: una mayor oligopolización, si cabe, del sector industrial. En España se reproduce, gracias a la política de Telefónica en el pasado, un modelo típico de país industrial: presencia productiva de los principales fabricantes (ALCATEL, LUCENT, ERICSSON, SIEMENS) junto con algunas empresas de tamaño medio de capital nacional como AMPER y TELDAT. Con un volumen de mercado muy considerable, más de un billón de pesetas en el año

2000, la producción apenas si alcanzó la mitad de dicha cifra, mientras que la importación alcanzó el 70%. Un sector históricamente caracterizado por su equilibrio comercial, ha sucumbido, en la era de la liberalización, hacia una dependencia exterior cada vez mayor.

La generalización de la subcontratación electrónica es un ejemplo más de la metamorfosis productiva originada por la difusión de las TIC que ha dado lugar a la nueva economía. Se trata de una industria con poco más de una década de vida, que ha nacido con la exclusiva vocación de asumir la externalización de las actividades industriales de grandes corporaciones así como la fabricación sin marca propia de productos electrónicos a gran escala. Las principales industrias de este sector –muy pocas en el mundo–, tienen origen y capital norteamericano y en algunos casos están especializadas; es lo que sucede con la electrónica del automóvil. Las más importantes, que a su vez están radicadas en España, son GLOBAL MANUFACTURER SERVICES (por adquisición de las actividades industriales de IBM en España), SCI (por adquisición de gran parte de las actividades industriales de ERICSSON en España) y ELECTRÓNICA DE CÁDIZ (producción electrónica para FORD y otras marcas automovilísticas). Una buena idea de la dimensión que ha cobrado esta especie de “industria en la sombra” la ofrece la dimensión del mercado español, que en el año 2000 alcanzó una cifra de 890 millardos de pesetas; es decir, más del doble que la electrónica de consumo y la profesional, superior a la informática y muy cerca de los equipos de telecomunicaciones.

El software estándar está dominado, a escala planetaria, por MICROSOFT. A través de sus sistemas operativos que dominan el mercado, la mayoría de aplicaciones software industriales, es decir, empaquetadas en un disco, son también originales de esta emblemática empresa. En este caso, como en el de las nuevas industrias asociadas a Internet, la producción e incluso los procesos logísticos –incluida la facturación al cliente–, están concentrados en muy pocos lugares del mundo. La presencia en los mercados es típicamente comercial, sin apenas soporte técnico, que suele ser confiado a servicios profesionales locales.

Los soportes audiovisuales, magnéticos, ópticos e inteligentes, en sus diferentes formatos, tarjetas y discos principalmente, son producidos por una gran diversidad de empresas que suelen estar ubicadas en los mercados electrónicos más importantes. Entre las más significativas a nivel mundial se encuentran: SONY, PHILIPS, BASF, TDK, PANASONIC. En España la más importante es PIONEER.

En ofimática, –fotocopiadoras y faxes–, la estructura industrial del sector está a medio camino de la informática, la electromedicina y las telecomunicaciones. Muy pocas empresas, todas multinacionales de origen norteamericano y japonés, se disputan el mercado mundial:

CANON, RANK XEROX, OCE, con muy pocos centros de producción y presencia comercial en casi todos los mercados, dominan las tecnologías de este sector.

La integración de sistemas abarca una amplia gama de especialidades que mezclan el contenido tecnológico –sonido, imagen, radio, comunicaciones, informática, etc.–, con aplicaciones sectoriales concretas –industria, transporte, radiotelevisión, servicios públicos, etc.–, dando lugar a un tejido productivo relativamente oligopolista y de carácter nacional en los países industriales. La personalización de la oferta requiere organizaciones próximas a los lugares donde se genera la demanda de este tipo de actividades. Junto con empresas típicamente integradoras como INDRA y TELEFÓNICA SISTEMAS, otras como ABENGOA y AVANZIT combinan en España los sistemas con las instalaciones; a nivel mundial IBM GLOBAL SERVICES, EDS, CAP GEMINI y empresas consultoras como ACCENTURE, ARTHUR ANDERSEN, PRICE WATERHOUSE, etc. también integran sistemas de contenido electrónico; grandes fabricantes multinacionales como SIEMENS y ALCATEL, o medianos como ELIOP, además de suministrar los productos suelen integrar también sistemas; finalmente, un sinfín de empresas medianas y pequeñas especializadas tecnológica y regionalmente, completan el panorama de esta rama de actividades.

La naturaleza de estas actividades determina que la demanda interna sea satisfecha en España y los principales países por producción nacional, siendo el comercio exterior casi inexistente.

Las instalaciones de todo tipo de equipamientos electrónicos suelen realizarse por empresas especializadas –en el pasado estaban en parte integradas verticalmente en los conglomerados industriales–, de alcance nacional y dimensión más bien media y pequeña. Las de equipos de telecomunicaciones representan la mayor parte de un subsector en el que apenas si existen grandes corporaciones multinacionales en la actualidad. AVANZIT, ABENGOA, SINTEL (en el pasado), TECNOCOM son las más significativas empresas de instalaciones en España, con presencia en el exterior – básicamente Iberoamérica–.

La comercialización y mantenimiento de equipos y sistemas electrónicos son actividades que antaño estaban integradas en el seno de las corporaciones industriales, pero que desde hace tiempo tienen vida propia, aunque en algunos casos con algún tipo de dependencia de las organizaciones de las que se segregaron. Junto con la rama de subcontratación de fabricación de equipos, constituyen el más evidente ejemplo de externalización de actividades del sector electrónico; de ahí que su crecimiento tienda a

ser muy alto. Las empresas más importantes en éste ámbito de actividad se relacionan con la electrónica de

consumo, la informática y las telecomunicaciones móviles. Salvo algunas excepciones, se trata de empresas de tamaño medio especializadas en ciertas tecnologías y en muchos casos ceñidas a un territorio limitado. Entre las más significativas se encuentra PAIMA, y los grandes grupos tales como EXPORT, TIEN 21, etc.

El mercado mundial de servicios de telecomunicaciones, hasta mediados de la década de los ochenta del pasado siglo en Estados Unidos, estuvo conformado por monopolios nacionales, en general de carácter público, con dos excepciones: Estados Unidos y España, donde AT&T y Telefónica eran y han seguido siendo empresas privadas. Hasta la aparición de la telefonía móvil, los operadores de telefonía fija de los primeros diez países del mundo –entre ellos España–, dominaban casi el 80% del mercado mundial. En la última década del pasado siglo, la emergencia de la telefonía móvil y la liberalización de los mercados, aunque cambió sustancialmente los liderazgos mundiales en el sector, no alteró su estructura, que sigue siendo oligopolística. Paradójicamente, con la liberalización de los mercados y las subastas de licencias UMTS –la tercera generación de telefonía móvil–, la oligopolización del sector a nivel mundial se ha acentuado. Si en el pasado cada país tenía su propio operador, ahora pocos operadores multinacionales –apenas una docena–, dominan casi todos los mercados. Además, las desmedidas subastas UMTS en Europa, al encarecer extraordinariamente los recursos radioeléctricos, están empujando a nuevas fusiones y concentraciones, que auguran un futuro dominado por poco más de media docena de grandes operadores a escala planetaria.

El mercado español, históricamente dominado por Telefónica, junto al norteamericano, son los únicos del mundo en el que las infraestructuras de telecomunicaciones no fueron sufragadas por los impuestos, sino por los precios pagados por los usuarios. En telecomunicaciones fijas, después de varios años de liberalización –incluso a ritmo más bien por encima de la media europea–, el mercado nacional sigue dominado por Telefónica, siendo Retevisión –participada por el ex monopolio italiano–, el segundo operador, a una gran distancia del primero. Otros operadores de origen europeo como UNI2, British Telecom y nuevas iniciativas empresariales de origen extranjero como COLT y ALÓ-RSL.com o nacional como JAZZTEL y COMUNITEL, completan un panorama en el que, aun existiendo varias docenas más de participantes en el mercado, todo indica que retrocederá hacia una estructura oligopolística y de alta concentración de la oferta.

En telecomunicaciones móviles, el mercado español, como en el resto del mundo –con la salvedad de Estados Unidos–, se ha ido moviendo del monopolio inicial a un oligopolio conformado por un número creciente de operadores, que fueron surgiendo al mismo ritmo de la aparición de nuevas tecnologías; hasta ahora cuatro: TELEFÓNICA MÓVILES, AIRTEL,

AMENA Y XFERA. Este subsector, en sólo una década de existencia, ha pasado a significar más de un tercio del mercado total de telecomunicaciones y un 60% de las fijas. Se trata de un brillante ejemplo de cómo la tecnología crea nuevas oportunidades y riqueza económica, que pueden llegar a alterar –positivamente– estatus quo previos que parecían esencialmente invariables. Al ritmo de evolución del mercado de telecomunicaciones móviles, dentro de pocos años superará al de telecomunicaciones fijas.

La transmisión de datos sobre redes fijas, que hasta hace poco aparecía como un mercado netamente diferenciado de la transmisión de voz, es, dentro de la tendencia creciente hacia la convergencia digital, cada vez menos diferenciable. Los nuevos operadores tienden a concentrar su oferta hacia los usuarios empresariales que son tan consumidores de tráfico de voz como de datos. Entre los proveedores de servicios de interconexión de datos sigue encontrándose en primer lugar Telefónica Data, pero con una fuerte competencia de los nuevos entrantes, como BRITISH TELECOM, RETEVISION o UNI2.

Los servicios de telecomunicaciones vía satélite se concentran básicamente en el transporte y distribución de programación de televisión, ya sea hacia cabeceras de cualquier tipo o directamente hacia el usuario en las plataformas digitales de pago. El mercado español de este tipo de servicios está compartido entre la plataforma española Hispasat y la sociedad con base en Luxemburgo Astra. Otras iniciativas como Iridium –satélites de baja órbita encaminados hacia comunicaciones de voz y datos bidireccionales–, han fracasado comercialmente o representan un volumen de facturación muy pequeño. Los servicios de localización basados en el sistema gubernamental norteamericano GPS están alcanzando, sin embargo, una importancia notable en multitud de aplicaciones en el segmento terreno.

Dentro del proceso de apertura de las telecomunicaciones a la competencia, durante los años 1997 y 1998 surgió la nueva figura de los denominados “operadores de cable”. Se concedió en cada demarcación, básicamente de ámbito autonómico –con algunas excepciones–, una licencia a un nuevo operador y otra a Telefónica. Dichas licencias comportaban la obligación de cablear directamente las zonas pobladas de la demarcaciones correspondientes hasta los usuarios finales para proporcionarles todo tipo de servicios de telecomunicaciones y también la distribución de programación multicanal de televisión. Como resultado de este proceso, aproximadamente tres cuartas partes del mercado fueron asignadas al grupo empresarial actualmente agrupado en AUNA y el resto al grupo Cableuropa que opera con la denominación ONO. Este proceso conducía a la creación de un bucle de acceso al abonado alternativo al de Telefónica, que además surgía desde el inicio enfocado hacia la banda ancha con soporte de fibra óptica y cable coaxial. Los nuevos operadores están realizando su despliegue con un ritmo más lento del originariamente

anticipado debido a problemas de regulación urbanística y Telefónica no ha iniciado el despliegue. El número de abonados al cable a finales del año 2000 se puede estimar en



unos 400.000 La posterior mayor apertura del mercado en 1998 con la promulgación de la Ley General de Telecomunicaciones significó que las atribuciones de telecomunicaciones de los operadores de cable no eran distintas del resto de los operadores por lo que sus licencias de telecomunicaciones fueron transformadas, desapareciendo en este sentido el concepto de operador de cable. Permanece, no obstante, una exclusividad en cuanto a la difusión de televisión por cable.

Los servicios de valor añadido, originalmente concebidos como “no básicos”, de telecomunicaciones y que estuvieron abiertos a la competencia antes de la liberalización generalizada del sector, aunque han variado de contenido a lo largo del tiempo, están conformados básicamente por actividades segregadas –externalizadas operativamente– del operador dominante (Telefónica), tales como guías telefónicas, “call centers”, servicios de información, etc., así como otras nuevas iniciativas empresariales soportadas y/o asociadas a las redes públicas de telecomunicaciones. Este subsector, hasta ahora prácticamente monopolizado por Telefónica –con la salvedad de ÍNDICE MULTIMEDIA–, tenderá a estar oligopolizado en el próximo futuro.

Los servicios de telecomunicaciones conforman la actividad más importante del HTIC –un 36%, que seguirá creciendo en los próximos años–, y la que promete un futuro más esperanzador para España. La pionera presencia exterior –inicialmente en Iberoamérica– de Telefónica, ha situado a la empresa española como líder mundial en presencia exterior, tanto por volumen de actividad como por beneficios; lo que permitirá, posiblemente, que en el más que probable proceso de fuerte concentración que vivirá este sector en los próximos años, la empresa española termine siendo una de las pocas grandes supervivientes en el mercado mundial.

Los servicios de audiovisuales de radio y televisión terrestres han venido teniendo hasta ahora tanto un origen empresarial como una operación de alcance nacional, que en Europa, así como en España –con la excepción de la radio–, estuvieron esencialmente en manos del Estado. Con la liberalización del mercado y la aparición de la tecnología de acceso doméstico a la TV vía satélite, un sector prácticamente público ha pasado a estar conformado por un oligopolio público nacional (RTVE) y autonómico sustentado por ingresos publicitarios, pero sobre todo por subvenciones, y otro privado conformado por ANTENA 3, CANAL + y TELE 5. Con la aparición de nuevas tecnologías digitales puede que aumente el número de operadores en el mercado.

En televisión terrestre convencional se mantiene un equilibrio entre las televisiones públicas estatales y de ámbito autonómico y las cadenas comerciales en abierto (TELE 5 y ANTENA 3) con una fuerte lucha por el mercado publicitario y, como corolario, por las cuotas de audiencia. La plataforma terrestre de pago CANAL + mantiene también una buena posición comparativa con sus homólogas de otros países. A estas cadenas de ámbito más amplio se han unido numerosas de emisoras locales, que han tenido un impacto limitado en audiencia y el mercado publicitario, pero han animado el mercado de equipos y servicios.

La evolución desde la televisión analógica terrestre hacia el modo digital se ha iniciado recientemente y se espera que se complete en aproximadamente una década. De momento, la novedad más significativa es la creación de una plataforma multicanal de pago (Quiero TV) que utiliza esta tecnología y compite directamente con las dos plataformas multicanales digitales por satélite, aunque la penetración es aún limitada.

En lo que se refiere a la distribución de televisión por satélite, a efectos prácticos ha desaparecido la televisión analógica en abierto, pero han florecido las plataformas multicanales digitales de pago. A finales del año 2000 existían aproximadamente 1.500.000 abonados a este servicio sobre una base total de 12 millones de hogares en España. Este mercado se repartía entre las dos plataformas Canal Satélite Digital y Via Digital con un liderazgo de la primera de ellas.

La radiodifusión sonora en España ha tenido, a diferencia de otros países de Europa, una larga tradición de mercado en competencia. La estructura empresarial de este sector tiende hacia la concentración, de forma que, actualmente, el mercado se reparte fundamentalmente, además de RNE y las cadenas públicas autonómicas, entre las tres cadenas privadas, SER, COPE y Onda CERO. La reciente concesión de nuevas licencias de radiodifusión digital, en un proceso aún no completamente cerrado, dinamizará el mercado en los próximos años.

Las dos novedades más interesantes acontecidas en el sector audiovisual tienen que ver con su creciente internalización y su incipiente integración con los servicios de telecomunicaciones. Unos pocos grupos multinacionales, TIME WARNER, MURDOCH, CANAL +, BERTELSMANN, DISNEY, SONY, etc., están presentes cada vez en más mercados; mientras que la fusión empresarial de contenidos (servicios audiovisuales) y continentes (redes de telecomunicaciones), caso de TELEFÓNICA con ANTENA 3 y ENDEMOL, tiende a generalizarse.

En el ámbito de los servicios informáticos, las aplicaciones software que en el pasado estuvieron asociadas a los fabricantes de equipos, resultan cada vez más ajenas a aquéllos. Además de grandes corporaciones, como IBM –que ha derivado hacia este campo de actividad con el nombre de IBM GLOBAL SERVICES– y los principales consultores internacionales, como EDS, ACCENTURE, CSC, CAP GEMINI, DMR, etc., estos servicios suelen ser ofertados por empresas nacionales. En España destacan INDRA, INFORMÁTICA EL CORTE INGLÉS, IBERMÁTICA, etc. junto con otras muchas empresas más pequeñas especializadas en nichos tecnológicos y de mercado.

El manejo de grandes bases de datos está siendo alterado por el éxito de Internet, de forma que actualmente el acceso a este tipo de información es difícilmente concebible sin esta red mundial. En España, la empresa más significativa dedicada –otras tienen una dedicación más plural–, al acceso público o restringido a bases de datos, es TPI –del

Grupo TELEFÓNICA–; aunque cada vez es más difícil de distinguir de los portales más o menos especializados que permiten el acceso a información muy diversa.

El “Outsourcing” de las actividades masivas de manejo de información, como son el mantenimiento de la base de clientes en grandes empresas de servicios, los procedimientos de confección de facturas etc., ocupa tanto a empresas internacionales puramente especializadas en este campo como EDS y a ramas dedicadas a esta actividad de algunas grandes consultoras. En muchos casos, estas empresas gestionan también los centros de atención telefónica de clientes para las distintas empresas con las que operan. Se trata en todo caso de un mercado con gran proliferación de agentes locales.

El comercio electrónico, inicialmente concebido y desarrollado en Estados Unidos por AMERICAN EXPRESS, DINERS CLUB, etc. y luego extendido por todo el mundo, sigue dominado por las tarjetas, aunque Internet tiende a tomar el relevo.

El mercado de tarjetas de pago está estructurado a tres niveles: las de uso y gestión internacional como AMERICAN EXPRESS y DINERS; las de gestión nacional –a través de los bancos principalmente–, y uso internacional como VISA; y las asociadas a negocios específicos, como EL CORTE INGLÉS.

El comercio electrónico se polariza cada vez más hacia la compra de bienes y servicios utilizando Internet como herramienta, donde cabe distinguir entre actividades “Business to Customer” orientadas hacia el consumidor final, y actividades “Business to Business”, entre empresas. El primer caso, el de las ventas de bienes al consumidor final, no ha respondido a las expectativas iniciales o se está desarrollando más lentamente de lo previsto y además

requiere una base de negocio tradicional de venta. Entre el ejemplo clásico de este tipo de empresas, sin base de distribución tradicional, se encuentra en Estados Unidos Amazon, pero en España no ha llegado a consolidarse todavía una empresa similar. Dentro de las actividades de comercio electrónico dirigidas al público sí que han alcanzado por el contrario un cierto éxito las ventas de servicios y en particular las de reserva y venta de billetes de transporte por parte de las propias empresas de transportes o de consorcios creados para este fin como Galileo o Amadeus, esta última con una fuerte presencia española. La actividad Business to Business cuenta con una larga tradición en el sector financiero y en algunos otros como el farmacéutico o el del automóvil y se está extendiendo rápidamente a otros sectores.

La reproducción discográfica, asociada a la llamada “industria del disco”, ha estado organizada, prácticamente desde su origen, por un oligopolio de grandes corporaciones multinacionales y empresas medias en algunos mercados. Habiendo cambiado los nombres y la propiedad de los principales grupos multinacionales, la estructura del sector permanece inalterada. POLYGRAM, SONY y EMI son las principales empresas de un sector que en España facturó algo más de 100 millardos de pts. en el año 2000.

La reproducción videográfica, que comenzó estando soportada por cintas, está siendo sustituida por discos tipo DVD. Si la industria de las cintas tenía, básicamente, un alcance nacional, debido a su relativa “aparatosidad física”, con el DVD tiende a internacionalizarse, como sucede con la del disco musical, y a integrarse en los mismos grupos, ahora audiovisuales. Aunque hasta el año 2000 la reproducción videográfica ha tenido una dimensión económica mayor que la discográfica, en el futuro, compartiendo el mismo soporte –un disco magnético y/o óptico–, puede que la relación se invierta.

La producción audiovisual está sustentada en unas pocas corporaciones multinacionales –casi todas norteamericanas–, asociadas a la industria del cine y localizadas en Hollywood y otras pocas empresas locales asociadas a cada mercado nacional. Las empresas españolas más significativas son CARTEL, CEPELIN, PRIME TIME, TELSON, etc.

La edición de textos está directamente relacionada con el mercado editorial tradicional, que está migrando una buena parte de sus contenidos hacia el formato electrónico. PLANETA, ESPASA CALPE, SANTILLANA, etc. se encuentran entre las empresas españolas más significativas, en un sector en el que la lengua determina una evidente delimitación de mercados.

Internet, además del comercio electrónico, cubre otras muchas actividades, como el acceso a bases de datos o intercambio de información muy diversa y se encuentra en continua transformación. En su origen adquirieron relevancia los denominados ISP o proveedores de servicios Internet, que tenían como fuente de ingresos las cuotas de sus abonados. Gradualmente ha ido tomando mayor importancia el concepto de “Portal”, que combina el concepto ISP con el proveedor del contenido de la información. Las fuentes de ingresos de estos “portales” son tanto las cuotas de los abonados como la publicidad y los ingresos derivados del tráfico telefónico generado por los usuarios para acceder al portal. El proceso de concentración ha estado en el origen de un sector que tiende hacia grandes grupos, en Estados Unidos YAHOO y AOL, y en Europa asociados con los operadores de telecomunicaciones, tales como Terra-Lycos, Wanadoo, T-Online o Eresmas.

Los centros de validación y registro, todavía embrionarios, que garantizan las transacciones –no necesariamente económicas–, vía Internet, aún pendientes de conformarse y estructurarse de una manera sólida, terminarán conformando una red con nodos de alcance nacional e internacional que posiblemente se asemejará al de las tarjetas de crédito.

## INTRODUCCIÓN

Después de haber definido y delimitado el alcance del HTIC mediante un modelo conceptualmente claro y esencialmente unívoco, que abierto a toda crítica constructiva representa una novedad metodológica que pretende ser útil a discusiones posteriores acerca del verdadero peso de las TIC en la economía, el paso siguiente: la construcción de un cuadro estadístico conformado por treinta y una entradas y un horizonte temporal de treinta años, constituye también una primicia en el panorama español e incluso internacional.

Aunque en algunos apartados las cifras puedan ser discutidas y criticadas –sería de gran utilidad alcanzar un consenso sobre el alcance y contenido económico del cuadro estadístico del HTIC–, a nivel agregado el rigor y consistencia de los datos aportados son bastante altos. La razón que asiste dicha valoración proviene del hecho de que los datos históricos de ANIEL y TELEFÓNICA que el autor ha venido recabando, analizando y sistematizando desde hace veinte años, además de provenir de dos fuentes estadísticas de la mayor solvencia, representan más de dos tercios del HTIC.

Si se tiene en cuenta la cuádruple dimensión de las cifras aportadas: mercado, producción, importación y exportación, el horizonte temporal de treinta años considerado y su valoración en términos reales, es fácil evaluar el esfuerzo llevado a cabo, que excede con mucho el tiempo –unos dos años–, de elaboración final de la tesis.

En lo que sigue, después de describir pormenorizadamente el origen, metodología y tratamiento de los datos del HTIC, se tratan analíticamente tanto la evolución de las magnitudes consideradas como sus impactos en el acontecer económico español.

A diferencia de todos los demás estudios (1) a los que ha tenido acceso al autor, que ignoran por completo tanto el origen como el alcance preciso de los datos utilizados, aquí se detallan, de un modo desagregado, todas y cada una de las fuentes de información estadística y su encaje en el marco del cuadro hipersectorial definido en el Capítulo 4.

### **Origen, metodología y tratamiento de los datos del HTIC**

Los datos de los cuadros adjuntos tienen su origen básico en las estadísticas sectoriales de ANIEL (Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y Telecomunicaciones) para las

principales actividades industriales; luego completadas con datos procedentes de memorias, estudios y estimaciones debidamente contrastadas para el resto.

Los datos de ANIEL, dispersos en sus informes y memorias desde 1970 hasta hoy, recogidos, analizados, sistematizados y procesados desde hace años por el autor, conforman la base inicial del cuadro hipersectorial e incluyen:

### **Componentes electrónicos**

Hasta 1997, los datos presentados coinciden con los de las memorias de ANIEL; pero a partir de entonces las actividades de subcontratación consideradas por ANIEL dentro del ámbito de los componentes se han segregado para conformar una nueva rama de actividad: SUBCONTRATACIÓN.

### **Productos de consumo**

Todos los datos de esta rama de actividad provienen de las memorias de ANIEL, que desde 1996 también incluyen: monitores, fotografía digital y decodificadores.

### **Equipos profesionales, informáticos y de telecomunicaciones.**

Todos los datos de estos tres apartados, que hasta 1979 se presentaban agrupados, se corresponden fielmente con los de ANIEL.

Las estadísticas de ANIEL constituyen una serie de gran valor: por el largo periodo que amparan –prácticamente toda la era electrónica–; por su homogeneidad temporal –siempre se han elaborado sobre las mismas bases conceptuales–, y comparativa con los demás países de la Unión europea; y por el rigor de la recogida de datos y su tratamiento posterior.

El modus operandi de ANIEL para la elaboración de sus estadísticas parte de una encuesta exhaustiva a todos sus asociados –más del 90% de la actividad sectorial–, realizada entre febrero y marzo sobre datos reales del año anterior, que se cierra con un altísimo nivel de respuestas. Una vez agregados convenientemente los datos obtenidos bajo los más severos principios de secreto estadístico, los resultados se someten a valoración crítica entre una

amplia base de expertos de cada subsector. Sólo después de este proceso los datos son hechos públicos cada año.

Para completar el cuadro hipersectorial, tal y como ha sido definido, se han añadido otros sectores, cuyos datos, origen y tratamiento se describen a continuación:

### **Subcontratación electrónica**

La electrónica alojada en los automóviles, que nunca fue considerada en las estadísticas de ANIEL, y sin embargo es de muy grande y creciente dimensión económica, ha sido incluida en el cuadro hipersectorial, mediante una estimación aproximada del valor relativo de sus aplicaciones sobre el coste total de la producción española, según datos e indicaciones de ANFAC (Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles) y SERNAUTO (Asociación Española de Fabricantes de Equipos y Componentes para Automoción). Los datos más recientes –los últimos cinco años–, están ajustados a la realidad del sector, mientras que los históricos han sido estimados sobre la base de aquéllos, utilizando tasas de descuento lineal (10% para el periodo 1970-84; del 10% al 18% entre 1986-94).

### **Software estándar, soportes audiovisuales y ofimática**

Tratándose de mercados muy concentrados, los datos obtenidos –durante los últimos cinco años–, de diversos estudios e informes sectoriales y memorias empresariales, fueron contrastados con expertos profesionales relacionados con las empresas líderes responsables de más de dos tercios de la actividad total de cada rama. La estimación histórica se ha realizado utilizando incrementos lineales para el período 1980-89 en Software Estándar y para el período 1970-79 en Soportes Audiovisuales. En ofimática se ha usado una tasa progresiva de incremento anual del 10% al 15% para el período 1970-95.

### **Integración de sistemas, instalación, comercialización y mantenimiento de equipos electrónicos.**

Los datos de instalaciones provienen de ANIEL, mientras que los relativos a integración de sistemas y comercialización y mantenimiento se han estimado como un porcentaje de las actividades industriales asociadas.

Todos los epígrafes anteriores configuran la INDUSTRIA ELECTRÓNICA, cuyos datos agregados históricos, por su origen, metodología y contraste con los más diversos y reconocidos expertos de cada rama de actividad, apenas si pueden contener menos de un 5% de error en algún año y seguramente menos de un 2% como media en todo el periodo considerado. Pocos sectores económicos pueden ofrecer una base estadística tan amplia, rigurosa y sólida.

Para la construcción del cuadro de datos de los SERVICIOS ELECTRÓNICOS, las fuentes y metodología seguidas se detallan a continuación:

## **Telecomunicaciones**

Las memorias de Telefónica (2), desde 1982 hasta 1999, y una publicación de su Servicio de Estudios para los años 1970-81 son las fuentes directas de datos, junto con las memorias de los demás operadores para los últimos años. Se trata de datos públicos, reales y homogéneos para todo el periodo; por lo que no ha sido necesario estimación alguna.

## **Audiovisual**

Los datos contenidos en este epígrafe, que incluyen las subvenciones públicas, han sido obtenidos de RTVE, los canales privados y autonómicos desde su creación y la Asociación Española de las Radios Privadas. Para la última década, los datos responden a fuentes en general directas; desde 1986 a 1997, época de la aparición y consolidación de la TV privada, se han estimado a través de una tasa de descuento anual del 20% y para el periodo 1976- 70, del 8%.

## **Servicios informáticos**

Los datos de este epígrafe han sido tomados de SEDISI, asociación que integra las empresas de servicios informáticos y que cuenta con una larga tradición estadística en su ámbito. Para completar todo el periodo ha sido necesario realizar algunas estimaciones – entre 1970 y 1985–, sobre la base de los datos reales de los equipos informáticos de ANIEL.

## **Comercio electrónico**

La principal partida de este epígrafe, las tarjetas de pago, está calculada sobre la base de las comisiones –el precio de dicho servicio–, cobradas por las transacciones electrónicas realizadas. Salvo para los años iniciales del periodo considerado, se ha contado con datos reales, casi siempre aportados por las instituciones responsables de dichas actividades. Las cifras imputadas a Internet son estimaciones contrastadas en diversos foros profesionales.

En su conjunto, al igual que sucede con la Industria Electrónica, los SERVICIOS ELECTRÓNICOS están cuantificados con un gran rigor, ya que los datos obtenidos de Telefónica, RTVE, SEDISI y las tarjetas de crédito –que representan mas del 90% de este apartado–, ofrecen todas las garantías.

Los datos de los CONTENIDOS ELECTRÓNICOS, han sido obtenidos de la siguiente manera:



**Producción discográfica**

Por tratarse de una actividad muy concentrada empresarialmente, los datos –muy fiables–, se han obtenido directamente de las principales empresas del sector y contrastados con la Sociedad General de Autores (SGAE) para los últimos cinco años; el resto ha sido estimado con indicaciones de profesionales de esta actividad.

**Reproducción videográfica**

Los datos se han obtenido directamente de los principales fabricantes y distribuidores de vídeos domésticos, que al tratarse también de un mercado muy concentrado son bastante precisos. Las estimaciones para los primeros años del periodo han sido estimados de acuerdo con criterios profesionales de esta rama de actividad. Para el período 1992-2000, se han contrastado con European Video Yearbook 2000/2001.

**Producción audiovisual**

El reducido número de empresas de producción audiovisual ha permitido contar con datos bastante precisos de los últimos años y estimaciones plausibles para el resto del periodo. Debidamente contrastados con la Federación de Asociaciones de Productores Audiovisuales de Europa (FAPAES), las cifras expresan con bastante rigor la realidad económica de esta actividad.

**Edición de textos**

No siendo su cuantía relevante, al menos por ahora, los datos utilizados son meras estimaciones obtenidas de profesionales del sector editorial.

En su conjunto, los datos agregados del mercado de CONTENIDOS ELECTRÓNICOS se puede considerar que representan fielmente esta rama de actividad, ya que, aun no disponiendo de datos institucionales históricos, la concentración de actividades permite la consulta directa a sus agentes más cualificados, siendo los errores u omisiones de muy escaso relieve.

Finalmente, los datos asignados a INTERNET proceden de estimaciones publicadas por diversos medios de información, contrastadas con los principales expertos profesionales de este sector de actividad.

En su conjunto, los datos aportados en el cuadro hipersectorial se pueden considerar altamente representativos del hipersector de las tecnologías de la información, tal y como ha sido definido y configurado, y ello por varias razones:

- En primer lugar, porque las partidas más significativas, en términos relativos, son las que cuentan con datos originales más precisos y rigurosos. Es el caso de ANIEL para la industria y TELEFÓNICA para los servicios.

- En segundo lugar, porque casi todas las ramas de actividad tienen una estructura oligopolística; y por tanto, los principales agentes, además de ofrecer datos fácilmente accesibles, suelen ser muy representativos de su mercado.
- El cuadro hipersectorial, en su primera versión, fue construido y rellenado en 1995; desde entonces, y antes de hacerlo público, ha sido sometido a un amplio contraste de opiniones muy cualificadas, que, año tras año, lo han ido mejorando y perfeccionando. Sólo cuando las críticas perdieron significación conceptual y económica y las modificaciones comenzaron a resultar de muy limitado alcance, ha sido presentado completo.
- Los datos presentados, su configuración, homogeneidad conceptual y estadística, y el largo periodo considerado se pueden comparar con éxito con los de los principales sectores económicos.
- Por último, en comparación con otros países de la Unión Europea, los datos del hipersector tienen un alcance histórico, una amplitud, un rigor conceptual y ofrecen una detallada división que carece de antecedentes.

La información estadística hipersectorial que se aporta está dividida en cuatro vertientes: mercado, producción, exportación e importación, que se relacionan entre sí de acuerdo con la conocida fórmula:

$$M = P + I - E$$

Siendo: M, el mercado interior, o consumo aparente; P, la producción nacional; I, la Importación y E , la Exportación.

Los datos de importación y exportación del hipersector no coinciden con los del sector industrial de ANIEL. Ello es así porque aquél abarca actividades que éste ignora, como: electrónica del automóvil, ofimática, soportes audiovisuales, etc. Puesto que los datos de ANIEL, procedentes de su encuesta anual entre las empresas, han sido contrastados históricamente con las estadísticas oficiales de aduanas, en los cuadros del hipersector se han tomado directamente éstos para las partidas coincidentes, mientras que para el resto se han estimado atendiendo a la estructura industrial y comercial de cada rama de actividad.

## **Comparaciones macroeconómicas**

Para la comparación de los datos agregados del hipersector con los de la economía nacional se han seguido los siguientes criterios:

### **Valor añadido bruto**

Para poder medir con rigor los impactos del HTIC en el PIB se ha optado por estimar el valor añadido bruto de la producción del hipersector, mediante una extrapolación de las cuentas de producción y explotación por ramas de actividad de la economía española según la Contabilidad Nacional de España.

Dentro de las 70 subramas de actividad que se contemplan en dichas cuentas, se han elegido aquellas que se corresponden con el contenido del HTIC, a saber:

- (32) Máquinas de oficina y equipos informáticos.
- (42) Comercio al por mayor e intermediarios.
- (50) Correo y telecomunicaciones.

En todas ellas se ha calculado, desde 1980, año tras año, la relación entre el valor añadido bruto y la producción a precios básicos, resultando el siguiente cuadro:

Para los años 1995 y 1996, los últimos disponibles en las estadísticas del INE, se han encontrado actividades: (34) Fabricación de material eléctrico y (56) Actividades informáticas cuyos porcentajes de valor añadido sobre la producción son similares a los de la columna (32) y (50) del cuadro anterior.

Teniendo en cuenta el largo período considerado (17 años) y la escasa significación de la desviación de los valores considerados con respecto a sus medias aritméticas, se ha optado por utilizar dichas medias para convertir las cifras de producción del hipersector en valor añadido bruto.

Puesto que una buena parte de las actividades que integran el hipersector no se encuentran reflejadas (todavía) en la Contabilidad Nacional, se han asimilado, en función de la similitud de sus estructuras productivas, con las contempladas en el cuadro precedente.

Siendo la intención principal del cálculo del valor añadido de la producción del HTIC su comparación con el producto interior bruto, se ha examinado, para la Economía Nacional la relación entre ambas magnitudes agregadas; y el resultado es un valor medio del PIB un 4% superior al VAB.

Los valores de VAB del HTIC contemplados en las tablas del Apéndice Estadístico, son por tanto, el resultado de extrapolar las medias obtenidas de la Contabilidad Nacional aumentadas en un 4% –para la comparación con el PIB– y aplicadas convenientemente a las distintas ramas de actividad del hipersector.

## **Producción nacional**

Las cifras de producción contenidas en los cuadros, además de responder a la lógica de la ecuación antes formulada, se corresponden con las ventas –sin IVA– de las empresas,

descontadas sus importaciones directas. Teniendo en cuenta que los insumos dentro del sector son de muy escaso relieve, cuando no inexistentes, y que las eventuales importaciones indirectas incorporadas en sus compras corrientes tampoco son significativas –tal y como se ha comprobado directamente con las empresas más relevantes–, cabe concluir que las cifras de producción así obtenidas resultan homogéneas y comparables con las de la Contabilidad Nacional para la producción industrial y la producción de servicios.

### **Inversión electrónica**

Para calcular la contribución de las inversiones en electrónica a la Formación Bruta de Capital Fijo, se ha partido de las cifras de consumo aparente nacional –equivalente al mercado–, descontando de ellas los productos de consumo. Los principales renglones de la demanda electrónica nacional: equipos profesionales, informáticos y de telecomunicaciones, ofimática, integración de sistemas, instalaciones y aplicaciones informáticas, son en esencia inversiones cuya explotación y uso rebasan varios ejercicios económicos, además de constituir la base de la producción de otros bienes y servicios.

Los apartados de componentes, subcontratación electrónica, productos de consumo, software estándar, soportes y la comercialización y mantenimiento no se corresponden con inversión, aunque una parte significativa de este apartado es adquirido por las empresas como bienes de inversión. Suponiendo que esta parte de bienes de inversión que provienen de la electrónica de consumo, es equivalente a la de los equipos informáticos destinados a consumo privado –lo que se puede verificar como bastante razonable–, la inversión electrónica resulta de restar a la demanda electrónica nacional, la de: componentes, subcontratación, productos de consumo, software estándar, soportes, comercialización y mantenimiento.

### **Valores constantes**

Los datos corrientes del hipersector, con objeto de compararlos en términos reales con los de la economía nacional, han sido deflactados utilizando para ello el índice de precios de Productos Industriales de Maquinaria Electrónica del INE en base 1990 para el período de 1970-1998; para 1999 y 2000 se han estimado en función de la evolución del índice entre 1997-1998. Dada la antigüedad de las estadísticas del INE y la consecuente ausencia en ellas de una buena parte de las ramas de actividad que integran el HTIC, los deflatores utilizados no son representativos de la realidad.

La no coincidencia de los datos corrientes y los datos constantes en el año base (1990), se explica por la serie utilizada como deflactor del sector electrónico; a la vista de los datos de los principales índices de precios industriales, la serie elegida fue la de Maquinaria Electrónica (sector 35 de la CNAE- 74). Siendo correctos los datos de partida, el hecho de que el deflactor del año base sea distinto de 100 (101,6), puede explicarse por haber sido

calculado como el promedio de los meses del año, lo cual se ve confirmado porque para el resto de los años ya que el deflactor es siempre distinto de 100. (Cuadro 41)

Frente a una caída persistente de los precios en todas las ramas de la industria electrónica, que en el caso de la electrónica de consumo y los ordenadores está siendo históricamente espectacular, el índice de precios del INE apenas si considera que no crecen –no que bajan–, entre los años 1985 y 1999. En el caso de los servicios de telecomunicaciones, una inadecuada –no actualizada– elección de la cesta de consumo de estos servicios –los urbanos están sobreponderados y los interurbanos apenas considerados–, conlleva a una sobrevaloración de estos precios con respecto a la realidad. Por ello, las comparaciones de las magnitudes del sector con las de la economía nacional están infravaloradas. Esta circunstancia pone de manifiesto la necesidad de actualizar las estadísticas industriales, hoy demasiado alejadas de la realidad, e incapaces de contener una nueva economía de peso ya grande y sobre todo creciente, que se ve por todas partes menos en las estadísticas oficiales, como dijera para los ordenadores y la productividad el premio Nobel Robert Solow.

## Gráfico 41

## ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN DEL HIPERSECTOR

### Mercado

El mercado español de las tecnologías de la información y la comunicación (HTIC), tal y como ha sido definido y acotado, alcanzó el año 2000 un volumen de casi 11 billones de pesetas, después de haber crecido a una tasa media acumulativa anual del 14% durante el período considerado 1970-2000 y haberse duplicado durante los últimos cuatro años; todo ello en valores corrientes. A falta de estadísticas realistas y fiables de la evolución de sus precios, y considerando que la mayoría de los productos y servicios electrónicos que lo integran –como se demuestra parcialmente en diversos cuadros anexos–, son cada vez más baratos, cabe colegir que los datos corrientes y reales se deben aproximar bastante. Por tanto, a diferencia de otros sectores económicos, su peso relativo en la economía nacional, siendo muy importante, se ve acrecentado por cuanto sus altas tasas de crecimiento nominales son casi coincidentes –o incluso menores– con las reales. Desde esta perspectiva, y dado que durante los años venideros cabe seguir esperando un crecimiento anual del hipersector muy por encima del de la economía, cabe deducir que nos encontramos ante el sector de mayor dimensión y pujanza de finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI de la economía española.

Aún con una cierta discontinuidad durante los primeros años de la década de los años 90, se observa que la evolución del sector toma forma exponencial. Se constata así, esta vez a nivel agregado, que los rendimientos crecientes que caracterizan a la “nueva economía”, forman parte consustancial del hipersector que la soporta.

Si no se tienen en cuenta los años 1991-1993, durante los que, sobre todo la industria, sufrió una seria crisis, el crecimiento medio lineal del mercado entre 1970 y 2000 habría sido del 17%; una soberbia cifra que pone de manifiesto el enorme empuje del sector. Aún muy lejos de alcanzar la saturación de sus mercados y contando con la innata capacidad de regeneración tecnológica que le caracteriza –muy superior a la de cualquier otra ola tecnológica del pasado–, se puede decir con rigor que el HTIC es motor tecnológico de la nueva era económica.

En el cuadro siguiente la evolución del mercado se presenta desagregada en sus dos principales componentes: industria y servicios; incluyendo estos últimos – por su limitado peso económico, los contenidos e Internet.

**Gráfico 42**

En el ámbito industrial, que más adelante se estudia en detalle, cabe destacar el creciente peso de la “electrónica embebida” que, bajo el concepto “subcontratación”, representa una porción cada vez mayor del mercado; junto con las telecomunicaciones y la informática representan dos tercios del total. En los servicios electrónicos resaltan las telecomunicaciones, que suponen más de dos tercios del mercado.

El valor económico de las telecomunicaciones –equipos y servicios– representa cerca de la mitad del hipersector, mientras que la informática –equipos y servicios– y el audiovisual, conjuntamente, alcanzan una cuarta parte del total.

A pesar de la grande y creciente dimensión del mercado español, el nivel de equipamientos y servicios que disfrutamos es aún muy bajo. Si en materia de electrónica de consumo el mercado interior se sitúa al nivel relativo de la renta per cápita, y las grandes empresas e instituciones están razonablemente equipadas de electrónica, las pequeñas y medianas empresas distan mucho de disfrutar de las facilidades de las nuevas tecnologías electrónicas que le serían propias, lo que resta competitividad a dichos tejidos productivos. Si bien, en telecomunicaciones móviles, España se sitúa, en términos comparativos, muy por encima de su nivel de renta, no sucede lo mismo con las redes fijas. Las redes fijas de telecomunicaciones son el eje vertebrador de la Sociedad de la Información; sin una dotación suficiente de ellas, en extensión, capacidad de transmisión y adecuado nivel tecnológico, las posibilidades de Internet e incluso de las nuevas aplicaciones móviles no podrán ejercitarse plenamente. La inversión en nuevas redes y la renovación y ampliación de las existentes están por debajo de las potenciales demandas del país. La regulación de la liberalización del mercado de telecomunicaciones, más orientada a una supuesta disminución de precios –que puede lograr lo contrario– que al aumento de la oferta de redes y servicios, y de recorrido incierto y a veces contradictorio, está generando incertidumbres que pesan negativamente en el desarrollo del sector.

Los servicios informáticos, –aún con el déficit de las PYMES y las administraciones públicas municipales–, los servicios audiovisuales y el comercio electrónico mediante tarjetas de crédito están relativamente bien desarrollados en España, en particular en el ámbito financiero. Los servicios públicos, en especial la educación, aún se sitúan por debajo del nivel

que debieran tener; y los contenidos electrónicos en español, no reflejan seguramente, la potencialidad de una lengua y una cultura de extraordinarias posibilidades. En materia de Internet, aún es pronto para diagnosticar nuestro nivel competitivo; pero parece que el uso doméstico y empresarial no hace sino crecer a un elevado ritmo.

La estructura del hipersector cabe dividirla en dos partes: la industria de componentes, equipos y sistemas electrónicos; y los servicios, aplicaciones y contenidos que facilitan dichas tecnologías. La segunda categoría, siendo ya económicamente más importante, tenderá a seguir creciendo por encima de la industria, reflejando en este ámbito el

discurrir, ya acontecido en la economía, de un peso creciente del sector terciario sobre el secundario. Como ha venido sucediendo hasta ahora, el mayor crecimiento económico de los servicios se basa en una paradoja tecnológica: la industria, al mejorar su productividad mucho más que los servicios, disminuye su peso económico en relación con éstos, al tiempo que los impulsa.

La capacidad potencial de crecimiento de la industria sigue siendo muy elevada, y ello por al menos, seis razones:

- La posibilidad de renovar las tecnologías básicas continúa siendo todavía muy alta; aún sin agotar la regeneración de los componentes básicos (los “chips”), como demuestra la vigencia de la Ley de Moore –la capacidad de los procesadores se sigue duplicando cada dieciocho meses–, nuevas tecnologías moleculares están próximas a madurar para ofrecer prestaciones aun mejores que las del presente.
- La combinación del software y del hardware, que ya ha ofrecido resultados muy brillantes, augura mayores logros en el futuro. El contenido intangible de los componentes electrónicos no hará sino crecer en las próximas décadas, aumentando con ello las posibilidades –lógicas– de sus aplicaciones.
- Los mercados más maduros, como el de la electrónica de consumo, seguirán expansionándose en el futuro por dos vías: la renovación de los aparatos existentes por otros más avanzados – la próxima sustitución de los receptores analógicos de TV por otros digitales, es un ejemplo–; y la aparición de otros nuevos que, como los actuales DVD y MP3, no sustituyen sino que ofrecen nuevas posibilidades de ocio y entretenimiento.
- Los servicios electrónicos seguirán demandando nuevas tecnologías, cuyas aplicaciones sólo dependen de la inventiva humana, y ésta no parece tener fin.
- Los demás sectores económicos, especialmente la industria, pero también todo tipo de servicios, están muy lejos de estar saturados de aplicaciones electrónicas. Aunque los coches ya contienen más valor en electrónica que en acero, muchos otros productos y servicios apenas si han empezado a disfrutar del potencial de estas tecnologías.
- Internet, que apenas si ha comenzado a extender todas sus posibilidades, contiene un efecto multiplicador de aplicaciones electrónicas de dimensión incalculablemente alta.



En el ámbito de los servicios, las posibilidades de crecimiento son aún mayores. Al propio empuje de los nuevos desarrollos tecnológicos se le unen tres circunstancias concurrentes:

- La saturación de los servicios de telecomunicaciones, en sus diversas manifestaciones, está aún muy lejos de alcanzarse, incluso en países desarrollados; y en los menos desarrollados, apenas si ha comenzado. Los servicios informáticos, audiovisuales y el comercio electrónicos aún disponen, por parecidas razones, de enormes posibilidades de expansión.
- Internet, apenas si ha comenzado a procurar todas las posibilidades que encierra. Si en sus balbuzeantes comienzos su expansión está siendo espectacular, en el futuro aún será mayor, especialmente entre las empresas.
- Nuevos servicios, aún desconocidos, pendientes de descubrir por el ingenio humano, basados en las tecnologías electrónicas, seguirán apareciendo en el futuro; ya sea para recrear en algunos casos otros preexistentes, o bien para ofrecer otros radicalmente innovadores.

Si la forma biológica de evolución del mercado de las nuevas tecnologías, tal y como se ha expuesto en el capítulo I, tiene una etapa inicial de crecimiento relativamente lento (los

primeros veinte años del mercado HTIC), luego otra de crecimiento más exponencial (desde 1993 a 2000) y más tarde alcanza la madurez con crecimientos cada vez menores, el mercado español del HTIC aún parece lejos de la última fase. En realidad por todo lo visto hasta ahora, la expansión de las TIC en España es muy probable que continúe alguna década más.

## **Producción**

Siendo el mercado una variable esencial del hipersector que pone de manifiesto el consumo nacional de tecnologías favorecedoras del crecimiento económico, la producción nacional de dichas tecnologías electrónicas y sus diversas aplicaciones es también de suma trascendencia. Al fin y al cabo, tiene que ver con el valor añadido a la economía y por tanto con la capacidad de generar riqueza y empleo. Si la riqueza contemporánea de las naciones tiene mucho que ver con el consumo doméstico y la difusión de estas nuevas tecnologías en los tejidos productivos, aun tiene que ver más con la producción de estos insumos. El desarrollo tecnológico y la fabricación de las tecnologías electrónicas se está convirtiendo en el motor del crecimiento de los países

mas avanzados, con EE.UU. y los países escandinavos a la cabeza. Tal es la tesis, empíricamente demostrada de ROEGER (2001) expuesta en el capítulo I. (Cuadro 43)

Si en materia de consumo la dimensión de la industria y los servicios –como se pudo observar en el cuadro del “Mercado”–, es equivalente, en cuanto a producción no resulta así. Mientras que los servicios son de producción exclusivamente nacional, con la salvedad del posible desequilibrio del tráfico internacional de telecomunicaciones, algún “outsourcing” informático y producciones audiovisuales de importación, de muy limitado alcance económico, la producción nacional de electrónica es históricamente deficitaria. Déficit que, como se verá más adelante, no ha hecho sino incrementarse a lo largo del tiempo.

### Gráfico 43

Con la entrada de España en el Mercado Común Europeo y la consiguiente apertura exterior de su economía, las imputaciones crecieron a un ritmo que la oferta española no fue capaz de compensar en el exterior. Para ello había sido necesaria una política industrial “ad-hoc” que nunca ha sido llevada a cabo; política basada en el impulso de la I+D y la implantación en España de inversiones de alto contenido tecnológico.

De haber seguido la producción nacional en la última década del pasado siglo el ritmo de crecimiento de las dos décadas precedentes, el valor añadido a la riqueza nacional sería ahora entre 0,5% y un 1% del PIB por encima del nivel actual.

En una economía globalizada y dominada por la creatividad tecnológica, la producción nacional, si se deja librada al azar –es decir, ingenuamente, al mercado–, tiende a declinar, como sucede en España. En el capítulo siguiente, en el que se estudia monográficamente la industria electrónica, se analizan críticamente las circunstancias que intervienen en la evolución de la producción nacional de electrónica.

Conviene señalar, en todo caso, aunque pueda repetirse en otras secciones de la tesis, que siendo la producción industrial: engendradora directa de riqueza económica y de empleo cualificado y bien remunerado; impulsora del desarrollo de industrias auxiliares, y en última instancia, de innovación y desarrollo tecnológico, dada su dimensión y expectativas de crecimiento, su cuidado y atención debieran formar parte prioritaria del programa económico de cualquier Gobierno.

La productividad agregada del HTIC español no es posible calcularla con rigor, al menos por ahora. Necesitará asentarse una configuración homogénea y compartida del hipersector para que, además de los datos de producción, puedan incorporarse los relativos al empleo y al valor añadido de cada sector, con los que podrá medirse el nivel y evolución de su productividad. Su cumplimentación es una tarea urgente y de gran trascendencia; se trata de medir el comportamiento del sector económico de mayor

dimensión e importancia del próximo futuro, si no ya del presente, y eje vertebrador de la nueva economía.

No obstante lo anterior, sí se disponen de datos de las dos más importantes ramas de actividad del hipersector, por producción y empleo: la industria electrónica y los servicios de telecomunicaciones. Aunque el análisis de la productividad que se hace aquí no responde a los cánones formales utilizados en los cálculos de la contabilidad nacional y las tablas input-output, en los que se segregan los valores añadidos de la producción para dividirlos por el empleo, es bastante indicativo, en términos relativos y en su evolución, del nivel y ritmo de crecimiento de la productividad del hipersector, ya que los sectores no considerados tienen una estructura industrial bastante parecida a los considerados.

En el cuadro siguiente se presentan datos –homogéneos y consistentes en el tiempo–, de producción y empleo de la industria electrónica española integrada asociativamente –la

práctica totalidad del valor añadido industrial español–, en ANIEL. Aunque, por las razones expuestas anteriormente, los valores corrientes de la producción puede que sean equivalentes, o incluso inferiores, a los reales, puesto que los precios de los productos electrónicos no solamente evolucionan por debajo de la inflación sino que incluso decaen en términos nominales, aquí se han minorado, utilizando el deflactor implícito del INE para los productos electrónicos –por poco representativo que sea–, para convertirlos a pesetas constantes de 1990.

### Gráfico 44

La producción electrónica española a precios constantes se multiplicó por 5,2 durante los últimos 18 años, mientras que el empleo disminuyó en dicho periodo un 10%. El crecimiento medio anual de la productividad fue del 10,16%, aunque hubo años en los que, por la rigidez del mercado laboral español, llegó a declinar; en 1992, un 4,7% y un 7,4% el año 1999. Desde cualquier perspectiva, resulta evidente que, como no podía ser de otro modo, la productividad de la industria electrónica española no sólo ha crecido considerable y consistentemente sino que lo ha hecho muy por encima de los demás sectores económicos.

En el sector de los servicios de telecomunicaciones, los datos son doblemente elocuentes; la productividad sectorial ha crecido también de manera extraordinaria y su comparación cualitativa internacional –que aquí es posible gracias a la Unión Internacional de Telecomunicaciones–, resulta muy favorable para España.

### Gráfico 45

La producción de servicios de telecomunicaciones, sin considerar los nuevos operadores –dada su escasa relevancia estadística y para garantizar la consistencia histórica de los datos–, en valores constantes de base 1990, creció a una tasa acumulativa anual superior al 10% durante el período 1975-2000, mientras que el empleo, aunque aumentó durante la mitad del periodo, a nivel medio disminuyó o se mantuvo estable. De ahí que la productividad haya aumentado necesariamente del orden de un 10% anual.

Los datos comparativos internacionales que ofrece el siguiente cuadro muestran el alto nivel competitivo del sector de los servicios de telecomunicaciones en España, que sin embargo no se está teniendo en cuenta en el proceso regulador de la liberalización de dicho

mercado. De hecho, se está produciendo la paradoja de, aun contando en España con una de las explotaciones de servicios de telecomunicaciones más productivas de Europa, todos los operadores de telecomunicaciones fijas, sin excepción, sufren pérdidas; lo que carece de sentido económico.

## Gráfico 46

### Gastos en I+D

Por lo que concierne al esfuerzo innovador, crucial, como se vio en el Capítulo 3, para el crecimiento económico, éste resulta vital para el desarrollo de un sector intensivo en aplicaciones tecnológicas que, siendo su razón de ser, son renovadas sin parar. Hasta el punto de que quien no sigue el ritmo debido, simplemente queda fuera del mercado. Se trata de innovar para sobrevivir. Tal es así que, incluso en países sin tradición innovadora, como España, y aún sin ostentar liderazgos tecnológicos, el esfuerzo en I+D resulta notoriamente elevado, sobre todo en comparación con los demás sectores económicos.

Los datos del cuadro 47 ponen de relieve la extraordinaria dimensión del esfuerzo innovador del sector electrónico y de telecomunicaciones, en comparación con el total nacional correspondiente a las empresas. El año 2000, el citado esfuerzo en I+D alcanzó la considerable cifra de 164 millardos de pts., lo que significa más del 43% del privado empresarial, a nivel nacional.

## Gráfico 47

Siendo, de lejos, el sector electrónico y de telecomunicaciones el que más invierte en España, tanto en términos absolutos como relativos, en I+D, su nivel todavía está alejado

del que nos debería corresponder. Comparado con la producción nacional, representa un porcentaje relativamente alto, entre un 10% y un 11% en Electrónica Profesional y Telemática (Informática + Telecomunicaciones), y bajo en Consumo, Componentes y Servicios de Telecomunicaciones (entre el 2% y el 3%); en todos los casos, muy por debajo de los países de referencia. Si relacionamos el gasto en I+D con el mercado, el resultado es aún peor. Esta circunstancia, junto con el gran y creciente déficit comercial que caracteriza al sector, son sus puntos débiles; ante los que cabe preguntarse si será posible, a largo plazo,

que sin su corrección –al menos paulatina–, España pueda progresar abiertamente en una economía globalizada e intensiva en innovación.

Paradójicamente, las debilidades actuales del sector: su déficit comercial y una insuficiente extensión e intensidad del esfuerzo innovador, representan, a la vez, una extraordinaria oportunidad de dar un salto adelante, en los términos en que se analizan al final del próximo capítulo.



## ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

### Mercado

La evolución del mercado electrónico español, durante el periodo 1970-2000, es decir casi toda su historia, ha estado caracterizada por un vigoroso crecimiento en la mayor parte de su recorrido; algunos años de debilidad –1975, 1979, 1990, 1994 y 1998–, y un trienio “negro” –1991 a 1993–, que acumuló una caída de un tercio del nivel alcanzado a finales de la década de los años ochenta.

### Gráfico 48

Teniendo en cuenta que los precios de los productos electrónicos decaen –en vez de aumentar–, con el tiempo, el análisis de la evolución del sector en términos corrientes se aproxima bastante a su evolución real. Así, el crecimiento medio anualizado del mercado durante las tres décadas consideradas ha resultado ser del 14,7%, una tasa que supera con creces la del crecimiento de la demanda nacional y justifica por tanto el creciente y, desde hace ya algún tiempo, muy importante peso del sector en la economía española. Podríamos preguntarnos acerca de una evolución menos espasmódica, o que, al menos, no hubiera sufrido el deterioro del trienio “negro”; en tal caso, se comprueba que, durante los primeros veinte años considerados, la tasa de crecimiento anual se aproximó al 20%, para pasar, después de una muy considerable caída, a un 13,45% anual en los últimos seis años.

La producción y la importación electrónicas han seguido año tras año el ritmo de desarrollo del mercado nacional, mientras que la exportación ha tenido un comportamiento independiente de dichas variables, habiéndose librado del comportamiento “histórico” de aquéllas. La fabricación nacional de electrónica, verdadera engendradora de riqueza, también sufrió la depresión del trienio “negro”, a pesar del cual creció a una tasa acumulativa anual del 13,36%; muy por encima de los demás sectores industriales de la economía española.

Las importaciones crecieron aún más que la producción –un 18,53% de media anual–, mientras que las exportaciones han venido teniendo el comportamiento más expansivo del sector con 21,3% anual, una tasa extraordinaria para un mercado de consumo y factores de la producción tan competitivo a nivel internacional.

### Gráfico 49

El comportamiento agregado del sector electrónico, salvando el bache del trienio 1991-1993, presenta formas más regulares que las de los subsectores que lo integran. Los componentes, salvando el hecho de que la producción nacional ha alcanzado el nivel de las importaciones recientemente, han seguido una trayectoria relativamente similar al sector; la electrónica de consumo, sin embargo, ha sufrido notables cambios en su ritmo de crecimiento que han llegado a afectar a su estructura industrial, hasta el punto de cambiar el signo de su balanza comercial, habiéndose llegado recientemente a una extraña situación –comparada con el sector–, por la que las cifras de mercado, importación, producción y exportación resultan casi coincidentes; en electrónica profesional llama la atención la consistencia del paralelismo del mercado y las importaciones; el mercado informático ha mantenido a lo largo de todo el periodo considerado una trayectoria invariable en cuanto a la práctica coincidencia del mercado y las importaciones por una parte, y de la producción y la exportación por otro; finalmente, las telecomunicaciones, aunque de una manera menos cambiante que la electrónica de consumo, han alterado su estructura industrial, que ha pasado de una balanza comercial equilibrada a una situación de creciente desequilibrio exterior.

La composición del mercado electrónico español, aún manteniendo un cierto equilibrio histórico entre sus ingredientes más importantes, ha cambiado bastante a lo largo del tiempo. Los componentes, con un comportamiento muy parecido al de la electrónica profesional, han venido representando entre un 13% a un 20% del mercado, con una varianza muy pequeña, y una media próxima al 16%; la electrónica de consumo ha pasado de representar hasta un 29% del mercado en la década de los 70, a menos del 11% en 2000, habiendo reducido a menos de la mitad su peso relativo en el sector; la informática y las telecomunicaciones se han venido repartiendo el protagonismo en el mercado, que, originalmente liderado por la primera, en los últimos años comparte con las telecomunicaciones, repartiéndose entre ambas más del 50% del total desde mediados de los años 80. Las telecomunicaciones han sido las que más protagonismo han ganado en el mercado industrial; han duplicado su participación, pasando del 18% al 37% en las últimas décadas.

## Gráfico 50

### Producción

La fabricación electrónica española siempre ha estado liderada por las telecomunicaciones y los productos de consumo, que conjuntamente han venido representando del orden de los dos tercios de la producción nacional. La electrónica de consumo, que a finales de los años 70 y principios de los 80 superó un tercio de la producción total, se ha situado a finales de los 90 en torno a un 18%. Las telecomunicaciones han venido configurando el más consistente e importante tejido



industrial del sector electrónico; su participación en la producción nacional nunca se situó por debajo del 25%, superando algunos años el 40% y liderando siempre esta significativa actividad. La informática, los componentes y la electrónica profesional, por dicho orden, se reparten con variaciones poco significativas el resto de la producción, que tiende a crecer en el caso de los componentes, a mantenerse en electrónica profesional y a declinar en informática.

## Gráfico 51

La dimensión y evolución de la producción electrónica española refleja fielmente las políticas industriales. Un mercado protegido arancelariamente posibilitó una industria nacional de productos de consumo que abastecía más del 80% del mercado hasta finales de los años setenta. En telecomunicaciones, la política industrial de TELEFÓNICA posibilitó el “milagro” de una producción nacional excedentaria hasta mediados los años ochenta y un vigor industrial de primer nivel que comenzó a desvanecerse acusadamente a mediados de los años 90. Si la liberalización de los mercados puso en crisis la industria de electrónica de consumo y generó y acentuó, durante la década de los noventa, un déficit comercial que llegó a alcanzar el 50% del mercado interior, una acertada política industrial posterior incentivó en Cataluña la renovación del tejido industrial hasta el punto de alcanzar diez años después un insólito –caso único en la Europa continental– equilibrio comercial, que aún permanece vigente y sólo parece amenazado por la futura ampliación al este de la Unión Europea.

En telecomunicaciones, por lo contrario, la liberalización de los mercados acontecida durante los últimos años en ausencia de políticas industriales que atrajeran inversiones en las nuevas especialidades en alza, como la telefonía móvil en el reciente pasado e Internet en el presente y próximo futuro, ha facilitado un creciente déficit comercial que, prácticamente

inexistente durante toda la historia del sector, ha llegado a superar la mitad del mercado interior y parece seguirá creciendo.

La producción de electrónica profesional e informática ha permanecido estancada en torno a un 40% del mercado interior, mientras que en componentes experimentó una notable recuperación durante la última década hasta situarse por encima del 60% del mercado.

Con la entrada en vigor de la moneda única europea, la apertura al este de la Unión Europea y la consiguiente reestructuración internacional de los tejidos y la logística industrial que comienzan a adivinarse, la producción electrónica española corre el riesgo de quedar abandonada a su suerte, de desvanecerse innecesariamente; lo que colocaría a España en una situación de preocupante debilidad en un ámbito en el que se disputará el liderazgo futuro de las naciones.

Más adelante, después de analizar la evolución de la balanza comercial del sector, se profundiza en las razones del déficit tecnológico e industrial español y se señalan algunas vías para su reconducción, que luego vuelven a retomarse y ampliarse en el Capítulo 6, al tratar de las posibles nuevas políticas industriales y de I+D asociadas a la nueva economía.

## Comercio exterior

Las importaciones electrónicas españolas han estado dominadas históricamente por la informática, con la salvedad de los últimos dos años, en los que la telefonía móvil otorgó el liderazgo a las telecomunicaciones. Entre la mitad y un tercio de las importaciones, durante los últimos 20 años, correspondieron a los equipos informáticos, y el resto se repartió a partes casi iguales entre los demás subsectores. Las exportaciones han tenido un comportamiento más desigual; así, los componentes, que al principio representaban entre el 30% y el 40%, los últimos años se han mantenido en un 15%; la electrónica profesional siempre se ha situado entre el 10% y el 12%; la electrónica de consumo ha sufrido oscilaciones entre el 2% y el 29%; la informática, líder histórico en este ámbito, ha oscilado entre el 66% y el 22%; y las telecomunicaciones, con porcentajes más próximos a la informática que al resto, han significado típicamente una cuarta parte del total.

Entre un 40% y un 60% del déficit comercial electrónico se ha venido debiendo a la informática. En el extremo opuesto, las telecomunicaciones es el subsector que menos ha

contribuido a dicho desequilibrio, con la única excepción de los dos últimos años. La electrónica profesional sigue, a distancia, a la informática en contribución al déficit, con un porcentaje en torno al 23% como media. La electrónica de consumo que, junto a las telecomunicaciones, es el único subsector que contabiliza algún año de superávit, contribuye muy moderadamente al desequilibrio comercial del sector, mientras que los componentes han ocupado una posición oscilante próxima al 15%.

El mejor reflejo de la competitividad de una economía, y en particular de un sector industrial, viene dado por su balanza comercial; y más aún si, como sucede con el sector electrónico, está abierto al exterior.

El comercio exterior electrónico español, sumadas importaciones y exportaciones, ha venido superando el mercado interior desde 1992, lo que implica una apertura internacional que más que duplica la de la economía española.

El sector electrónico español, que ha contribuido de manera considerable y creciente a la modernización de la economía española durante los últimos veinticinco años – prácticamente toda su existencia– mediante su directa aportación al crecimiento económico y, vía sus equipamientos, a la mejora de la productividad de los demás sectores económicos, lo ha hecho sin embargo pagando un alto precio en términos de

balanza comercial exterior. Desde 1999, el déficit comercial supera el billón de pts., y todo indica que seguirá creciendo.

Desde una interpretación agregada y simple de tales hechos económicos, la competitividad del sector estaría en decadencia; y, sin embargo, hay buenas razones, si se desagregan y analizan sus circunstancias internas, para pensar que no es así. En realidad cabría decir, irónicamente, que la industria existente en España es altamente competitiva –exporta más de la mitad de su producción–; la que no existe, no tiene posibilidad de mostrar de modo alguno tal atributo.

Hasta 1977 el déficit comercial del sector electrónico se mantuvo estable en torno a un 25% del mercado; desde entonces creció progresivamente, superando a mediados de la década de los ochenta la mitad del consumo aparente nacional. La década de los noventa decayó, hasta situarse en 1997 en el 36% del mercado, para repuntar los años siguientes hasta el 47% del año 2000.

Si se analiza el comportamiento histórico del déficit a partir de la evolución de las importaciones y las exportaciones, no sólo en términos agregados sino por subsectores

homogéneos, las conclusiones que se obtienen tienen un contenido menos abstracto y por tanto más útil. Durante los últimos treinta años, las importaciones agregadas del sector han tenido un ritmo de crecimiento que, aunque muy superior al del mercado interior, siempre ha seguido su estela, habiendo pasado de significar el 30% del mismo en 1970 a superar el 70%.

## Gráfico 52

Las exportaciones, sin embargo, han venido creciendo con un ritmo propio, alejado de las discontinuidades del mercado interior y las importaciones. Si en 1970 eran cinco veces menores que las importaciones y alcanzaban un 6% del mercado nacional, a finales de esta última década habían reducido a menos de la mitad su relación económica con las importaciones y llegaban hasta un 40% del mercado.

En el cuadro anterior se observa cómo la crisis de los años 1991-1993, al afectar sólo a las importaciones, se tradujo en una reducción del déficit comercial en valores corrientes que se prolongó durante ocho años. Desde 1999 su crecimiento ha resultado espectacular, como consecuencia de un elevado crecimiento de las importaciones junto con una cierta estabilización de las exportaciones.

En términos relativos, durante los últimos treinta años, si el mercado interior creció, en términos corrientes, a una tasa acumulativa media anual del 14%, las importaciones lo hicieron al 18% y las exportaciones al 21%.

Si se analizan individualmente cada uno de los subsectores del mercado electrónico español, se observan comportamientos dispares, tanto entre subsectores como a lo largo del tiempo.

En componentes electrónicos, las exportaciones que eran más significativas que la media a principios de los años 70, treinta años después han perdido peso relativo; mientras que las importaciones han seguido, un poco por debajo, el ritmo del sector.

En electrónica de consumo, las exportaciones fueron irrelevantes hasta finales de la década de los 80; desde 1970 hasta 1988 apenas si se situaron entre el 1% y como máximo el 8% del mercado interior. Pero desde 1989 no han hecho más que crecer, hasta situarse al nivel de las importaciones en 1998. Si hace treinta años las exportaciones de electrónica de consumo eran entre cinco y hasta treinta veces menores que las importaciones, hoy las igualan; de ahí que este subsector apenas si contribuye al desequilibrio comercial del sector.

La electrónica profesional ha venido siendo el subsector que menos ha contribuido a la actividad exterior de la electrónica española. Las importaciones, que en 1970 significaban un 40% del mercado exterior, han duplicado su peso relativo sobre el mismo al cabo de treinta años; mientras las exportaciones, que apenas si representaban un 6% de dicho mercado interior en 1970, alcanzaron el pasado año un 28% de éste. En términos relativos, el subsector ha mejorado también su posición exterior; las exportaciones han pasado de ser el 14% de las importaciones en 1970, al 34% de ahora.

La industria informática, junto con la electrónica de consumo, por su propia naturaleza, es el subsector más internacionalizado. Si se analizan a largo plazo los comportamientos de las importaciones y las exportaciones, se observa que las primeras han seguido fielmente la cuantía y ritmo de crecimiento del mercado interior; mientras que las segundas lo han hecho igualmente, pero con la producción nacional. Si las importaciones han venido rondando siempre el 100% del mercado interior, las exportaciones han pasado durante los últimos veinte años del 12% al 35% de dicho mercado. Por tanto, se ha producido también en relación en este subsector una mejora relativa de la competitividad exterior, ya que la relación entre exportaciones e importaciones ha pasado del 10% al 36% en los últimos veinte años.

## Gráfico 33

En el subsector de equipos de telecomunicaciones, al contrario de lo sucedido con la informática, el mercado interior –con la salvedad de los últimos dos años–, ha venido siendo equivalente a la producción nacional, hasta el punto de ser el único subsector que ha disfrutado de una balanza comercial positiva. Hasta mediados de los años 80 las importaciones apenas si alcanzaron el 20% del mercado interior, mientras que las exportaciones generaban superávit comercial. Se trata del subsector menos abierto al

exterior y, también, el más equilibrado, hasta que en los últimos años ha sido superado en este aspecto por la electrónica de consumo.

El análisis de lo acontecido en materia de comercio exterior en el sector electrónico durante las últimas tres décadas, por tanto toda su historia, permite señalar que:

- Es uno de los sectores más abiertos de la economía española; sus transacciones comerciales exteriores, que en 1970 representaban el 36% del mercado nacional, han venido superando éste desde 1992.
- Durante dicho periodo, si bien en términos absolutos el déficit comercial siempre creció, con la excepción del período 1991-1994, en valores relativos la brecha entre exportaciones e importaciones se ha reducido sistemáticamente; habiendo pasado aquellas del 20% de éstas en 1970, al 38% en 2000.
- La electrónica de consumo, con cerca de un 90% de cobertura exterior, seguida de los componentes con un 65%, son los subsectores que parecen presentar una mejor competitividad exterior; mientras que la electrónica profesional y la informática, con poco más de un 30%, los que menos. Las telecomunicaciones, líderes históricas en cobertura exterior, han caído en los últimos años por debajo del 50%.
- Desde una perspectiva histórica, la electrónica de consumo es el subsector que más ha mejorado su balanza comercial, mientras que la industria de equipos de telecomunicaciones es la que más la ha empeorado.

En una economía globalizada, sin apenas fronteras económicas ni tecnológicas, la competitividad industrial tiende a basarse cada vez más en:

- La dimensión y sobre todo la capacidad pionera –absorción de novedades tecnológicas– del mercado nacional.
- La estabilidad económica e institucional y la oferta de factores de la producción, tales como: volumen y nivel de formación de la oferta de trabajo y posibilidades de “outsourcing” industrial.
- Esfuerzo desplegado en I+D
- Y, además y sobre todo, la firme y consistente vocación del Gobierno a favor del desarrollo tecnológico e industrial.

España cuenta hoy con una buena y consistente política económica, así como con un mercado electrónico interior, en muchas ocasiones pionero, de dimensión y posibilidades de crecimiento más que notables; además, como demuestra el éxito reciente y creciente

de la industria de electrónica de consumo, los factores de la producción que más interesan para una localización industrial son relativamente competitivos. ¿Qué falta entonces para mejorar la posición competitiva de España en el mundo?: quizás un análisis más profundo, no meramente doctrinario y académico, de la realidad tecnológica e industrial de la nueva economía y, sobre todo, la voluntad de impulsar el desarrollo tecnológico e industrial español, trabajando consistentemente para ello.

## **IMPACTOS DE LAS TIC EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA**

### **INTRODUCCIÓN**

El objeto principal de este capítulo es la medida de los impactos económicos del HTIC en las principales variables macroeconómicas que determinan el crecimiento y la riqueza económica de España.

Desde hace ya algún tiempo, el sector electrónico y de telecomunicaciones, que ha crecido y proliferado de manera quizás más rápida y considerable que ningún otro desde la revolución industrial, no sólo ha penetrado en casi todos los órdenes de la vida económica y social, sino que ha alcanzado una dimensión formidable, sin la que cada vez es más difícil explicar el relativamente largo ciclo económico de crecimiento que vive el mundo más desarrollado y por tanto más influido por estas tecnologías.

Los síntomas que predecían un creciente impacto de las TIC en el crecimiento económico se han convertido en hechos económicos sustantivos cuyo alcance y lógica evolutiva han sido analizados con carácter general en capítulos previos.

Una primera aproximación a la importancia cuantitativa del HTIC en España viene dada por su dimensión económica: casi once billones de pesetas corrientes de actividades agregadas brutas en 2000, y una contribución a la formación bruta de capital fijo de 2,4 billones.

Si a su considerable dimensión se le añade una tasa de crecimiento varias veces superior a la de la economía y una caída relativa de sus precios que resta inflación al sistema económico español, resulta evidente el interés potencial del estudio comparado del HTIC con la economía nacional.

### **Renta nacional**

La medida del impacto de las TIC en la riqueza nacional se puede obtener mediante la comparación del valor añadido bruto de su producción con el nacional.

Teniendo en cuenta en criterios metodológicos descritos al comienzo de este capítulo y cuya conclusión numérica se recoge en las consiguientes tablas del Anexo Estadístico,

en el año 2000 la contribución del HTIC, en valores corrientes, a la formación del PIB fue superior al 7%.

Dicha cifra puede parecer alta en una comparación simple con las conocidas para otros países de vanguardia. Pero los datos que se conocen a nivel internacional no definen ni delimitan el alcance del sector, ni tampoco contienen referencias explícitas que permitan saber de que estamos hablando: mercado, producción, valor añadido, etc. En todo caso, por todo lo visto –que es bastante– acerca de otros países –sobre todo Estados Unidos– las TIC contempladas en prácticamente todos los estudios abarcan un ámbito menor que el contemplado aquí.

Con los datos comparados en términos reales del valor añadido del HTIC y del PIB, para el periodo 1970-2000, se observa que su contribución a la formación de la riqueza nacional:

- Es ya muy considerable; casi un 10,5% en el año 2000, sobre base 1990.
- Es creciente; habiéndose decuplicado en el último cuarto de siglo, con una tasa de crecimiento media anual de más del 10%.
- Sigue una trayectoria exponencial, que augura, de seguir las cosas como hasta ahora, un futuro aún más esperanzador para el sector.

## Gráfico 34

En el cuadro precedente, junto a la trayectoria real de la participación del HTIC en la formación del PIB, se ha proyectado mediante el oportuno ajuste estadístico la función exponencial teórica a la que tiende a ajustarse el comportamiento del hipersector.

Dado que el coeficiente de regresión es muy alto ( $R^2 = 0,98$ ) y el periodo considerado muy largo, parece razonable esperar que, mientras dure la pujanza del hipersector, dicha función exponencial puede anticipar el peso de éste en la riqueza nacional. La tendencia hace prever que para 2005 la participación del HTIC en el PIB alcanzaría casi un 14% en valores constantes (1990).

Tal y como puede observarse en los cuadros correspondientes del Anexo Estadístico, la participación de la industria electrónica en la producción industrial nacional también resulta ser crecientemente importante, habiéndose más que cuadruplicado en el período considerado, alcanzando ahora más de un 9% del total en términos constantes de base 1990.

## Gráfico 35



En el cuadro precedente se observa que el ajuste del comportamiento real de la producción industrial electrónica en relación con la producción nacional mediante una función exponencial es también estadísticamente muy consistente, ya que el coeficiente de regresión es muy alto ( $R^2 = 0,979$ ). Utilizando dicha función para explorar el comportamiento previsible del sector en el próximo futuro, parece razonable esperar que la electrónica siga aumentando su peso en la producción nacional hasta superar el 10% de la misma, allá para el año 2005; un porcentaje más bien bajo.

Para que dicha posibilidad teórica se pueda cumplir, no basta con que el mercado siga expansionándose, lo que es altamente probable, sino que la política industrial favorezca la producción nacional en vez de la importación. Esta cuestión se trata más en detalle en el próximo capítulo.

Por lo que respecta a los servicios electrónicos, su participación en la producción nacional, que en pesetas constantes de 1990 era del 0,72 en 1975, resulta ser ahora del 10,2%; es decir, se ha multiplicado por catorce. La tasa lineal acumulativa de crecimiento anual de la participación de los servicios electrónicos en la producción nacional de servicios fue del 11,2%. Puesto que la trayectoria real toma forma exponencial, todo indica que el protagonismo, ya importante de la electrónica en los servicios, aún será mucho mayor en un próximo futuro.

Ajustando, como en los casos anteriores, la curva de evolución real de la participación de los servicios electrónicos en la producción nacional de servicios, a una función exponencial como la representada en el cuadro 56, se observa un alto coeficiente ( $R^2 = 0,98$ ) de regresión, que genera una cierta confianza en su proyección tendencial.

Mientras que en el caso de la producción industrial es más discutible la consistencia a largo plazo de la función exponencial que teóricamente determina la tendencia, en el caso de los

servicios debiera haber menos dudas. Cabe esperar, por tanto, que para el año 2005 la producción de servicios electrónicos represente cerca del 14% del total nacional.

Suponiendo un comportamiento futuro del HTIC que responda a la trayectoria seguida hasta ahora, lo que es bastante razonable, ya que es altamente probable que la tasa de crecimiento del hipersector siga siendo mucho mayor –al menos dos o tres veces que el de la economía–; al cabo de diez años más aumentaría en tres cuartas partes su peso actual en la formación del PIB, alcanzando para entonces más de un 18% de éste (en valores constantes 1990). Si ello sucediera así, estaríamos, probablemente, ante el mayor acontecimiento tecnológico, desde el punto de vista macroeconómico, de la historia, lo que, por el momento, no es descartable.

## Gráfico 56

### Crecimiento económico

Del análisis de la contribución del HTIC al crecimiento del PIB se obtienen conclusiones de extraordinaria importancia. Más de un tercio del notable crecimiento de la economía española de los últimos años es debido al HTIC. Sin dicha aportación, la convergencia con la Unión Europea sería imposible.

Salvando los años 1979, 1981 y 1993 en los que el escaso o negativo crecimiento del PIB acentúa excesivamente la aportación del HTIC a dicha variable, se observa una importante, y sobre todo creciente, influencia de las TIC en las ganancias anuales de riqueza de España.

Teniendo en cuenta que los últimos años han estrechado la diferencia de renta entre España y la media de la Unión Europea y que en dicho periodo la contribución al crecimiento español derivado del HTIC ha sobresalido sobre otros sectores de la economía, podría corregirse que la convergencia económica española con la UE está progresando gracias a las TIC.

## Gráfico 57

Puesto que la trayectoria de la curva de contribución del HTIC al crecimiento económico tiene forma exponencial, de proseguir así las cosas, podría llegar un momento en el que la

posibilidad de crecimiento residiría esencialmente en el comportamiento del hipersector; lo que no sería de extrañar si tenemos en cuenta su contribución, grande y creciente a la producción nacional, así como en la formación bruta de capital fijo, como se verá más adelante.

Si se comparan las tasas de crecimiento anuales del PIB con las del HTIC, se observa que, aun discurriendo relativamente paralelas, la relación entre ambas no es constante, tendiendo a agrandarse la distancia entre ambas en los últimos años.

El multiplicador medio del crecimiento del HTIC sobre el del PIB, es superior a 4, aunque la moda estadística se sitúa entre 3 y 4; es decir, la vitalidad típica del hipersector de las TIC una que duplique la de años buenos de la economía. Es evidente, desde este punto de vista, que la salud y sobre todo el vigor de la economía nacional cada vez están más ligadas a las del HTIC.

## Gráfico 58

En el cuadro anterior se observa que la línea de crecimiento de la economía española resulta menos “histórica” que la del HTIC, lo que es lógico dado su elevado nivel de agrupación de actividades diversas.

Las trayectorias de crecimiento seguidas por el PIB y el HTIC no parecen tener una relación directa; cuando la tienen, el comportamiento del HTIC más bien parece anticipar el del PIB que lo contrario. Sin embargo en el periodo 1987-1993 la evolución del crecimiento del PIB parece anticipar la crisis que sufrió el sector entre 1991 y 1993

## Formación Bruta de Capital Fijo

La participación de la inversión electrónica en la formación bruta de capital fijo (FBCF), que hace veinticinco años era del 2,4%, se ha multiplicado por 6,7 hasta alcanzar más del 16% en el año 2000. Este elocuente crecimiento no ha estado libre de altibajos; su trayectoria se presenta mas bien escalonada, lo que se explica por la discontinuidad –en valores constantes–, tanto de la FBCF como de la inversión electrónica.

## Gráfico 59

La trayectoria del crecimiento de la participación de la inversión eléctrica en la FBCF tiene forma más bien lineal. Después de un período (1975-1985) de crecimiento del peso de la electrónica en la FBCF, se observa un período, también de una década (1985-1995), en el que se estabiliza dicha relación. Ello puede haber sido debido no tanto a un bajo crecimiento de la inversión electrónica como a una muy alta tasa de crecimiento de la FBCF, debida al ingreso de España en la Unión Europea. En los últimos años (1995-2000) la electrónica ha aumentado, de nuevo a un alto ritmo, su participación en la inversión nacional, impulsora del crecimiento económico.

## Gráfico 60

Si la comparación de la inversión electrónica se hace con la FBCF de productos metálicos y maquinaria –esencialmente, la inversión empresarial–, el resultado es mucho más concluyente: su peso, en valores constantes (1986), que a mediados de los años ochenta ya superaba el 40%, alcanzó el año 2000 casi un 70%.

Tal y como sucede en los países de referencia, la inversión electrónica es el eje del crecimiento de la economía contemporánea, y protagonista casi exclusiva de la inversión empresarial.

La alta cifra de inversión electrónica, tanto en relación con la FBCF como respecto a la inversión empresarial en relación con algunas comparaciones internacionales se justifica porque aquí se han considerado todas las ramas de actividad electrónica asociadas estrictamente con la inversión, mientras que a nivel internacional solo suelen considerarse los ordenadores y los equipos de telecomunicaciones. La electrónica profesional –radiodifusión, navegación aérea, robótica industrial, instrumentación, equipamientos para la defensa, integración de sistemas, etc.– que es típicamente inversión en todas sus manifestaciones suele ignorarse, lo que no sucede aquí.

Si fuera posible una comparación homogénea a nivel internacional del peso de la inversión en TIC en la FBCF, es bastante probable que España estuviera por debajo de los países más avanzados, ya que tanto la autoinversión del HTIC – un sector intensivo por excelencia en estas inversiones -, como la de la industria en general, depende de su dimensión, y ésta, no alcanza, salvo algunas excepciones – industria automovilística -, una dimensión sobresaliente.

## Comercio exterior

En materia de importaciones, la relación entre las del sector electrónico y las totales no presenta una tendencia clara. Mientras que entre 1975 y 1985 aumentó considerablemente la participación de la electrónica en las importaciones, desde 1985 hasta 1992 se produjo una tendencia inversa, para seguir desde entonces una trayectoria inicialmente estable y alcista. Tal dispar comportamiento se debe más a la irregular evolución de las importaciones totales, que a las de electrónica, que parecen estabilizadas en torno a un 12-14% de aquéllas.

La relativa estabilización de la participación de las importaciones, y como más adelante se verá, de las exportaciones electrónicas, sobre el total nacional durante la última década se justifica por la creciente apertura de la economía española que se extendió a casi todos los sectores a lo largo de los últimos años.

### Gráfico 61

Las exportaciones de electrónica, tras un estancamiento realtivo entre 1975-1983, experimentaron un extraordinario crecimiento el período 1983–1991, que conllevó multiplicar por más de tres su participación en las exportaciones totales, han venido decayendo desde 1997. Puesto que, además, su peso relativo es mucho menor que el de las importaciones, tal y como se observa en el cuadro anterior, el déficit comercial relativo –diferencia entre ambas líneas de trayectoria– siendo grande tiende más bien a crecer.

La razón principal de la fuerte y persistente caída relativa de las exportaciones electrónicas españolas de los últimos años se debe a un tejido industrial que apenas si ha crecido ni renovado; lo que constituye una grave y preocupante tendencia estructural.

## Gráfico 62

Asociando las curvas reales de evolución de las imputaciones y las exportaciones a sendas líneas de tendencia mediante los oportunos ajustes matemáticos, se observa un elocuente y consistente crecimiento de la brecha negativa del comercio exterior del sector.

De mantenerse la tendencia de los últimos años, la proyección en el año 2005 de las funciones exponenciales de la participación de las importaciones y las exportaciones en el

PIB –cuyos coeficientes de regresión son muy altos–, el déficit comercial del sector representaría casi un 3% del PIB, en valores constantes (1990).

Si se compara dicho porcentaje con el de la contribución del hipersector a la formación del PIB, cerca de un 14% previsto para el año 2005, se obtiene que se estaría perdiendo un 20% de posibilidad de mayor crecimiento del PIB por este motivo.

## UNA NUEVA ECONOMÍA

### Fundamentos teóricos

Además de la creciente y fértil corriente de estudios monográficos, una buena parte de ellos utilizada y referenciada a lo largo de las páginas precedentes, que tratan de desmontar empíricamente la existencia de una *nueva economía* como consecuencia de los significativos impactos de las TIC en el crecimiento, la mejora de la productividad y la caída de los precios, otras aproximaciones teóricas tratan de modelizar los impactos de dichas tecnologías en las economías nacionales.

En el caso de un trabajo monográfico del Servicio de Estudios del BBVA (2000) en el que se proyectan a largo plazo los potenciales impactos de las TIC sobre la economía española, con resultados francamente halagüeños para la *nueva economía*.

### Gráfico 63

Para los autores, la nueva economía “desplaza la función de producción agregada tal que, para un mismo nivel de los factores productivos, capital y trabajo, se produce un mayor nivel de “output” y con una productividad marginal del trabajo superior”, según se observa en el cuadro anterior.

Sin tomar en consideración los nuevos servicios que proveen las tecnologías TIC, es muy considerable su efecto tecnológico en el ámbito de los intercambios entre empresas por los ahorros de coste que implican en la búsqueda, almacenamiento e intermediación que afectan al coste del output final.

Al tratarse de “un choque tecnológico positivo, la producción, el empleo y el salario real crecen, tanto si hay pleno empleo como si no lo hay”.

“En un modelo keynesiano con precios rígidos, la producción y el empleo vienen determinados exclusivamente por la demanda de bienes y servicios, sin que los costes ni la productividad influyan en la decisión de las empresas”.

Suponiendo que  $Y_k$  es la cantidad de bienes que esperan vender las empresas, un aumento de la productividad por las TIC no se traduce en un aumento de la producción ya que la demanda no varía. Pero ahora se necesitan menos trabajadores para producir la misma cantidad de productos  $Y_k$ , lo que hará caer el nivel de empleo.

Si se pasa a un mercado de trabajo clásico, la curva de la oferta (SLo) tal y como se observa en el cuadro siguiente, representa la cantidad de empleo que los trabajadores están dispuestos a ofrecer para cada nivel salarial; mientras que la curva de demanda de trabajo (DLo) es la productividad marginal de dicho factor.

### Gráfico 64

Un choque tecnológico positivo, como el que representa la nueva economía, implica un desplazamiento de la curva de la demanda hacia la derecha (DL1); es decir, aumenta la productividad marginal y la demanda de trabajo. Como consecuencia aumenta el empleo de L0 a L1. Si existe rigidez del salario real, la expansión del empleo que produce el avance tecnológico es superior puesto que el salario real no reacciona y el empleo puede absorber todo el aumento de productividad, por lo que se ganaría más empleo pasando de L0 a L1.

Si se relacionan estos resultados con la función de producción anterior se observa una relación directa entre ambos.

El choque tecnológico de las TIC se traduce, fundamentalmente, en un aumento de oferta agregada (SAO); por tanto en un desplazamiento de dicha función (SA1) hacia la derecha, según se observa en el cuadro siguiente, que conlleva una caída de los precios de P0 a P1 y un aumento de la producción de Y0 a Y1.

### Gráfico 65

Este aumento de la producción será mayor cuanto más predomine el régimen clásico frente al keynesiano.

A estos impactos de “primer orden” se unen efectos indirectos tanto por parte de la oferta como de la demanda:

- El aumento del salario real y del empleo aumentará el consumo que equilibrará parcialmente el exceso de oferta.
- El aumento de la productividad marginal del trabajo provocará una expansión de la inversión en bienes de equipo.
- La renta nacional y la de las familias aumentará debido a la mayor producción y empleo.
- Puede haber un “efecto riqueza” derivado de la mayor valoración en bolsa de las empresas por el crecimiento de su productividad; que desplazaría aún más la demanda agregada hacia la derecha.
- Los sectores más beneficiados, en términos relativos, por las TIC aumentarán su nivel de producción más que el resto de sectores.

- Los tipos de interés reales tenderán a elevarse como consecuencia del mayor crecimiento de la productividad, lo que aumentará la inversión extranjera.
- El tipo de cambio tenderá a apreciarse, con el consiguiente déficit por cuenta corriente, que será de equilibrio y sostenible.

Los países que disfrutaran de este modelo de nueva economía se comportan como países emergentes cuyo déficit por cuenta corriente es financiado por los países que no gozan de este choque de productividad. Exactamente lo que está sucediendo en EE.UU. desde hace una década.

Tras el análisis teórico del comportamiento de la nueva economía, que se corresponde esencialmente con la descripción de dicho fenómeno en el anterior capítulo: “Efectos económicos de Internet”, el Servicio de Estudios del BBVA se adentra en el resumen de impactos y factores potenciadores de la nueva economía que sigue.

## Gráfico 66

Para el caso de la economía de los EE.UU., la caída de precios se ha estimado en medio punto de su IPC; el aumento de la productividad en un 1% tendencial y un 2% a corto plazo; el output potencial ha pasado del 2,5% al 3,5%; el tipo de cambio real se ha apreciado un 20% en los últimos años; y los tipos de interés aumentaron 130 puntos básicos.

Los factores determinantes que pueden magnificar las consecuencias del fenómeno de la nueva economía son:

- La rigidez de la estructura productiva.
- El régimen económico predominante.
- El grado de infravaloración de la divisa.

Para el Servicio de Estudios del BBVA, si la economía es rígida el impacto tecnológico mejorará la eficiencia de ésta, actuando como sustituto de su liberalización; por lo que el impacto final sobre la variación del PIB real, el empleo y los precios puede ser mayor.

Para una economía más keynesiana que clásica, como la europea, con bajos tipos reales de interés y una moneda depreciada, las consecuencias del choque tecnológico de las TIC tienden a magnificarse.

Finalmente el impacto de la nueva economía puede ser mayor con una divisa infravalorada; que fue lo que sucedió en EE.UU. en 1995, ya que el flujo de inversión extranjera financió el choque tecnológico. Es lo que podría suceder a partir de ahora en Europa.



## La nueva economía en España

Para el estudio empírico de la nueva economía en España, el BBVA utiliza un doble análisis:

- Cuantificación estática del impacto potencial de la reducción de costes asociada a la nueva economía sobre los precios de producción y consumo.
- Simulación dinámica de un choque de oferta positivo.

El doble análisis es consecuente con la conclusión: una reducción equivalente de los precios de consumo a largo plazo del 12,7%.

El impacto directo en los costes se centra exclusivamente en los ahorros derivados del avance tecnológico, cuantificado a cuatro niveles: máximo (15%); importante (10%); medio (7,5%) y nulo (0%). El “impacto directo” de la reducción de los costes de la producción se eleva, en promedio, al 6,6%.

Utilizando la Tabla Input-Output de la economía española desagregada para 56 ramas de actividad (TIDE-5) y un modelo de precios basado en IID102, se obtiene una reducción potencial de los precios de producción del 9,7%.

Si se amplía al “efecto competencia” el choque tecnológico de las TIC, que hace bajar los precios en la adquisición de los “inputs” intermedios, sobre la base de tres niveles de reducción de márgenes comerciales: fuerte (5%); medio (4%) y débil (2%), la reducción

promedio de los márgenes soportados para las industrias es del 2,8%. Ello conlleva a un impacto directo total (“efecto tecnológico” + “efecto competencia”) del 9,4%.

La caída potencial estimada en los precios de producción se estima en el 13,2% y la de los precios de consumo del 12,7% como consecuencia de la nueva economía.

### Gráfico 67

La desagregación de los resultados permite una valoración más concreta de los sectores más beneficiados de la nueva economía; serían aquellos cuyo impacto sobre sus precios de producción fuese mayor que la media del 13,2%.

En el cuadro siguiente se recogen los siete sectores “estrella”, observándose una cierta discordancia de comportamiento entre los precios de producción y consumo como consecuencia de haber considerado los precios de importación constantes.

### Gráfico 68

En el caso de “máquinas de oficina y tratamiento de la información”, frente a un impacto directo del 26,1% sobre los precios de producción, el impacto sobre los precios es sólo del 12,0% ya que casi todo el consumo es de importación.

Si se extienden los resultados obtenidos a un nivel más agregado, 17 de ramas de actividad –ver cuadro en ANEXO– se observa la distribución de los efectos, siempre positivos, de la nueva economía española. Las ramas de los sectores primario y secundario, especialmente agricultura, energía y construcción, previsiblemente recibirán menos impactos sobre sus costes y precios que aquellas actividades más intensivas en el uso de las TIC.

El estudio del BBVA para el caso español ofrece mejores resultados que otros referidos a EE.UU., Japón, Alemania, Francia y Reino Unido. Ello se debe a las hipótesis de partida, más completas y optimistas –se consideran también los márgenes comerciales– y al modelo acumulativo de precios utilizado. Así quedaría corroborada la hipótesis de que las ganancias potenciales derivadas de la nueva economía en España pueden ser superiores a las de EE.UU. debido –paradójicamente– a una estructura productiva más rígida.

Para evaluar el impacto de la nueva economía en las variables macroeconómicas a largo plazo –una década–, de la economía, el Servicio de Estudios Económicos del BBVA, basándose en el modelo MOISEES, introduce las siguientes hipótesis para el decenio 2000-2010:

- Un incremento permanente de productividad del 1% para el trabajo y del 0,17% para el capital, como consecuencia del impacto de las TIC.
- Una reducción de los precios del 1% –de acuerdo con el análisis estático anterior–, y un aumento de la demanda del 0,5% que refleja el efecto riqueza antes analizado.
- La política fiscal –su peso sobre el PIB–, se considera invariante.
- El tipo de interés real se mantiene constante; el nominal se reduce en línea con la inflación.
- El tipo de cambio es fijo.

Las consecuencias de aplicar dichas hipótesis ofrece el panorama que refleja el cuadro siguiente:

Se observa que el incremento promedio de la tasa de crecimiento anual del PIB es del 0,8% anual; la de la productividad del trabajo del 0,7%; y la de capital del 0,6%, hasta acumular porcentajes del 7,5%, 7,8% y 5,9% respectivamente. La tasa de inflación se reducirá un 1,2% anual en promedio, lo que permite que el poder adquisitivo de las familias mejore en un 6,6%.

Las conclusiones de este ambicioso estudio empírico avalan la hipótesis del paradigma de la nueva economía, resumido en tres factores básicos: mayor productividad, más crecimiento y menor inflación.

## INTRODUCCIÓN

“La economía mundial entra en el siglo XXI con el viento en popa de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación” según DONGES (2001), quien añade que “el nuevo paradigma económico sería la sexta de las grandes olas –del tipo Kondratieff–, registradas desde la revolución industrial (1). Aunque seguirán produciéndose períodos de auge y de relativa recesión, las tecnologías de la información, al aumentar la elasticidad del sistema económico, posibilitan la amortiguación de las alteraciones y de los choques externos –petróleo, finanzas, ...–, al tiempo que demandan nuevas políticas económicas”.

La expansión del hipersector de las tecnologías de la información y la comunicación comienza a crear problemas a los responsables de la política económica. Las políticas monetarias, como los tipos de interés, no operan bien sobre este sector. Cuando estas industrias están “en forma”, el ciclo económico las afecta muy poco. Cuando las tasas de crecimiento son de dos dígitos, poco importa un punto más o menos de tipos de interés. Los nuevos monopolios, la ubicuidad de Internet y sus consecuencias económicas, el triunfo de la economía intangible son otros tantos aspectos de la “nueva economía”, que demandan nuevas políticas económicas, distintas a las del pasado. Ignorar la naturaleza y salud de la nueva economía puede producir malas consecuencias a la política económica.

Incluso los ingresos y los gastos públicos en una economía cada vez más intangible e interconectada planetariamente no podrán operar como en el año pasado; habrán de adaptarse a la nueva situación.

Siguiendo los razonamientos de JORGENSON y STIROH (2000) y ROEGER (2001) expuestos en el Capítulo 1, las TIC intervienen positivamente en el crecimiento económico a través de cinco vías simultáneas:

- Disminuyendo sus precios, y por tanto, moderando la inflación.
- Aumentando el potencial productivo de la economía vía inversión.
- Acelerando el progreso técnico y con él la mejora de la productividad.
- Produciendo economías externas que resultan magnificadas por las redes.
- Acrecentando la demanda agregada de la economía.

Dadas las características de la nueva economía que también se han descrito en el Capítulo 1, parece evidente que las políticas económicas del nuevo siglo deberán -tal y

como se plantea en los siguientes apartados de este capítulo- ocupase de incentivar la competitividad tecnológica así como la producción de TIC, procurando al mismo tiempo que la intervención gubernamental sea consecuente con una libre expresión de los mercados que no limite la innovación schumpeteriana.

Parafraseando a ROSENBERG (1994) y a la vista de las actuaciones gubernamentales en los mercados de alto y cambiante contenido tecnológico, y sobre todo de sus resultados –más bien malos– cabría sugerir que los reguladores deberían evitar intervenir demasiado en sectores de evolución imprevisible.

## **Competitividad vía tecnológica**

El nivel tecnológico, se ha demostrado, cumple un papel fundamental en la competitividad relativa de los sectores industriales en las economías de la OCDE, con un efecto sobre la competitividad significativamente más importante en el medio plazo que la estructura de costes o los tipos de cambio. Una evaluación de los datos existentes realizada por Manuel Castells y Laura Tyson en 1986, arrojó resultados similares para las economías en vías de industrialización.

En el caso español, los escasos análisis existentes sobre la relación directa entre nivel tecnológico y competitividad apuntan en la misma dirección, aunque con algunas matizaciones significativas. Manuel Castells en 1989, y Paloma Sánchez y Julio Segura en 1992, han realizado interesantes aportaciones al respecto.

En un estudio de 1988 de Paloma Sánchez, basado en sus propios cálculos sobre la evolución de cuotas de mercado de 19 sectores industriales agregados por ella para el período 1984-1990, observaba la investigadora que mientras que el índice de la Secretaría de Estado de Comercio mostraba una pérdida de competitividad española en 1984-92, su índice presentaba una tendencia positiva para el conjunto del período analizado. La razón es que en el primer caso se tomaba en cuenta la diferencia de los costes y el tipo de cambio, mientras que Paloma Sánchez medía la competitividad según la variación efectiva de las cuotas de mercado.

Un somero análisis causal de dicha variación muestra un efecto negativo de los costes sobre la competitividad, que es compensado por un efecto positivo del esfuerzo tecnológico medido por gasto tecnológico total (I+D más importación de tecnología no incorporada).

Paloma Sánchez apunta una hipótesis, de gran relevancia para el caso español, sobre la base de una observación sumamente interesante: las variables tecnológicas no parecen afectar apreciablemente la competitividad de los sectores de alta tecnología, pero sí inciden sobre los sectores tradicionales. La interpretación, que parece razonable, es que en los sectores de alta tecnología es difícil ganar cuotas de mercado sobre países

asentados en un mayor nivel tecnológico, mientras que en sectores tradicionales, en los que ya existían mercados para las empresas españolas, la modernización tecnológica permite incrementar su competitividad en dichos mercados.

Ahora bien, dicha modernización depende de su acceso a nuevas tecnologías productivas y de una adecuada utilización de las mismas. Y aquí es donde interviene una noción fundamental derivada de la experiencia internacional de desarrollo tecnológico: la del sistema de ciencia-tecnología-industria.

En efecto, no todos los países o regiones tienen porqué basar su competitividad en sectores productores de tecnologías de información, aunque estos sean los más dinámicos a nivel mundial. La división inter-sectorial del trabajo permite que la riqueza de las naciones pueda basarse en una estructura industrial diversa según la historia y la trayectoria tecnológica de cada territorio. Sin embargo, dicha división técnica se convierte en división social, fuente de dependencia y atraso, cuando la discrepancia de estructuras industriales se transforma en diferencia entre sectores de alto y bajo valor añadido.

Es decir, sectores tradicionales pueden constituirse en fuentes de alto valor añadido a condición de innovar en productos y en procesos y situarse al mismo nivel que los de su entorno económico, en nuestro caso la Unión Europea y la OCDE.

Pero para que ello sea posible, dichos sectores deben recibir insumos tecnológicos de sectores productores de nuevas tecnologías de información y ser capaces de utilizarlos. Ello se facilita por la existencia en el mismo país de una industria significativa de dichos sectores, teniendo en cuenta la necesidad de un proceso de interacción y ajuste entre productor y utilizador de nueva tecnología que se refuerza con una localización en complejos industriales territorialmente articulados, como demuestra la experiencia de Silicon Valley, Tokyo-Yokohama y otras tecnópolis mundiales, tal y como documentan Castells y HALL (1994).

Pero tal articulación territorial no es imprescindible, según Castells, “a condición de que existan formas de articulación organizativa, de que las empresas tradicionales dispongan de información y recursos humanos adecuados para su modernización tecnológica y de que la infraestructura del país permita la comunicación y transmisión de tecnología avanzada de forma continua y flexible. Ello requiere un sistema de investigación básica y aplicada capaz de generar y adaptar conocimiento tecnológico; un sistema educativo que proporcione los recursos humanos adecuados en cantidad y calidad, de tal forma que sean recursos auto-programables en ajuste constante al proceso de cambio tecnológico; y una estructura industrial en la que la información tecnológica circule entre las empresas y los procesos productivos y de gestión sean capaces de un “inter-face” operativo”.

En realidad es difícil que dicho “inter-face” sea satisfactorio si la industria de tecnologías de información (y en particular la de telecomunicaciones e informática) no tiene un peso específico importante en la industria del país. Por ello, el desarrollo cuantitativo y

qualitativo del sector electrónico es un indicador relativamente fiable del nivel tecnológico general de la economía de un país.

El conjunto de los elementos citados constituye un sistema. Es ese sistema el que hace competitivos empresas y territorios en la nueva economía.

Política industrial en TIC

El balance histórico de treinta años de electrónica en España, según se desprende del cuadro siguiente, construido con valores medios acumulados, presenta una estructura de mercado que se aproxima bastante a la de los países más avanzados, aunque en ellos los Componentes Electrónicos y la Electrónica Profesional tienen mayor peso que en España debido a su mayor desarrollo industrial.

## Gráfico 70

Se observa en producción que el subsector de Equipos de Telecomunicaciones, junto con el de Electrónica de Consumo, son los únicos que tienen una cuota de mayor que la del mercado; siendo las dos industrias de verdadero peso histórico, fruto del voluntarismo de políticas que impulsaron su localización en España. El mayor déficit relativo, por diferencia de cuotas de mercado y de producción, corresponde a Informática, que habiendo participado históricamente del 28,8% del mercado sólo ha contribuido al 18,2% de la producción.

Como consecuencia del desequilibrio estructural del sector electrónico español, su considerable déficit comercial se encuentra desigualmente distribuido. La Informática, con un 41,4%, tiene la mayor “cuota” de déficit, seguida de la Electrónica Profesional con un 21,9%. La electrónica de Consumo y las Telecomunicaciones son los subsectores que menos han contribuido al deterioro de la balanza comercial española, con un 11,1% y un 10% del déficit histórico acumulado, cada uno.

El mercado español de electrónica y telecomunicaciones, a falta de una comparación internacional rigurosa, que hoy no es posible debido a la heterogeneidad de conceptos y bases de datos que existen, se sitúa, con toda probabilidad, entre los diez primeros del mundo. Entre ellos, es el que arrastra un mayor déficit comercial, y por tanto una menor propensión a crear riqueza y empleo. También es el más dependiente de tecnologías foráneas, estando ambos fenómenos directamente interrelacionados. Para verificar la importancia de tales hechos, basta comprobar que el “boom” de la nueva economía norteamericana, su recobrado liderazgo mundial y su distanciamiento de la Unión Europea están sustentados no sólo en su creciente y exuberante mercado interior, sino, y sobre todo, en la producción nacional y en su exportación, sobre la base de tecnologías propias que dominan crecientemente todos los mercados; en particular Internet, que es el que más crece y mejores perspectivas de futuro ofrece. La solidez de este razonamiento teórico, no solo está avalada por las últimas contribuciones a la teoría del crecimiento

económico que se analizaron en el Capítulo 3; ha sido, además empíricamente contrastada por WERNER ROEGER (2001).

Para percibir la importancia de este hecho, basta comprobar que el déficit comercial del hipersector representó el año 2000 más de dos puntos del PIB. Ello significa que una balanza comercial equilibrada permitiría la creación de al menos 100.000 puestos de trabajo bien remunerados en un sector en expansión. No siendo materialmente posible, para el nivel histórico de desarrollo tecnológico e industrial de España, alcanzar por completo tal logro, si cabe plantearse al menos la posibilidad de atajar dicho desequilibrio. Las dos maneras de abordarlo no pueden ser otras que la incentivación de la Investigación y Desarrollo y la captación de inversiones extranjeras. Para ello se dispone de factores potenciales que sería preciso poner en juego. El primero, en un sector que requiere altas cualificaciones profesionales tanto para la I+D como para la fabricación, es la disposición de profesionales cualificados y en cantidad suficiente. Las universidades españolas, incluso si muchos planes de carreras universitarias son manifiestamente actualizables y mejorables, proveen titulados de suficiente cualificación para competir en este mercado. De hecho, en algunas carreras universitarias, la formación académica puede ser incluso mayor de la que requiere el mercado. Pero el número de titulados útiles para el sector que cada año producen las

universidades españolas es insuficiente para atender las demandas del mercado, lo que aumenta su precio y hace perder competitividad internacional. La excesiva duración de la mayoría de carreras técnicas, acentuada por injustificados criterios corporativos de selectividad, es la causa principal del déficit de profesionales del sector. Una política universitaria orientada al aumento de una oferta profesional suficientemente cualificada y dinámicamente adaptada a las exigencias de los mercados es una condición necesaria – aunque no suficiente –, para aumentar la participación del sector en la formación de riqueza (2).

Junto con la disposición de una oferta suficiente en cantidad y calidad para trabajar en el hipersector electrónico y de telecomunicaciones, son necesarias políticas activas en materia de I+D e inversiones productivas. Siendo este sector el que destina más recursos, en términos absolutos y relativos, a I+D en España, aún resultan insuficientes para competir internacionalmente. Además de incentivar sería y consistentemente –las políticas sin continuidad apenas sirven para nada–, la I+D de las empresas nacionales, habría que atraer inversiones extranjeras de alto contenido tecnológico. Para lo primero, además de aumentar ciertas dotaciones presupuestarias del Estado, es fundamental que su reparto tenga continuidad y no se disperse en múltiples iniciativas, muchas de ellas sin sentido. Pero en una economía abierta, la mejor y más productiva manera de impulsar la I+D es la disposición de cuantiosos recursos de capital-riesgo, que en España son prácticamente inexistentes. No debería ser muy difícil fomentar con políticas ad hoc la proliferación de estas fuentes de recursos, para garantizar que las iniciativas tecnológicas, sobre todo de las pequeñas nuevas empresas formadas por jóvenes, pudieran desarrollarse. De este modo, además de impulsar el desarrollo tecnológico español –la mejor manera de crear riqueza–, se estaría propiciando la creación de



empresas, empleo y, por tanto, riqueza. Si se analizara con cuidado el destino de los fondos públicos españoles a I+D se observaría que a su improductiva dispersión se le une una paradójica imputación: se le da más a quien más tiene, porque prevalece la solvencia y dimensión del receptor frente al genuino interés tecnológico de los proyectos y sus potenciales economías externas.

Además de cultivar la producción de talentos profesionales y las iniciativas y proyectos tecnológicamente innovadores, que constituyen la savia del árbol electrónico, es necesario y posible atraer inversiones extranjeras que además de fabricar productos electrónicos se comprometan en nuevos desarrollos tecnológicos, constituyendo verdaderos centros internacionales de competencia. Tres factores, además de la voluntad y la acción política, coadyuvan para alcanzar tales fines: un mercado interior de dimensión y pujanza suficientes, facilidades logísticas para la implantación de este tipo de industrias y una oferta

profesional suficiente y cualificada. Puesto que este último factor ha sido tratado, quedan por analizar los otros dos.

Por dimensión, el mercado español, ya se ha dicho, se encuentra entre los primeros diez del mundo. Si se añade la expansión exterior en materia de servicios de telecomunicaciones, España puede estar situada entre el 5º y el 7º puesto del mercado mundial. Contando con una evolución económica caracterizada por un crecimiento sostenido y estable, por encima de la media europea, en un marco de equilibrio presupuestario y de balanza de pagos, las condiciones de partida resultan inmejorables. Ningún país del mundo presenta un déficit comercial tan atractivo para la inversión. En cuanto a facilidades logísticas, aun siendo España un país relativamente periférico en la Unión Europea, puesto que el peso de los productos electrónicos –cada vez tienen más contenido intangible–, no es su principal atributo, las localizaciones industriales no están en desventaja con respecto a otros países. Es mucho más importante, y en algunos casos decisivo, la disposición de un “ambiente industrial” adecuado; la industria electrónica tiende cada vez más a instalarse donde hay otras, como muy bien han estudiado CASTELLS y HALL (1994) y ARTHUR (1994). Un tejido industrial auxiliar próximo, tecnológica y físicamente, y una cierta tradición de implantaciones de éxito, son factores cada vez más importantes para captar inversiones en este sector. En ambos casos la experiencia histórica española es suficientemente contundente, aunque no haya sido interpretada ni utilizada hasta ahora suficientemente por la política industrial –prácticamente inexistente– española.

En última instancia, tal y como ha demostrado ARTHUR (1994), las implantaciones industriales cada vez se alejan más de su original racionalidad económica –ampliamente tratada en la literatura de las localizaciones industriales–, para seguir pautas de naturaleza biológica. A los factores anteriores sería preciso añadir uno crucial y seguramente determinante en muchos casos, cual es la voluntad política de los gobiernos

de atraer este tipo de inversiones, seguida de actuaciones coherentes, consistentes y operativas. Sin ellas es cada vez más difícil progresar en este ámbito.

En electrónica de consumo y telecomunicaciones España ha demostrado históricamente su competitividad internacional. En el primer caso, porque la balanza comercial está prácticamente equilibrada, constituyendo la comarca del Vallés en Barcelona una de las primeras –si no la primera–, región industrial europea en dicha especialidad. En telecomunicaciones, después de una larga tradición de equilibrio comercial y de continuados

éxitos de implantaciones industriales, las importaciones, sobre todo de telefonía móvil, están provocando un creciente e injustificado déficit en un sector de probada competitividad exterior. Sólo el desinterés político puede justificar tal deterioro, que aún se está a tiempo de corregir.

Suponer que el destino industrial de un país sólo está predeterminado por la lógica económica de la libre competencia en el mercado, además de ser un planteamiento ingenuo que no se han permitido nunca los países líderes industriales, es un argumento teórico que, no resistiendo el más mínimo contraste con la realidad, se puede considerar conceptualmente obsoleto desde la óptica de las nuevas teorías económicas evolucionistas y fuera de lugar en la nueva economía.

## **Cultura e innovación**

NATHAN ROENBERG (1994), explorando la “caja negra” de la tecnología, considera que la historia del capitalismo ha incorporado un creciente número de instituciones relacionadas con la innovación; todas ellas para facilitar el compromiso de crecientes recursos en I+D.

Entre las más importantes cita:

- La limitación de las responsabilidades societarias.
- La emergencia de mercados financieros.
- El establecimiento de las bolsas de valores.
- El aseguramiento de los riesgos.
- La definición de obligaciones contractuales.

Gracias a dichas instituciones el capitalismo legitimó la innovación, siempre que fuera es capaz de pasar el examen del mercado.

Ninguna nación avanzada ha dejado de institucionalizar, de un modo u otro, la innovación; hasta el punto de que la innovación se ha convertido en la religión industrial de las postrimerías del siglo XX. Las nuevas ideas viajan por el ciberespacio con la tácita vocación de cuestionar las anteriores, recreando con carácter universal el ya citado y clásico concepto schumpeteriano de la destrucción creativa, sin que las fronteras de la tradición innovadora ni la dimensión económica puedan cercenarlas.

Joe Mokyr (1990), como ya se señaló anteriormente, en su libro *La palanca de la riqueza*, sostiene la fundada tesis de que la creatividad tecnológica determina, históricamente, el progreso económico. Ante la pregunta de por qué el crecimiento económico schumpeteriano se da en unas sociedades y en otras no, el autor, después de distinguir entre invención, –que depende de factores que determinan la conducta individual–, e innovación, –que exige la interacción con otros individuos–, establece tres condiciones para que una sociedad sea tecnológicamente creativa.

Una cultura innovadora requiere la interacción del innovador con un entorno humano formado por competidores, clientes, proveedores, administraciones públicas, vecinos y quizás, incluso –ironiza Mokyr– el sacerdote. En primer lugar es básico contar con un conjunto de innovadores ingeniosos y con recursos que estén dispuestos y sean capaces de enfrentarse a la realidad previa, para mejorarla. En segundo lugar, las instituciones económicas y sociales tienen que estimular a los innovadores mediante una adecuada estructura de incentivos. Por último, la innovación requiere diversidad y tolerancia para vencer las fuerzas que protegen el status quo. Al respecto, sostiene Mokyr que las fuerzas que se oponen al progreso tecnológico han sido superiores a las que favorecen los cambios, hasta el punto de que la historia de los avances tecnológicos es más una historia de excepciones que de normalidad.

Mihaly Csikszentmihaly (1997), por su parte, otorga gran importancia al medio ambiente o cultura innovadora, tomando como ejemplo la Italia renacentista. Para este autor la creatividad no puede separarse de su reconocimiento social. La desgraciada frase española “que inventen ellos” no puede ser más antagónica de la aceptación social del progreso tecnológico.

Estudiando las circunstancias sociales que determinaron el Renacimiento, Csikszentmihaly establece las bases de la expansión de la creatividad: en primera instancia, las condiciones innatas del ser humano para la innovación; en segundo lugar, el conocimiento técnico del medio; y en último, pero no menos importante lugar, la receptividad de la sociedad hacia lo nuevo. El ser humano, a diferencia de los chimpancés, con quienes compartimos un 98% de genes, ironiza Csikszentmihaly, es esencialmente creativo. La actitud creativa debe estar revestida de un rasgo de carácter: la vehemencia y el coraje de seguir adelante. Raro es el proceso creativo que no encuentra obstáculos de todo tipo en su camino. Desde los institucionales, que tan bien reflejara T. Khun (1997) en su *La estructura de las revoluciones científicas*, hasta los

económicos, –no siempre se encuentran los medios necesarios–, los competitivos y los intrínsecos al problemático nacimiento de toda nueva “criatura”, que

tarda en conformarse y no suele responder desde el principio a las expectativas creadas. Se podría decir que la creatividad requiere una actitud teleológica junto con una cierta práctica de la virtud de la fe, que se realimentan positivamente por el éxito.

La escuela, la universidad y el trabajo dotan al hombre de conocimientos que, además de permitirle el dominio de campos específicos de saber, le sitúan potencialmente al borde de la creación. Las anteriores condiciones son típicas de cualquier país desarrollado y, sin embargo, hay notables diferencias entre ellos en cuanto a resultados innovadores. La razón esencial de la diferencia entre países innovadores es, por tanto, de carácter cultural e institucional que, dadas sus raíces históricas, no es fácil cambiar en poco tiempo.

España, tanto desde un punto de vista histórico, con algunas excepciones insuficientemente valoradas, como desde una visión actual, que cabría asociar al índice de esfuerzo nacional en innovación comparado con el PIB, no ha sido ni es un país innovador.

“Mientras el gesto tecnológico español –como si aun siguiera la maldición unamoniada del “que inventen ellos” –no alcance ni la mitad del promedio europeo, difícilmente podrá aspirarse a una convergencia real”, sostienen José Luis García Delgado y Juan Carlos Jiménez en su obra “Un Siglo de España” (1999).

Pero nuestro país no debe amilanarse ni resignarse por ello. Otros países más adelantados en esta materia han tenido y seguramente tienen casos negros en su historia. Marconi tuvo que emigrar desde Italia a la Inglaterra victoriana para llevar adelante su programa innovador –la invención y comercialización de la radio–, y A.G. Bell –inventor de teléfono–, tuvo que marcharse con su familia a Canadá para desplegar toda la inventiva que le negaba a su vez su país de origen, Inglaterra.

JARED DIAMOND (1998) reflexiona sobre las causas del progreso de la humanidad entre las que, a su juicio, prevalece el medio ambiente; sostiene que el desarrollo y la recepción de la innovación varían enormemente entre sociedades de un mismo continente y cambian además con el tiempo dentro de una misma sociedad. Este supuesto histórico tiene un profundo significado: el destino de un país no está escrito, lo construyen día a día sus habitantes.

Hoy, por fortuna, la economía global que vivimos, merced al extraordinario progreso del transporte y las telecomunicaciones, hace fluir por Internet toda suerte de novedades que permeabilizan la sociedad y permiten al innovador conectar bidireccionalmente con un mundo sin fronteras lleno de posibilidades.

En esta nueva era y cuando, por fin, todas las instituciones políticas, económicas y sociales españolas aceptan progresivamente la innovación como un signo de nuestro tiempo, es cuestión de encontrar vías que den cauce al potencial innovador de que disponemos –que seguramente no será inferior al de otros países–, para dar un salto adelante en la dirección del progreso tecnológico económico y social.

A principios de la década de los ochenta, después de salir de la transición política que normalizó nuestro país, hubo una cierta preocupación pública por la innovación en España. Fruto de esta preocupación fueron diversas instituciones que cumplieron un papel alentador, apalancando la innovación en nuestro país y empujando hacia arriba, como no había sucedido hasta entonces, el esfuerzo nacional en I + D, como ponen de manifiesto los estudios al respecto. En la década de los noventa se abandonó, sin explicación, el voluntarismo político de los años anteriores, decayendo el esfuerzo innovador –que estaba en vías de acercarse al europeo– hasta los niveles preocupantes de ahora.

La cultura innovadora no consiste en meras instituciones legales ni económicas. Tiene un profundo trasfondo social que es preciso remover e impulsar y que precisa continuidad y vehemencia. Quizás la nota más significativa para que el impulso innovador de nuestra sociedad llegue más lejos y nos aproxime de verdad a los países de referencia, sea la de la coherencia.

En la medida en que la sociedad española se ha integrado en el mundo global que habitamos, el hecho innovador cada vez es más positivamente asumido, de manera que quizás no haga falta hacer nada para que nuestra mentalidad colectiva –antaño tradicional y conservadora– se sitúe al nivel del de otras sociedades.

Es necesario, sin embargo, además de contar con una sociedad cada vez más abierta al cambio, seguir esforzándonos en la educación y la formación profesional continuas, dotarnos de instituciones económicas favorables a la innovación –tratamiento fiscal, capital riesgo, registro de patentes–, y sobre todo articular un sistema coherente de medios y objetivos, para que todo quehacer innovador encuentre por doquier facilidades, no sólo económicas, también políticas y sociales.

Al respecto, se sigue echando en falta en nuestro país: respeto y reconocimiento social a los innovadores; políticas industriales que además de fomentar la innovación protejan a las instituciones innovadoras de diluciones sin sentido; atención singular al pequeño innovador; apoyo a la proyección exterior de las novedades; facilidades administrativas y laborales para las empresas innovadoras; y apoyo a la creación de valor añadido nacional competitivo.

Algunos ejemplos pueden servir para ilustrar las insuficiencias e incoherencias del sistema innovador español.

Es excepcional que los foros que tratan de impulsar el fenómeno innovador cuenten entre sus miembros –ni siquiera se trata de que sean, como debieran ser, los más importantes– a los verdaderos creadores. Las superestructuras económicas y políticas los dominan, sin que las tecnoestructuras responsables de los genuinos hechos innovadores aparezcan por ningún sitio.

Los responsables de la política industrial que fomentan institucionalmente la innovación, son los mismos que luego permanecen pasivos o incluso impulsan la venta de activos innovadores o la injustificada desatención de las propias administraciones públicas a la innovación y el valor añadido nacional competitivo. Son muchos los ejemplos de empresas que alcanzan fuera de nuestro país éxitos tecnológicos que en España no son posibles por razones ajenas a su probada competitividad internacional. En una economía abierta y globalizada, los pequeños innovadores suelen encontrar más problemas a su establecimiento y a su acción exterior que sus competidores.

Las subvenciones públicas a la I+D en España, siendo escasas, están mal orientadas y los resultados de su aplicación, entre desconocidos e inciertos, son más bien de limitado alcance. Entre las principales carencias del sistema español de incentivo a la innovación cabe singularizar tres:

#### **Sometimiento de la innovación a la disciplina administrativa.**

La legislación fiscal en vigor sólo considera I+D objeto de deducción aquélla que fue previamente planificada. Los “inventos a deshora administrativa” –la mayoría en la práctica– no se consideran tales por Hacienda.

Los programas de subvención “abren la ventanilla” en períodos inciertos y extraños a la actividad empresarial, no cuando surge la necesidad de la innovación, que normalmente la impone el mercado y la creatividad humana; además, para lograr ayudas fiscales y financieras suele ser más importante la capacidad de “rellenar papeles” que la de inventar.

#### **Financiación pública sin riesgo.**

El mejor modo de evitar el riesgo de devolución de los recursos financieros públicos dedicados a la I+D es obtener garantías financieras al respecto. De este modo el dinero público termina yendo a los proyectos de I+D de los agentes económicos más solventes –fundamentalmente grandes empresas multinacionales–, en vez de a los más atrevidos y mejores, pero presentados por pequeñas empresas de limitada solvencia financiera.

El capital riesgo apenas si invierte en España en proyectos de inversión de verdadero calado tecnológico cuyo periodo de maduración vaya más allá de un par de años. La legislación en vigor para nada incentiva prácticas diferentes, más relacionadas con la verdadera I+D.

### **Dispersión y discontinuidad.**

El muy limitado esfuerzo financiero público español dedicado a la innovación, suele distribuirse tanto, que al final no contribuye seriamente al impulso de la I+D, por su insuficiencia individual, y es más costoso de administrar por la atomización de sus aplicaciones.

Los proyectos de I+D con un horizonte temporal relativamente largo, carecen de perspectivas de continuidad si se amparan en las ayudas públicas, discontinuas por naturaleza.

En economía global, en la que Internet permite pensar a lo grande siendo pequeño; disponiendo de una abundante oferta de profesionales universitarios de muy alta preparación y una proliferación de vocaciones empresariales –nunca acontecida– como la que disfruta hoy España, llama la atención que no se consiga brindar verdadero y suficiente cobijo y apoyo a tantas buenas ideas y prometedores proyectos de alto contenido tecnológico como nacen hoy.

Los viejos instrumentos –de la vieja economía–, no habiendo servido demasiado en el pasado para impulsar la I+D en nuestro país, hoy resultan poco útiles para estimular las empresas tecnológicas de la “nueva economía”. El nuevo desafío no es tanto una cuestión de medios, que también, como de perspicacia política para captar, cobijar y apoyar como se merezcan, las nuevas iniciativas empresariales verdaderamente innovadoras de contenido tecnológico avanzado.

Ante las insuficiencias y circunstancias descritas, no sería difícil reorientar la política pública de innovación hacia horizontes más posibilistas. Con carácter más enumerativo que exhaustivo, se señalan a continuación algunas ideas al respecto:

1. Dotación presupuestaria consistente en el tiempo, incluida la financiación pública y la deducción fiscal, equivalente –al menos–, en términos relativos a la media de la Unión Europea.
2. Política de compras públicas orientada a la innovación nacional competitiva; lo contrario de la práctica habitual.
3. Facilidades de todo tipo para la creación y desarrollo de empresas genuinamente innovadoras; en particular las creadas por jóvenes universitarios.
4. Incorporación de verdaderos expertos en I+D en todas las instancias públicas decisorias en materia de innovación; su ausencia, por ahora, es casi total.

5. Establecimiento de mecanismos de reconocimiento social de los hechos y las personas innovadoras a través de los medios públicos de comunicación.
6. Legislación ad-hoc acerca del capital riesgo verdaderamente vinculado con la innovación tecnológica; bonificación casi total de las plusvalías de las personas físicas y sociedades de todo tipo por inversiones en nuevas empresas de contenido tecnológico innovador.

## La intervención gubernamental

Robert Hodgson (1995) plantea, refiriéndose al Reino Unido y al pensamiento económico de Friedrick Hayek, la paradoja de que una mayor liberalización de los mercados –y en particular el de las telecomunicaciones– genera mayor intervención gubernamental. Hoy todos los agentes que operan en este mercado son conscientes de ello y los gobiernos también. La proliferación de normas y de intervenciones gubernativas en la economía interconectada está en clara expansión.

Con la desaparición de los monopolios y en una época de extraordinaria fertilidad en materia de innovación tecnológica, la intervención gubernamental se ha convertido en una clave esencial para el desarrollo de los mercados, que puede jugar a favor y en contra de éstos.

Desde la lógica económica, todo indica que los gobiernos debieran dedicarse, sólo, a controlar que los monopolios no erosionasen la libre competencia, dejando a las fuerzas del mercado operar con libertad. Puesto que la innovación tecnológica es la verdadera palanca de la creación de la riqueza (Mokyr 1990 y JONES 1998), cualquier política debiera favorecer y animar, por encima de otras consideraciones, su desarrollo.

¿Cómo deberían responder los países frente a una economía crecientemente afectada, en muchos sectores, por los rendimientos crecientes? Los subsidios son improductivos para sectores caracterizados por rendimientos crecientes. Por lo contrario, todo lo que sirva para animar la I+D fortalece a los sectores que disfrutan de rendimientos crecientes. Desde esta perspectiva, cada vez más tratadistas de este hecho ponen de manifiesto que, ante la disyuntiva: monopolio-innovación, el segundo concepto es, económicamente, más relevante que el primero.

Gary Becker (2000) se planteaba en *Business Week* qué es mejor: si una oferta innovadora de productos de alta calidad y bajo precio proporcionada por un solo oferente en el mercado, o una situación caracterizada por una pluralidad de oferentes de productos menos innovadores y más caros.

La lógica económica de las tecnologías de la información no responde a las reglas convencionales del mercado, porque su desarrollo tiene un coste inicialmente muy alto, mientras que el coste de producción es cada vez más bajo, gracias a los rendimientos crecientes de una economía interconectada. De ahí que una gran parte de los productos de más éxito en el mercado provengan de ofertas que lo dominan casi monopolísticamente.



Una activa política disuasoria de estas realidades económicas, sustentada sólo en principios ideológicos propios de otro tiempo, puede ser perjudicial para el desarrollo de la nueva economía. Si una empresa no puede recuperar su inversión en I+D mediante la protección de su invención, no estará incentivada a investigar; pero la protección de una invención conlleva un derecho exclusivo de su explotación que privilegia en el mercado a su propietario.

¿Qué debe hacer un Gobierno en tales circunstancias? No promover la competencia en precios —que desaliente la innovación—, sino en innovación. Para ello, lo mejor, según la nueva literatura económica, no es tanto la subvención como la compra pública (SALA-i-MARTIN, 2000).

Tal y como se desarrolló anteriormente, en la nueva economía, los bienes intangibles cada vez cobran más peso, y dado que cuesta mucho desarrollarlos y muy poco reproducirlos, tienen una lógica de comportamiento distinta a la de los bienes físicos de la economía

tradicional. Por otra parte, en una economía interconectada por las redes de telecomunicaciones, los bienes que son producidos, utilizados y difundidos a través de éstas

se benefician de crecimientos exponenciales según la ley de Metcalfe, que posibilitan liderazgos cuasi-monopolísticos del mercado.

Una activa política disuasoria de estas realidades económicas, sustentada sólo en principios ideológicos propios de otro tiempo, puede ser perjudicial para el desarrollo de la nueva economía.

Los interventores del teléfono, aquellos que luego lo expandieron a una extraordinaria velocidad mediante un modelo monopolista que se limitó con éxito en otros países, para más tarde, un siglo después, afrontar un cambio radical en las reglas de juego del mercado; es decir, los Estados Unidos, pioneros de tantas cosas, comienzan a dudar, a la vista de los resultados, de su política desreguladora.

Los beneficios del sector han desaparecido junto con la caída de precios de los servicios. Al menos una docena de nuevos operadores han terminado suspendiendo pagos. La competencia en el mercado prácticamente no existe; los rivales de las “Baby Bell”, —el antiguo monopolio hoy fragmentado—, apenas sí controlan el 8,5% del mercado de líneas locales. En larga distancia, una buena parte de los nuevos operadores han desaparecido del mercado; y la banda ancha es todavía un sueño para la mayoría (95%) de los norteamericanos.

Mientras tanto el estado del sector es “el peor de todos los posibles”, según Larry Irving, el principal asesor de Clinton en materia de telecomunicaciones.

Cinco años después de “The Telecom Act” que abrió las puertas a la liberación del mercado norteamericano, las “Baby Bell”, según la FCC –Federal Communication Comission–, todavía controlan el 96% de las líneas residenciales. La razón de ello es bien simple; los precios son tan bajos que no es posible obtener beneficios. Y los precios son bajos porque AT & T se comprometió, allá por los años cuarenta del pasado siglo, a incentivar la penetración telefónica de los hogares, subsidiando el servicio local con mayores precios para la larga distancia y las líneas empresariales. El sistema de precios apenas sí ha cambiado desde entonces; del orden de un 70% de las líneas telefónicas residenciales están todavía subsidiadas en el entorno de 3 a 15 dólares por mes. En New York, por ejemplo, el servicio telefónico local residencial cuesta 6,11\$ por mes frente a los 15,74\$ de las líneas empresariales.

William E. Kenard ex presidente de la FCC sostiene al respecto que “uno de los más oscuros secretos de América es que la mayoría de la gente paga menos por el servicio telefónico local de lo que cuesta proveerlo”. Un mercado basado en precios falsos, es decir, por debajo de los costes, es imposible que anime una verdadera competencia. Si no hay competencia, no

hay crecimiento de la inversión y sin ella no se anima la demanda, ni la innovación que permiten mejorar la productividad y bajar de verdad los costes y luego los precios.

La inicial y casi explosiva proliferación de agentes en el mercado y las promesas inversoras que siguieron a la liberalización pronto declinaron. De hecho, apenas sí se han construido redes alternativas; el mercado tiende a enrocarse y concentrarse; y la innovación tecnológica, cada vez menos valorada por los mercados financieros, está decayendo.

NATHAN ROSENBERG (1994) ya anticipaba hace unos años que “puesto que las ventanas de oportunidad en telecomunicaciones son usualmente observables a posteriori, las autoridades no deberían tener demasiada confianza en dirigir apriorísticamente el sector”; y añadía, además, una grave preocupación: ¿Será algún día compensada la desaparición de los “Bell Laboratories” con otros logros mayores provenientes del nuevo mercado liberalizado? La respuesta, aunque todavía en el aire, cuando llegue no parece que pueda ser positiva.

A la vista de los insatisfactorios resultados de la liberalización del mercado de telecomunicaciones, aquellos países que antes y mejor rectifiquen sus políticas gozarán de ventajas competitivas que resultarán esenciales para apalancar ciclos de crecimiento sanos y sostenibles.

El método de la prueba y el error arraigado en el ámbito de la investigación y extendido a todas las formas de creatividad humana, desde el arte a la empresa, debe formar parte de la política, sobre todo en tiempos de incertidumbre.

Siendo el sector de las telecomunicaciones uno de los más específicamente intervenidos por los gobiernos, a la luz de las experiencias habidas sería recomendable considerar que:

- Las telecomunicaciones se han convertido en el eje de la nueva economía y del crecimiento económico. Sus economías externas, incluida la mejora de la productividad de los demás sectores económicos y su contribución a la reducción de la inflación; las posibilidades que brinda de obtener rendimientos crecientes; y su ya importante y creciente contribución a la formación del PIB, determinan que su desarrollo resulte capital para la economía nacional.
- Las prisas y las imprudencias en la regulación y la competencia de un sector tan clave para el desarrollo económico han demostrado conseguir lo contrario de lo que se perseguía.
  
- Parece razonable asumir, como objetivos de la regulación del sector: la máxima extensión, modernización y calidad de las redes, así como los precios más baratos posibles; lo que exige inversiones que, en la medida en que produzcan dentro del país, engendran riqueza y empleo.
- Pretender el logro de los citados objetivos forzando la introducción, sin más, de la libre competencia en el mercado; ignorando la naturaleza y estructura tecnológica del sector es, simplemente, inconsistente. Los medios utilizados y los fines perseguidos serían incongruentes.
- Como está cumplidamente demostrado, en la economía basada en las redes, no siempre una mayor competencia en el mercado procura precios menores ni mayor calidad, sino más bien lo contrario. La teoría económica convencional debe adaptarse aquí a la realidad, si se quieren lograr resultados económicos positivos.
- Los concursos para la adjudicación de licencias de telefonía móvil llevados a cabo hasta ahora se han revelado muy superiores a las posibles subastas practicadas en algunos países y que defienden algunos teóricos, si se atiende a los resultados reales obtenidos.
- Las teorías económicas no pueden ponerse en práctica sin más; afectan a un cuerpo económico y social que es preciso conocer en profundidad antes de implantar medidas que pueden terminar ocasionando consecuencias paradójicas.

Desde una perspectiva mucho más amplia, parece evidente que la mundialización de la sociedad de la información, fruto de la desregulación de los mercados, plantea a su vez nuevos desafíos regulatorios. La distancia que antaño determinaba el coste de una llamada telefónica se está volviendo irrelevante. Según el Banco Mundial, una llamada

telefónica cuesta ahora un 1,5% –casi 70 veces menos– de lo que costaba hace 60 años, y para el año 2010 se estima que su coste habrá disminuido en otros dos tercios.

La nueva era económica basada en las nuevas telecomunicaciones se plantea y debe resolver numerosos nuevos problemas entre los que cabe citar:

- La fiscalidad indirecta del comercio electrónico, en particular aquél que no pase por aduanas, sino cuyo contenido se transporta por la propia red de telecomunicaciones.
- Los conflictos jurisdiccionales entre Estados como consecuencia del crecimiento del tráfico comercial vía Internet.
- Los litigios en materia del trabajo transfronterizo, que se ocasionarán por la movilidad “virtual “ de los recursos humanos, que darán lugar a un mercado laboral más global. ¿Qué legislación se debe aplicar a las relaciones laborales de un teletrabajador residente en un país que trabaja para una empresa ubicada en otro?
- La propiedad intelectual y la protección de los derechos de autor entre países sometidos a diferentes regulaciones.
- La protección de datos, el derecho de marcas, la seguridad y autenticación y la protección de los consumidores son otras tantas cuestiones cuya armonización se hará inevitable.
- Por último, las cláusulas contractuales del comercio electrónico, la delincuencia de alta tecnología y el contenido nocivo o ilícito del nuevo tráfico electrónico demandarán regulaciones internacionales y seguramente instituciones que controlen el cumplimiento de las nuevas reglas de juego de la sociedad de la información.

Internet, por su parte, plantea un incremento de la competencia fiscal entre economías, así como una cierta tendencia hacia una reducción de impuestos sobre ventas y beneficios de las empresas. Mucho tendrán que ingeniárselas los gobiernos para evitar que Internet, de un modo u otro, reduzca la presión fiscal, o al menos evite su incremento, ya que:

- Los impuestos indirectos sobre ventas a través de Internet son muy difíciles de cobrar;
- Internet aumenta la movilidad de cierto tipo de empresas y profesionales, que tienden a localizarse fiscalmente en lugares de menor presión fiscal; y
- los sujetos pasivos sustitutos de los contribuyentes, que tan importante papel recaudador indirecto tienen hoy en una economía interconectada entre los más diversos sistemas fiscales, serán difícilmente sostenibles en crecientes ámbitos de la nueva economía.

## **El servicio universal**

Es impensable que ningún país pueda progresar en el futuro sin estar debidamente interconectado económica y socialmente; por tanto, sin contar con redes de telecomunicaciones apropiadas. El llamado “servicio universal” se convierte así en un objetivo esencial, cuyo logro no puede dejar de preocupar a todos los gobiernos. El servicio universal (4) de telecomunicaciones, como la alfabetización en el pasado, será un factor decisivo para el desarrollo económico y social.

La universalización del servicio de telecomunicaciones ha venido siendo una ambición política, inicialmente asociada a la concesión de la explotación de los servicios en régimen de monopolio y ahora, con la liberalización de los mercados, a la posición dominante de los operadores incumbentes.

En la Unión Europea el servicio universal formó parte de las obligaciones regulatorias de los gobiernos de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión en los albores del proceso liberalizador. En Estados Unidos, sin embargo, este concepto apenas si forma parte de la vida sociopolítica de las telecomunicaciones. Ambas posiciones, la europea y la norteamericana, tienen sus razones de ser. Mientras que en EE.UU. la penetración de los servicios de telecomunicaciones –gracias a una activa y exitosa política de incentivación en los años 40 del siglo XX– hace ya bastante tiempo que alcanzó la práctica saturación –más de 60 líneas por 100 habitantes–, en la UE no sucede así; frente a los países nórdicos y centroeuropeos que se sitúan a nivel norteamericano, los países mediterráneos todavía distan de alcanzar un nivel equivalente.

Las razones que históricamente justificaban el objetivo de un servicio universal de telecomunicaciones se han visto incrementadas por la lógica de una nueva economía interconectada tal y como se explicó en el Capítulo I.

Para quienes sostienen que carece de sentido económico la defensa del servicio universal, los argumentos que utilizan son del tipo:

- Desde una visión histórica, porque su financiación se basa en la subvención cruzada entre servicios –los de larga distancia sufragan los de corta distancia–, y desde una perspectiva actual, la de una economía en red, porque las externalidades económicas también se producen en otros ámbitos –fax, videos– que suministrados por el sector privado no están sujetos a una regulación equivalente.
- Las áreas rurales, que merced a un servicio universal subvencionado por los sobrepagos de las llamadas de larga distancia –más propias del mundo empresarial–, se benefician de precios relativamente más baratos –en relación con los costes–, disfrutan de otras ventajas: casas más baratas, más seguridad, medio ambiente mejor, etc. que no justifican privilegios añadidos.
- Los argumentos que niegan la posibilidad de subvenciones cruzadas, más allá de su consistencia teórica, se enfrentan a una realidad por la que ha pasado, prácticamente, en todo tiempo y lugar, toda creación de infraestructuras

económicas. Podríamos preguntarnos si las cosas hubiesen ido mejor de otro modo; pero en el caso de las telecomunicaciones ya es demasiado tarde.

En cuanto a las economías externas que proporcionan también el fax y otros productos conectados a las redes y que son provistos libremente por el mercado, su comparación con el servicio universal ignora que se trata de conceptos diferentes, ya que mientras que el servicio universal es claramente una infraestructura –que puede soportar múltiples

aplicaciones distintas, incluidos los faxes–, los videos y otros productos equivalentes asociados a las redes son meras facilidades asociadas a las posibilidades de las redes o infraestructuras.

Por otra parte, el planteamiento relativo a la ubicación de la población se basa en dos supuestos muy discutibles: que la gente elige libremente vivir en el medio rural y que en las grandes urbes las economías externas son todas negativas.

Nada más lejos de la realidad. Si bien es cierto que en materia de vivienda y cierta calidad de vida las áreas rurales se ven beneficiadas de precios menores, en las grandes urbes el acceso a la educación y la salud es menos costoso para los ciudadanos. Este segundo hecho, debido a la dimensión del mercado, pero también a la intervención gubernamental, es posiblemente más importante en términos económicos que el primero.

En todo caso, quienes argumentan en contra del servicio universal sobre la base de la no intromisión gubernamental en aquellos ámbitos que el mercado puede proveer libremente, no pueden ignorar una realidad histórica que, sin excepción, se encuentra trufada de intervenciones distorsionadoras de una quimérica realidad que nunca ha existido.

En todo caso, la discusión histórica acerca de la conveniencia o no de favorecer el servicio universal carece de sentido hoy. No existe ni un solo país desarrollado que haya alcanzado la saturación telefónica sin intervención, directa o indirecta, gubernamental. ¿Tiene sentido probar ahora recetas nuevas, en contra de la tradición histórica obviamente ganadora, cuando las redes se han convertido en las infraestructuras decisivas del porvenir de las naciones?

Con la evolución tecnológica y la existencia de redes alternativas, como la telefonía móvil, que han aumentado considerablemente la penetración social de los servicios de telecomunicaciones, hay quienes se plantean la obsolescencia del servicio universal. Esta posición parte de una visión irreal de las redes, que se consideran sustitutivas y no complementarias, como realmente son.

Las redes radioeléctricas, en especial las móviles, son un logro tecnológico, económico y social de indudable alcance histórico; pero no sustituyen totalmente, sino que complementan parcialmente, las fijas de cable. El ancho de banda y por tanto la velocidad de transmisión de las redes fijas permite prestaciones, incluida la conexión y navegación

por Internet, que no es económico (en tiempo y dinero) lograr con las tecnologías radio, por muy avanzadas que éstas sean.

En todo caso, las redes fijas de cable son esenciales para que las demás redes, en especial Internet y las telecomunicaciones móviles, puedan cumplir sus funciones. Sin las redes fijas actuales y futuras, Internet simplemente no existiría y la telefonía móvil tendría un alcance ridículamente pequeño.

Puesto que, como se planteó anteriormente según la ley de Metcalfe, el valor de las redes crece al cuadrado del número de sus integrantes y la extensión y facilidades tecnológicas que éstas ofrecen están posibilitando una economía interconectada determinante de la nueva riqueza de las naciones, parece razonable que la penetración social de las redes, sobre todo fijas, sea una seria preocupación política de los gobiernos.

Llegados a este punto, cabe preguntarse por qué en algunos países, entre ellos España, la penetración social de la telefonía móvil ha superado la fija, y si, en tales circunstancias, tiene sentido seguir preocupados por la universalización del servicio.

Siendo, como es, más cara la telefonía móvil que la fija, ¿cómo se explica que aquella, en apenas una década, haya superado a ésta después de un siglo de existencia? Además de algunas razones sociológicas, que no es el caso analizar aquí, el fenómeno descrito tiene que ver con dos factores decisivos para el comportamiento del consumidor:

- Mientras que en telefonía fija la cuota de conexión es alta –equivalente a varios meses de consumo–, en telefonía móvil está subvencionada; no solamente no le cuesta nada al usuario, sino que recibe estímulos para incorporarse a la red. Así, frente a una alta barrera de entrada en el mercado de telefonía fija, en telefonía móvil el usuario recibe un premio anticipado (un terminal gratis) que le induce casi literalmente a utilizar dicho servicio.
- La promoción comercial de la telefonía móvil, vía todo tipo de campañas publicitarias y otros argumentos de la más variada índole, de cuya importancia da cuenta su liderazgo inversor en publicidad, contrasta con la muy limitada actividad comercial de la telefonía fija, incomparablemente menor que en aquella.

Siendo los precios de la telefonía móvil más caros que la fija ¿cómo se explica el éxito de aquella frente a esta? Las razones que explican esta aparente paradoja económica son dos: por una parte, la movilidad es una facilidad tecnológica muy apreciada socialmente y por tanto muy valorada económicamente; y de otra, la agresiva política comercial llevada a cabo en un mercado de limitada competencia, ha trasladado renta disponible hacia nuevos usos sociales.

Para constatar este último argumento basta verificar que los países –EE.UU. en los años 40 y Francia en los 70 del siglo XX– que apostaron deliberadamente por aumentar la penetración telefónica lo corrigieron sin necesidad de bajar especialmente los precios.

La competencia en el mercado y la libertad de fijación de precios –los gastos promocionales no son sino descuentos en los precios–, son dos razones que explican el divergente comportamiento de los operadores de telefonía móvil y fija. En el mercado de telefonía fija, la ausencia de competencia en el bucle local –ámbito en el que se decide el nivel de penetración de las telecomunicaciones en un país– se ha visto acompañada por una distorsión histórica de precios, que aún permanece, junto con la intervención administrativa de los mismos.

Una intervención que lejos de orientarse al desarrollo integral del sector: universalización, proliferación y calidad de los servicios, competencia en redes y precios, y valor añadido nacional al desarrollo tecnológico e industrial, se ha venido basando exclusivamente en el impacto en la tasa de inflación, sobre la base de un cálculo erróneo de la misma, de los precios de algunos servicios; ni siquiera todos.

“El acceso universal a Internet no resolverá todos los problemas sociales, pero será un gran paso en la dirección correcta”, sostiene Freeman J. Dyson (2000). Las telecomunicaciones, además de infraestructuras que soportan los tejidos productivos de la economía, se han convertido en el sistema que entreteje e interconecta operativamente todo tipo de organizaciones, instituciones, servicios, productos, personas y objetos de la más variada especie. Aprovechar las enormes posibilidades que ofrece la nueva economía interconectada exige que toda capacidad potencial de crear riqueza se encuentre materialmente integrada a las redes.

Así, a las más que justificadas razones históricas de la universalización de los servicios de telecomunicaciones, se les añade ahora las de una economía interconectada que augura tantas buenas oportunidades a quienes estén conectados a ella como marginación económica y quizás social a quienes sean ajenos a ella.

## **La Sociedad de la Información**

“El reloj, no la máquina de vapor, es la máquina clave de la moderna era ‘industrial’”, sostiene LEWIS MUMFORD (1987) y añade: “El moderno sistema industrial podría prescindir del carbón, del hierro y del vapor más fácilmente que del reloj; el reloj no es



simplemente un medio para mantener la huella de las horas, sino también para la sincronización de las acciones de los hombres”.

Este original e inteligente descubrimiento acerca de la importancia del reloj está alcanzando su plenitud ahora, con el apogeo de la era electrónica y la técnica digital, que basada en la división en el tiempo de las señales de comunicación, ha generado y difundido un nuevo concepto: “la vida asíncrona”. El reloj que posibilitó la sincronización de la vida de los hombres, y con ella del progreso técnico y la civilización que gozamos, es también la base de la asíncrona sociedad de la información que estamos comenzando a vivir.

En la era electrónica, que sucede a la era tipográfica o mecánica, hallamos según Mc LUHAN (1998), “nuevas formas y estructuras de interdependencia humana; siendo Internet –esa forma metacatalítica de la informática y las telecomunicaciones–, la quintaesencia de una interdependencia humana, que siendo oral, no es sin embargo, verbal”.

La proliferación y usos de las tecnologías electrónicas –informática y telecomunicaciones–, ha generado desde hace ya algún tiempo tales expectativas que han determinado un nuevo paradigma social que con el nombre de Sociedad de la Información se está imponiendo en los medios políticos y sociales de los países industriales con extraordinaria fortuna mediática.

La Sociedad de la Información es una gran oportunidad vinculada al supuesto de que la mayoría de la gente se encuentre conectada con sus ordenadores y otros dispositivos electrónicos a las redes de telecomunicaciones, y más específicamente a Internet, para de esta manera intercambiar ecuménicamente información y conocimiento. Esta posibilidad abarca desde la información más elemental a las aplicaciones científicas y profesionales más sofisticadas, pasando por el entretenimiento y la mera comunicación circunstancial.

Esta nueva manera de interrelación social, tal y como se expuso anteriormente, ha sido interpretada por Manuel Castells como Sociedad Red, designando así las nuevas formas que están adquiriendo las relaciones sociales de producción, de consumo, de intercambio, de experiencias y de poder (HIMANEN, 2001).

Una sociedad plenamente interconectada posibilita una igualdad de oportunidades nunca acontecida hasta ahora. El acceso a la información, a la educación en general, a la formación profesional, a la cultura, a la ciencia y al puro entretenimiento, se hace ahora más fácil y barato que nunca.

Los contenidos disponibles en Internet en forma de datos, textos e imágenes, siendo ya enormes, no hacen sino crecer exponencialmente; y quienes están conectados no sólo pueden acceder a toda la información existente sino que además pueden acrecentarla con sus propias aportaciones de manera gratuita o cobrando por ello.

La red es, esencialmente, interactiva; en ella podemos recibir o dar, comprar o vender. Las personas, las empresas y las instituciones pueden utilizar a su conveniencia las propiedades y atributos de la red para lograr sus propósitos, ya sean estos altruistas o egoístas, de orden moral o material, para competir o colaborar, y todo ello dentro de un marco de libertad y responsabilidad individual que potenciará sobremanera las enormes posibilidades creativas del ser humano.

Para acceder a los contenidos de esta nueva Sociedad de la Información es preceptivo estar conectados a la red, disponer de ordenadores, y sobre todo saber utilizarlos debidamente. Para disfrutar de las oportunidades que Internet ofrece por doquier, es preciso afrontar un triple reto: aumentar la penetración social de las redes de telecomunicaciones, difundir el empleo de los ordenadores y educar a la gente en el uso de las nuevas tecnologías.

La sociedad de la Información, de acuerdo con Linus Torvalds, Pekka Himanen y Manuel Castells ha generado una nueva ética. Para Torvalds, la figura central de la nueva sociedad, el “hacker”, usa su ordenador para sobrevivir –una tamtología–, para establecer relaciones sociales y también como entretenimiento (5).

Otra nueva forma de vida ha sugerido a Himanen, casi un siglo después de la famosa formulación sociológica de WEBER (1905), “La ética protestante y el espíritu del Capitalismo”, un especie de paráfrasis de aquella: “The Hacker Ethic and the Spirit of the Information Age”.

Para Himanen, si el capitalismo estaba relacionado con la lógica de la vida monacal, la sociedad de la información encuentra en la Academia de Platón. Frente al concepto disciplinado del trabajo de Weber, Himanen plantea su flexibilización como rasgo esencial de unos nuevos tiempos caracterizados por aumentos de la productividad y riqueza cada vez más sustentados por la actividad humana.

Si Edison, según sostiene WIENER (1993), fue el inventor del laboratorio moderno, Linus Torvalds pasará a la historia como un innovador social: la investigación abierta y colaborativa en red. Para RAYMOND (1996) el laboratorio de Edison será como una catedral, mientras que el Torvalds un bazar.

Los principales valores de la “ética hacker” para Himanen pueden resumirse en tres: pasión por el trabajo desarrollado en libertad; el dinero no es un valor por sí mismo; y una actitud ética hacia la red. CASTELLS (2001) añade como rasgos sobresalientes de la cultura Internet: la búsqueda de la perfección científico-tecnológica y la fe en el progreso sustentado por la tecnología.

Para Castells la tecnología es la dimensión fundamental del cambio, ya que su impacto en la generación y aplicación del conocimiento son los que definen la, por él denominada, “Suwedad Red”.

Las principales características del nuevo paradigma tecnológico, según Castells, son:

- su capacidad autoexpansiva en términos de volumen, complejidad y velocidad.
- sus posibilidades recombinatorias, y
- su flexibilidad distributiva.

Tales rasgos de la Sociedad de la Información, implican una verdadera resolución cultural, ya que, para Castells, “no hay revoluciones tecnológicas sin transformaciones culturales”.

Por último, para FRANCIS FUKUYAMA (1999), “una sociedad basada en la información suele producir más cantidad de dos bienes muy valorados en las democracias modernas: libertad e igualdad. La libertad ha aumentado exponencialmente a través de Internet, y las jerarquías empiezan a desmoronarse”.

La terminación de esta tesis ha coincidido con el fin del ciclo expansivo de EE.UU. que comenzó con la década pasada y una cierta crisis – según los medios de comunicación – de la *nueva economía*; ahora lógicamente acentuada por los lamentables acontecimientos del 11 de septiembre de 2001.

Cuando el paradigma de la *nueva economía* y la relación dialéctica de las TIC con el crecimiento económico pueden estar siendo minusvaloradas por el pensamiento económico tradicional, hay que reivindicar de nuevo – su sombra es verdaderamente alargada – la figura de Shumpeter, quien en sus obras “Capitalismo, socialismo y democracia” y “El ciclo económico” sitúa la innovación tecnológica en el centro, tanto de la inestabilidad de la economía como del crecimiento económico; así como en la discrepancia de un claro movimiento causal entre las fluctuaciones en la innovación, la inversión y los ciclos de crecimiento.

A lo largo de toda la tesis, la *nueva economía* ha sido tratada al margen de la valoración financiera en las bolsas de las empresas asociadas a las tecnologías que hacen posible aquella. Cuando, a la mitad del trabajo, estando las bolsas en todo su esplendor valorando las empresas tecnológicas de la *nueva economía*, el autor tuvo ocasión de pronunciarse públicamente al respecto, y lo hizo anunciando lo que luego sucedería, los valores volverían a aterrizar, después de sobrevalorar insostenibles alturas.

Más allá de las valoraciones bursátiles y de los medios de comunicación del fenómeno de la *nueva economía*, se han presentado argumentos suficientes para saber que:

- La dimensión económica y los impactos de las tecnologías TIC tienen tal peso y dinamismo que su comportamiento decidirá el futuro de los países desarrollados.
- La lógica de funcionamiento de la *nueva economía* escapa en buena parte de los preceptos básicos; la asunción de los nuevos es vital para “navegar” con éxito en el futuro.
- Las políticas económicas de la vieja economía cada vez se adaptan peor a la nueva; es necesario reformularlas para que su funcionalidad revitalice la actividad económica.
- Un conocimiento amplio y profundo de las nuevas realidades económicas y las tecnologías que las hacen posibles es una condición necesaria para operar con posibilidades de éxito en el nuevo siglo.

Finalmente, los datos aportados, además de su crítica, admiten muchas más consideraciones y análisis de los aquí acometidos. Si fuesen de utilidad para

que las nuevas generaciones de universitarios viesan más despejado el campo que necesariamente habrán de transitar, el autor se daría por bien pagado.

## PRESENTACIÓN

- (1) El concepto “*nueva economía*” es más antiguo de lo que parece. SHEPARD B. CLOUGH (1962), profesor de historia de la Universidad de Columbia (USA), al estudiar el progreso económico del occidente europeo vinculado con el desarrollo de la economía americana, utilizó dicha noción para describir la entrada en su mayoría de edad, en el periodo 1875 – 1914, de la Revolución Industrial.

Para el historiador la “*nueva economía*” comienza cuando “los rasgos principales de la economía de la cultura occidental habían tomado forma definitiva”, debido a:

- Un crecimiento económico excepcionalmente alto.
- Expansión de la *nueva economía* a otras regiones occidentales.
- Los estados nacionales lanzan políticas económicas egoístas, es decir, proteccionistas.
- Generalización del trabajo asalariado.
- Concentración de la riqueza.
- Proliferación de cambios tecnológicos.
- Nuevos manantiales de energía.
- Notable mejora de la productividad.
- Aumento de la población y de la producción agrícola vía adelantos tecnológicos.
- Crecimiento del tráfico de mercancías y de la inversión extranjera.

El fin de la “*nueva economía*” coincide, para Clough, con el estallido de la 1ª Guerra Mundial, a la que siguió la Gran Depresión y más tarde, la 2ª Gran Guerra.

Es interesante constatar lo que pueden dar de sí las palabras. Si a finales de los años 50 del pasado siglo la “*nueva economía*” venía a definir no tanto el inicio de un nuevo modo de hacer en economía – la Revolución Industrial – como la culminación de dicho proceso, ahora, la misma expresión está siendo utilizada en sentido opuesto; para definir, no tanto el apogeo de lo consabido, como para anunciar el porvenir que nos espera.

- (2) Einstein en diversos escritos, y en particular en Mis ideas y opiniones sostiene la persistencia del dualismo en la física teórica, entendiéndolo por ello la convivencia de las teorías de Newton y las de Maxwell, aunque pudieran parecer contradictorias.

## Capítulo I

### LA NUEVA ECONOMÍA

- (1) Se trata de una revolución que, como la industrial, tiene lógica instrumental, es decir, está basada en los nuevos instrumentos tecnológicos del quehacer humano, las TIC, y no en cambios conceptuales o paradigmáticos. Para DYSON (2000), “algunas revoluciones científicas tienen su origen en la invención de nuevos instrumentos para observar la naturaleza y otras se originan por el descubrimiento de nuevos conceptos para comprenderla”. Siguiendo su propuesta etiológica, bastaría sustituir la palabra “naturaleza” por “economía” –también “observar” por “operar”–, para que pudiera aplicarse directamente a la nueva economía.

Para Dyson, las revoluciones instrumentales –cuyo concepto atribuye a Peter Galison (Imagen y Lógica, 1997)–, son más numerosas y puede –de hecho lo son– que más importantes que las conceptuales que concibiera KUHN (1977); es desde esta óptica epistemológica desde la que se examina la evolución de la tecnología electrónica en el Capítulo 4.

- (2) Citado por la revista Business Week (edición del 21.02.00), con motivo del Foro Mundial de Economía de Davos.
- (3) El concepto “círculo virtuoso” de la nueva economía se encuentra desarrollado por Alan Greenspan en su conferencia de 28 de octubre de 2000 en Boca Ratón (Florida, EE.UU.).
- (4) Para PAUL ROMER (1994), un ordenador personal, que físicamente es igual desde hace veinte años, es hoy cincuenta veces más útil gracias a su evolución lógica.
- (5) Según Kevin Kelly, en su obra: The new rules for the new economy; cifra que parte de un alcance de las TIC menor del considerado aquí para España.
- (6) En valores constantes de 1990, según se detalla ampliamente en el capítulo V.
- (7) Desde que en 1768 tres imprentas escocesas publicaran el primer compendio de conocimiento, que llamaron Enciclopedia Británica, 30 ediciones han visto la luz. En 1920 Sears, compró “la Británica”, trasladando su sede de Edimburgo a Chicago.

Después de otros dos cambios de propiedad terminó bajo la responsabilidad de una fundación de la Universidad de Chicago. En 1990 las ventas de la enciclopedia alcanzaron los 650 millones de \$. A partir de entonces, una nueva tecnología, el CD-ROM, ha venido a destruir el negocio original. De los 1.500 –2.200 \$ del precio de venta de la versión papel, se pasó a los 50-70 \$ de la versión electrónica. Pero este último precio es incluso muy caro, teniendo en cuenta que su coste marginal de fabricación es de sólo 1,5 \$. Después de practicar las más diversas políticas

comerciales para defender la enciclopedia –todas fracasadas–, en 1996 fue vendida de nuevo por un precio inferior a su valor contable.

Se trata de un ilustrativo ejemplo de cómo “los negocios más venerables –en expresión de EVANS y WURSTER (2000)–, pueden ser los más vulnerables”.

- (8) Entrevista en El País, el 14 de febrero de 1999.
- (9) Los clientes de AMAZON, cuando hacen un pedido de un libro o un disco, reciben información acerca de otros libros o discos comprados por otros clientes, cuando hicieron el mismo pedido. Se trata de un sutil modo virtual de recomendación.
- (10) Francis Fukuyama, en TRUST (1995), sostiene la fundada tesis de que la confianza ha sido la virtud social que ha sustentado el progreso económico a lo largo de la historia. En tiempos de “la red”, la confianza, que cabría denominar “digital”, será crucial para un pleno desarrollo de la nueva economía.
- (11) “El procesamiento electrónico de datos revolucionó todas y cada una de las ramas de la ciencia experimental, mientras que las simulaciones mediante ordenadores electrónicos revolucionaron todas las ramas de la ciencia teórica. El ordenador causó una revolución en la propia física aumentando su capacidad teórica de interpretar experimentos y de predecir fenómenos; asimismo, el ordenador ha tenido un efecto revolucionario al estrechar la brecha entre la matemática moderna y la física teórica (DYSON, 1998)”.
- (12) Para cobrar después por contenidos y aplicaciones a un número muy grande de clientes seguros.
- (13) Un caso arquetípico de estos tiempos es el de la telefonía móvil. Los costes fijos – muy elevados–, son iguales para todos los competidores, mientras que el mercado se distribuye desigualmente entre ellos. En tales circunstancias es lógico vaticinar que –salvo que la regulación no lo permita– la concentración, vía compra de los pequeños agentes por los grandes, será la tónica de los próximos años.
- (14) En los primeros tiempos de las telecomunicaciones, en EE.UU. llegaron a existir más de 2.000 operadores. Según está suficientemente glosado y razonablemente explicado por los más diversos y rigurosos estudios publicados al respecto en dicho país, la desaparición de la competencia y su sustitución por un monopolio que duró casi un siglo, lejos de estar motivada por la regulación política del mercado, fue el resultado de las economías externas de las redes, que permitieron a uno de los agentes del mercado tomar posiciones de dominio mediante la utilización de sus rendimientos crecientes, en la compra y absorción de todos los demás.



- (15) El Premio Nobel Douglass C. North (1981), sostiene que tanto la primera revolución económica, la de la agricultura, como la segunda, la industrial, estuvieron fundamentadas en los derechos de propiedad; hasta el punto de que, según la original tesis del autor, no habrían sido posibles sin dicha institución. La tercera revolución, la de la información, como las anteriores, se sustenta también en los derechos de propiedad; esta vez, de las creaciones intangibles que dan lugar a monopolios de base tecnológica.
- (16) Periodista económico citado (pág. 4) por Kevin Kelly en *The new rules for the new economy*.
- (17) Por aquel tiempo, finales del siglo XIX, se llegaron a contabilizar hasta 175 tamaños y modelos distintos de bombillas eléctricas, según REICH (2001); hasta que la estandarización impulsada por las redes redujo extraordinariamente su número.
- (18) El teclado actual de los ordenadores, proveniente de las máquinas de escribir, se ha demostrado que es mucho menos eficiente que otros posibles. Fue inicialmente adoptado porque las primeras máquinas de escribir no podían hacer retroceder mecánicamente los tipos a una velocidad mayor asociada a otros teclados potencialmente más rápidos. Después, cuando el teclado más eficiente es incluso más lento que el movimiento electrónico de los tipos, fue demasiado tarde para sustituir el peor estándar de hecho anterior.
- (19) Motorola, propietaria exclusiva de las tecnologías necesarias para el desarrollo del estándar europeo de telefonía móvil GSM, las cedió al consorcio de fabricantes – no sin una larga disputa y bajo condiciones– que participó en el lanzamiento del nuevo sistema, porque las externalidades de las redes, como luego se demostró cumplidamente, permitían un retorno mucho mayor a la tecnología compartida que a un uso exclusivo de la misma.
- (20) Intervención en un encuentro con el Consejo de ANIEL en Madrid, el 31 de mayo de 2000.
- (21) La disputa que mantiene NAPSTER en los tribunales con los poseedores de los derechos de propiedad de la música grabada no invalida su modelo de negocio; basta con cobrar una tarifa baja a una enorme base de clientes potenciales para que todos: propietarios de derechos, distribuidores y clientes puedan estar satisfechos.

- (22) Puesto que las telecomunicaciones, según el ANEXO 4, también han visto declinar sus precios permanentemente, Internet, que integra ordenadores y redes, es evidente que se beneficia de la suma de ambos fenómenos.

## Capítulo II

### Nuevos hechos económicos

- (1) Business Week: "The spoils of the new economy to high tech", august, 16, 1999.
- (2) Desde la emergente epistemología de la ciencia de la complejidad, llama la atención cómo hace más de veinte años, es decir, una década de que se comenzara a hablar de "*nueva economía*", uno de los más conspicuos miembros del club de la nueva ciencia, Brian Arthur, anotara allá por noviembre de 1997 las palabras "Economics Old and New", componiendo bajo dicho concepto las dos columnas del cuadro 33.
- (3) El "secreto" de ZARA, para Actualidad Económica del 21 al 27 de mayo de 2001, consiste en que "el proceso del diseño, producción, distribución y venta es un círculo que cierra la información".

200 diseñadores crean una colección cada tres días. Los patrones se mandan 'on line' a los centros de producción. Los centros de producción especializados por tipo y prenda, fabrican en una semana.

Los vendedores en las tiendas cuentan con un 'Palm Cassiospeia' y una caja de pedidos (a la que están conectadas todas sus tiendas en el mundo) enlazadas con los diseñadores para informar de las demandas del cliente y de los diseños que gustan o no. Cada tres días llega una nueva colección a la tienda y no se mantiene más de cinco semanas, aunque sea un éxito rotundo.

Desde el centro logístico de Arteixo se distribuye la ropa en cajas a cada una de sus 1.080 tiendas en todo el mundo: en 24 horas a las tiendas europeas y en 48 al resto.

- (4) EMILIO ONTIVEROS (2001) atribuye a Braudenburger y Nalebuff la acuñación del término co-opetition".

## Capítulo III

### TRANSFORMACIONES EN LA CIENCIA ECONÓMICA

- (1) Paraphrasing Maurice Duverger in his book: *Los naranjos del lago Balatón. Lo muerto y lo vivo en la ciencia de Carlos Marx*.
- (2) CHARLES S. PEIRCE (1839–1914), recognized by the *Enciclopedia Británica* as “the most original and versatile that America has produced”, is the maximum exponent of an intermediate philosophical line –pragmatic–, between inductivism and deductivism. Besides the philosophy of science, he cultivated psychology, philosophy and other areas of thought; he is considered, besides, creator of the science of semiotics.
- (3) *The essential Peirce* (1992), Volumen I, pág. 186.
- (4) In English it means kidnapping or abduction; it is about kidnapping ideas in other areas to obtain a new idea. “Abduction” in Spanish, has another meaning: movement by which a member moves away from the middle plane of the body.
- (5) WIENNER (1993) recalls a key word “serendipity” –term antiquated that is applied to the art of finding things without searching for them–, as a source of creativity. The etymological origin of this word comes from Arabic and is a degenerated form of *Sinhaladvipa*, the ancient name of the island of Ceylon. It was invented in the 18th century by the English Horace Walpole inspired by an oriental tale: “The three princesses of Ceilan” and later recovered by Norbert Wiener from an article in the magazine “The Lamp” of Standard Oil Company in 1953.
- (6) This is the thesis shared by the symposium on biology, whose conclusions were edited by WAGENSBERG (1998).
- (7) WAGENSBERG (1998) : *El progreso. ¿Un concepto acabado o emergente?*
- (8) Imre Lakatos in his work *La falsación y la metodología de los programas de investigación científica* (LAKATOS and MUSGRAVE, 1975), proposes the existence of a “nucleus” and a “protective belt of auxiliary hypotheses” in the configuration of scientific paradigms. The three laws of the dynamics of Newton and his law of gravitation constitute, according to Lakatos, the irrefutable theoretical nucleus –permanent, one could say–, while the protective belt is the one that has to resist the weight of the contrastations and adjust and readjust, or even be replaced, to defend the nucleus, so that in this way it becomes more solid.
- (9) Voltaire, in his novel *Cándido*, pretends to ridicule Leibniz by portraying him as Doctor Pangloss, a character who, in the face of any event, no matter how horrible, always finds something good.

- (10) En 1932 Lionel Robbins definió así la ciencia económica: “Estudia el comportamiento humano como una relación entre fines y medios escasos con usos alternativos”. Aunque esta definición ha sufrido críticas –de Pedro Schwartz (1971), por ejemplo–, ha hecho fortuna y sigue siendo válida para explicar muchas decisiones económicas.
- (11) Margaret Masterman (LAKATOS y MUSGRAVE, 1975) llegó a encontrar hasta veintidós sentidos de paradigma en Thomas Khun, señalando que la originalidad de dicha noción sociológica es que es algo que puede funcionar aun cuando no haya teoría.
- (12) El anexo Evolución de las telecomunicaciones pone de manifiesto cómo la extraordinaria diversidad tecnológica acontecida en dicho ámbito apenas si registra sustituciones de unas tecnologías por otras. Cada nueva aplicación tecnológica sustituye parcialmente alguna anterior, pero siguen conviviendo durante mucho tiempo. Una prueba de ello es que el telex, aunque poco usado ahora, sigue coexistiendo con el fax e Internet.
- (13) Antonio Domínguez Díez, en España, tres milenios de historia, referido a España, también describe un escaso progreso material desde la época romana hasta la Ilustración.
- (14) Esta didáctica manera de escribir el crecimiento económico ha sido tomada de La palanca de la riqueza de Joe Mokyr.

Una percepción más actual de las claves del crecimiento económico, la proporciona SALA-I-MARTÍN (2000), que lo correlaciona positivamente con:

- La estabilidad política y económica.
- La apertura exterior de la economía.
- La regulación del derecho de propiedad.
- Una menor intervención pública.
- La inversión en salud y educación.
- La inversión en capital físico y maquinaria.

- (15) Para Paul Romer, la cifra es aún mayor: un 90%.
- (16) La tesis doctoral de Paul Romer, en 1983, puso de moda, según SALA-I-MARTÍN (2000), la teoría del crecimiento después de algunas décadas –años 70 y 80–, de permanecer olvidado en favor del ciclo económico. El modelo neoclásico basa el crecimiento a largo plazo en aumentos no explicados ni explicables de la variable

tecnológica que se considera externa al modelo, mientras que Romer plantea una nueva formulación en la que la tecnología resulta endógena.

NATHAN ROSENBERG (1994), considera por su parte, que el pionero del crecimiento endógeno fue Charles Babbage, un economista del siglo XIX reivindicado por SCHUMPETER (1954) por ser el primero en llamar la atención de una manera explícita a la relación causal entre economía actividad inventiva.

- (17) Karl Popper, al delimitar la ciencia de la no ciencia, utiliza el concepto metafísico para designar todo aquello que no puede ser falsado ni demostrado, no constituyendo por tanto parte de la ciencia. Las creencias y las religiones pertenecen, por tanto, a la metafísica.
- (18) Charles Jones (1998) después de repasar amplia y analíticamente las teorías neoclásicas y contemporáneas de crecimiento económico, afirma categóricamente que “El progreso tecnológico es el motor del crecimiento económico”.

## Capítulo IV

### “EL ÁRBOL ELECTRÓNICO”

- (1) Coincidiendo con el 50 aniversario de la muerte de WITTGENSTEIN (1922), habría que recordar con él que: “Lo que se deja de expresar debe ser dicho de forma clara; sobre lo que no se puede hablar es mejor callar”.
- (2) Se utiliza la expresión “hipersector” como una categoría superior e integradora de los sectores homogéneos considerados.
- (3) Según Braudel, en sus Memorias del Mediterráneo.
- (4) Bob Galvin, fundador de Motorola, cuenta en The ideas of ideas cómo pasando en Europa con su familia las vacaciones de verano de 1936 observó un ambiente prebélico que, a su vuelta a EE.UU., le condujo a trabajar en su empresa para producir el primer sistema de comunicación inalámbrica en el frente de combate; lo que realmente aconteció en la 2ª Guerra Mundial.
- (5) En el ANEXO 7 se muestra cómo ha aumentado la potencia de los microprocesadores y en qué medida sus precios han declinado.
- (6) Para WIENNER (1993), la mayor invención de Edison no fue de carácter científico sino económico. “Se trata de la creación del laboratorio industrial, en el

que una plantilla de técnicos trabajaba regularmente en el desarrollo de nuevos inventos con una orientación comercial”.

- (7) En una entrevista a Alexander Graham Bell publicada por The Evening Star de Washington el 11 de junio de 1904 el periodista Frank G. Carpenter le preguntó si su conocimiento de la electricidad había contribuido a la invención del teléfono. Su respuesta no pudo ser más categórica: “cuando inicié mis experimentos con el teléfono no tenía conocimiento científico alguno de la electricidad”.
- (8) GOODWALL (1968) narra las desventuras que sufrió Marconi en su país de origen y cómo el espíritu empresarial inglés dio cobijo a sus iniciativas.
- (9) En otro capítulo se señala que hay en el mundo más receptores de televisión que cuartos de baño.
- (10) Numerosas pruebas han puesto de manifiesto que un formato de pantalla cuya anchura por altura mantenga una relación 16 x 9 es más confortable y adecuado a la visión humana que la pantalla 4 x 3 que hemos visto hasta ahora.
- (11) José Antonio Gabriel y Galán, uno de los primeros poetas y escritores españoles del último medio siglo y eminente estudioso del hecho literario, me reiteraba al final de su vida que no merecía el nombre de creador literario quien no usara con desenvoltura y rigor la metáfora: eje central de toda buena literatura.
- (12) C.S. Peirce, ante la dicotomía entre inducción y deducción, creó una tercera categoría que llamó (en inglés, pues no tiene traducción española) abduction, para referirse al proceso creador mediante el cual se formula una hipótesis creativa. Por “abducción” debe entenderse un destello de creatividad intelectual por intuición prendida en la mecha de los hechos asimilados.
- (13) Aunque desde una visión convencional de la economía, la comercialización, instalación y mantenimiento se consideran servicios en tanto que actividades desagregadas de la manufactura industrial, aquí se opta por considerarlas una mera prolongación de un sistema de producción crecientemente desvertebrado, pero logísticamente conceptualizable como industria.
- (14) Siguiendo a Margaret Masterman en LAKATOS y MUSGRAVE (1975), se trata de una concepción asumida que no exige articulación teórica.
- (15) Recogido del capítulo del libro BARNES, KHUN, MERTON (1980) escrito por el propio Thomas Khun.

- (16) En un artículo titulado: “Consuelos para un especialista” (LAKATOS y MUSGRAVE, 1975), Paul Feyerabem introduce los conceptos de “tenacidad” y “proliferación” en su crítica a Thomas Khun.
- (17) La libre entrada de agentes en el mercado posibilita que toda tecnología, aplicación o servicio reciba la “crítica competitiva inmediata” de los demás agentes. En el pasado, con un mercado cerrado a la libre competencia, las tecnologías, protegidas por las tecnoestructuras –en expresión de John Galbraith–, no eran realmente sometidas a un contraste crítico con otras nuevas posibles.

## Capítulo V

### LA NUEVA ECONOMÍA ESPAÑOLA

- (1) Es el caso de trabajos recientes, del máximo nivel científico en cuanto a la medición de los impactos –precios, productividad y crecimiento– de las TIC en la economía norteamericana de JORGENSON (2000 y 2001), y en la economía de los países G7 de SCHREYER (2000), que no entran a considerar el alcance de los datos utilizados ni a valorar las fuentes de su información. Contrasta en estos estudios el gran rigor con que los datos son tratados y su acrítica asimilación frente a las indiscriminadas, inciertas y no contrastadas fuentes de las que proceden.
- (2) A diferencia de otros estudios, como el de la CMT (Comisión del Mercado de Telecomunicaciones) y la propia valoración de ANIEL de este mercado, los datos económicos aquí recogidos incluyen las actividades de las filiales operativas de Telefónica, que, aun formando unidades empresariales autónomas, están directamente y casi exclusivamente relacionadas con la prestación de los servicios de telecomunicaciones que se pretenden valorar.

## Capítulo VI

### POLÍTICAS ECONÓMICAS EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

- (1) Los ciclos largos de desarrollo económico, hoy quizás pasados de moda, han sido objeto de controversia intelectual. Entre los científicos sociales que se atrevieron a

su formulación, en la segunda década del siglo XX destaca Nikolai Kondratieff, un economista ruso que planteó ciclos expansivos de 50 años del capitalismo, lo que le costó la deportación a Siberia –donde murió loco, según Solzhenitsyn–, en tiempos de Stalin.

PETER HALL y PASCHAL PRESTON (1990), en “La ola portadora” plantearon, siguiendo el modelo de Kondratieff, la existencia de una 4ª onda asociada a las nuevas tecnologías de la información que habiendo comenzado a mediados del siglo XX terminaría hacia el año 2003.

- (2) Un estudio monográfico (PAFET) realizado sobre la base de una amplia encuesta en la que participaron las principales empresas, más de cien, del sector electrónico y de telecomunicaciones, dirigido por el profesor GONZALO LEÓN (2001), pone de relieve las limitaciones del mercado de trabajo profesional en el ámbito de las TIC.
- (3) El servicio universal a principios del siglo XXI no puede ser otra cosa de la generalización a todos los hogares y por supuesto unidades económicas de una conexión digital en banda ancha (más de 128 kbit) que permita disfrutar a una velocidad adecuada de todas las facilidades que procuran las redes.

José Molero y Mikel Buesa al analizar la “Innovación y el cambio tecnológico” dentro del libro colectivo “Lecciones de Economía Española” dirigido por GARCÍA DELGADO (1998), sostiene empíricamente que: “la contribución de los grupos extranjeros – junto con las empresas públicas -, al esfuerzo de creación interna de tecnología es muy superior a la de las empresas privadas nacionales”.

- (4) La realidad parece desmentir, sin embargo, el alcance de esta última onda ya que las tecnologías de la información, seminalmente concebidas por Hall y Preston como tecnologías portadoras de la 4ª ola Kondratieff, todo indica que poseen mucha más vitalidad de la inicialmente pronosticada.
- (5) Estas tres categorías: “survival”, “social life” y “entertainment”, constituyen las – irónicamente -, denominadas “Leyes de Linus”, según su propia definición en el prólogo del libro “The Hacker Ethic and the Spirit of Information Age” de PEKKA IMANEN (2001).



ANDREU, Rafael; RICART Joan E.; VALOR, Josep (1995): **La organización en la Era de la Información**. Aprendizaje, Innovación y Cambio. Universidad de Navarra. IESE.

Antonelli, C.; Petit, P.; Tahar, G. (1992): **The Economics of Industrial Modernization**. Academia Press Editorial.

ARIAS-SALGADO, Rafael (2000): **La liberalización de las telecomunicaciones en España**. Fundación Foro Jovellanos para la Innovación Social.

Arpón de Mendivil, Almudena y Carrasco, Ángel (1999): **Comentarios a la Ley General de Telecomunicaciones**. Editorial Aranzadi.

ARROW, Kenneth J. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing. **Review of Economic Studies**, June 29..

ARTHUR W., Brian (1994): **Increasing Returns and Path Dependence in the Economy**. The University of Michigan Press.

ARTHUR W. Brian; DURLAUF N., Steven y LANE A., David (1997): **The Economy as an evolving complex System II**. Perseus Books.

Arthur & Andersen (1999): **Las empresas del click**. Actualidad Económica y Todo en Caja.

Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones (ANIEL) (1977-2000): **Informes Anuales**.

Audretsch, D.; Castells, M.; de la Dehesa, G.; Herce, J.A.. (1992): **Política Industrial, Teoría y Práctica**. Colegio de Economistas de Madrid. Madrid.

BAKER, W.J. (1970): **A History of the Marcony Company**. Methuen & Co. Ltd.

BANEGAS, JESÚS (1993): **'La industria española de telecomunicaciones: una grave crisis**. España 92. Un Balance. Colegio de Economistas de Madrid. Marzo 1993.

BANEGAS, JESÚS, Editor (1993): **La Industria de la Información**. Editorial Tabapress S.A.. Madrid.

BANEGAS, Jesús (1997): **Las claves tecnológicas de la nueva economía**. El círculo virtuoso de la prosperidad basada en la electrónica y las telecomunicaciones. Prólogo de Manuel Castells. Fundación Tecnologías de la Información.

BANEGAS, JESÚS (1999): **Las telecomunicaciones y la nueva era económica.** Prólogo de Josep Piqué I Camps. Fundación Tecnologías de la Información.

BANEGAS, JESÚS (1999): **La cultura de innovación como reto.** En MADRI + D. Revista de Investigación e Información Tecnológica, 2.

BANEGAS, JESÚS (1999): **Impactos económicos y sociales de las telecomunicaciones.** En DIRECCIÓN PROGRESO, 163. Febrero, 1999.

BANEGAS, JESÚS (2000): **Las telecomunicaciones, motor de la "nueva economía.** En ESTRATEGIAS PARA UNA ECONOMÍA DINÁMICA. Instituto de Estudios Económicos. Nº 4. 1999.

BANEGAS, JESÚS (2000): **Inversión y negocios en Iberoamérica en el ámbito de las telecomunicaciones.** En LA INVERSIÓN ESPAÑOLA EN IBEROAMÉRICA. CEOE.

BANEGAS, JESÚS (2000): **Una aproximación a la nueva economía española.** En ESPAÑA 1999. UN BALANCE. Colegio de Economistas de Madrid. Marzo 2000.

BANEGAS, JESÚS (2000): **Nuevos empleos y nuevas tecnologías.** En CUMBRE NUEVOS EMPLEOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS. Ponencias. 5 junio 2000.

BANEGAS, JESÚS (2000): Definición y Concreción del Hipersector de las Tecnologías de la Información en España. **Evaluación de sus principales magnitudes e impactos en la economía española.** Instituto Ortega y Gasset. Estudios de Economía Europea 2000.

BANEGAS, JESÚS (2000): **Estrategias empresariales e internacionalización: el nuevo marco de competencia de las telecomunicaciones.** En LA ECONOMÍA ESPAÑOLA ANTE EL NUEVO SIGLO. Edición de J.C. Jiménez. Biblioteca Civitas Economía y Empresa.

BANEGAS, JESÚS (2001): **Telecomunicaciones: competencia y regulación.** En ESPAÑA 2000. UN BALANCE. Colegio de Economistas de Madrid. Marzo 2001.

BARNES, HARRY E. (1955): **Historia de la Economía del Mundo Occidental.** UTEHA, México. Reimpresión de la edición en español, 1976.

BARNES, BARRY; KHUN, THOMAS S.; MERTON, ROBERT K. y otros (1980): **Estudios sobre Sociología de la Ciencia.** Colección Alianza Universidad. Editorial Alianza. 1ª edición en español 1980 Madrid.

BARRO, Robert and SALA-i-MARTÍN, Xavier (1992) : **Convergence.** Journal of Political Economy, Vol. 100, nº 2. The University of Chicago.

- BATRA, DR. RAVI. (1993): **The Myth of Free Trade**. Scribner's. New York.
- BAUMOL, William J. (1986): 'Productivity Growth, Convergence and Welfare : **What the Long-Run Data Show**. The American Economic Review. December.
- BAUMOL, WILLIAM J. and BATEY BLACKMAN, SUE ANNE. (1991): **Mercados Perfectos y Virtud Natural**. Celeste Ediciones. 1ª Edición en español. Madrid.
- BAUMOL, WILLIAM J. and J. GREGORY SIDAK (1994): **Toward Competition in Local Telephony**. The MIT Press & the American Enterprise Institute, Washington D.C.
- BBVA, Servicio de Estudios (2000): **La nueva economía en España: Situación y perspectiva**. SITUACIÓN ESPAÑOLA. Octubre 2000.
- BECKER, GARY S. (2000): **Uncle Sam has no business up Microsoft**. Business Week, June 19, 2000.
- BERGER, SUZANNE and PIORE, MICHAEL J., (1980): **Dualism and Discontinuity in Industrial Societies**. Cambridge University Press. Cambridge Publications. 1st Edition.
- BERNARDO DE QUIRÓS, LORENZO (2000): **Mitos y leyendas de la globalización**. Círculo de Empresarios.
- BIJKER, W.; HUGHES, T.P AND PINCH, T., Editors. (1987): **The Social Construction of Technological Systems**. M.I.T. Cambridge Publications. Massachusetts.
- BIJKER, W. (1995): **Science and Technology Studies. Handbook of Science and Technology studies**. SAGE Publications. London.
- BOORSTIN, DANIEL J. (1983): **Los descubridores**. Editorial Crítica. Barcelona. Serie Mayor. 1ª edición en español 1986.
- BRADLEY, S.P.; HAUSMAN, J.A. and NOLAN, R.L. (1993): **Globalization, Technology and Competition**. Harvard Business School Editorial. 1st Edition.
- BRAUDEL, FERNAND (1998): **Memorias del Mediterráneo**. Prehistoria y Antigüedad. Colección Historia. Editorial Cátedra. Madrid.
- BRAUDEL, FERNAND (1985): **La dinámica del capitalismo**. Alianza Editorial. Madrid.
- BRAUN, E.. (1986): **Tecnología rebelde**. Fundesco. Editorial Tecnos. Madrid.
- BROWN, STEPHEN P. (2000): **High tech everywhere**. Business Week, October 16, 2000.

BROWNING, JOHN, REISS, SPENCER y ÁLVAREZ DEL BLANCO, Roberto M. **Claves de la nueva economía**. Edición especial para APD. Ediciones PMP.

BRYNJOLFSSON, ERIK and LORIN, HITT (1994): **Computers and Economic Growth: Firm level evidence**. MIT Sloan School of Management Working Paper, 3714.

BRYNJOLFSSON, ERIK and SHINKYU, YANG (1996): **Information Technology and Productivity. A Review of the Literature**. Advances in Computers. 43, February, 1996.

BUNGE, Mario (1983): **La investigación científica**. Ariel Métodos. 2ª edición corregida.

Business Week (1997): "The New Business Cicle". March, 31, 1997.

CABEZAS, Juan Antonio (1974): **Cien años de teléfono en España**. Crónica de un proceso técnico. Espasa Calpe.

CAIRNCROSS, FRANCES (1997): **The Death of Distance**. Business School. Harvard Business School Editorial.

CAIXA, LA (1999): **Evolución del empleo y de las redes de oficinas en el sector bancario**. Informe mensual, 220.

CAÑIBANO. L.; GARCÍA-AYUSO, M; SÁNCHEZ, M.P. (2000): **Accounting for Intangibles. A literature review'**. Journal of Accountig of Literature. Vol. 19. Forthcoming.

CAÑIBANO. L.; GARCÍA-AYUSO, M; SÁNCHEZ, M.P. (2000): **Shortcomings in the measurement of innovation'**. Implications for acccounting standard setting". Journal of Management and Government. Vol. 4 – n. 4. Forthcoming.

CARRERAS, ALBERT (1990): **Industrialización Española**: Estudios de Historia Cuantitativa. Editorial Espasa Calpe.

CASTAÑO, CECILIA. (1994): **Tecnología, Empleo y Trabajo en España**. Editorial Alianza. Madrid.

CASTELLS, MANUEL y TYSON, LAURA. (1988): **High technology choices ahead: restructuring interdependence**, John W. Sewell y Stuart Tucker (eds). Growth, Export an Jobs in a Changing World Economy-New Bronswick. NJ. Transaction Books.

CASTELLS, MANUEL Y HALL, PETER. (1994): **Las Tecnópolis del Mundo**. La Formación de los Complejos Industriales del Siglo XXI. Editorial Alianza. Madrid.

CASTELLS, MANUEL. (1989): **La Ciudad Informacional, Tecnologías de la Información, Reestructuración Económica y el Proceso Urbano Regional**. Editorial Alianza. Madrid.

CASTELLS, MANUEL. (1996): **The Rise of the Network Society**. The Information Age: Economy, Society and Culture. Volume I. Blackwell Publishers. 2nd Edition.

CASTELLS, MANUEL. (1997): La Era de la Información. **Economía, Sociedad y Cultura: La Sociedad Red. Volumen I**. Editorial Alianza. Madrid.

CASTELLS, MANUEL. (1997): La Era de la Información. **Economía, Sociedad y Cultura: El poder de la identidad. Volumen II**. Editorial Alianza. Madrid.

CASTELLS, MANUEL. (1998): **La Era de la Información. Economía, Sociedad y Cultura: Fin de Milenio. Volumen III**. Editorial Alianza. Madrid.

CASTELLS, MANUEL. (2001): **La Galaxia Internet**. (Próxima publicación por Alianza Editorial).

CHESTER, J.P. (1998): **Towards a Human Information Society**. People issues in the implementation of the EU. Framework V Programme VSIMACTS Project Consortium.

CHRISTENSEN, CLAYTON M. (1997): **The Innovator's Dilema**. Harvard Business School Press.

Círculo de Empresarios (1999): **El desafío de la Convergencia Real**.

Círculo de Empresarios (1995): **Actitud y Comportamiento de las Grandes Empresas Españolas ante la Innovación**.

Círculo de Empresarios (2000): **El capital humano en la nueva Sociedad del Conocimiento**. Su papel en el Sistema Español de Innovación.

Círculo de Tecnologías para la Defensa (1999): **Las tecnologías de la información y las comunicaciones en el nuevo modelo de fuerzas armadas**.

CLARK, COLIN (1971): **Las condiciones del progreso económico**. Alianza Editorial.

CLARKE, ROGER (1993): **Economía Industrial. Celeste Ediciones**. Edición Celeste. Madrid.

CLOUGH, SHEPARD B. (1962): **La Evolución Económica de la Civilización Occidental**. Ediciones Omega. 2ª edición en español. 1970.

COASE, R.H. (1990): **The Firm, the Market and the Law**. The University of Chicago Press. Paperback Editions.

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (2000): **Convergencia, Competencia y Regulación en los Mercados de las Telecomunicaciones, el Audiovisual e Internet**. Volumen I y II.

COLVIN, GEOFFREY (2000): “**Value driven**“. Fortune, march 20, 2000.

COY, PETER (1999): “**A new calculus for the new economy**“. Business Week, november 8, 1999.

Cremades, Javier y Mayor, Pablo, Coordinadores (1999): **La liberalización de las Telecomunicaciones en el Mundo Global**. La Ley de Actualidad y Ministerio de Fomento.

CRONIN, F.J. (1992): “**Telecommunication technology**, sectoral prices and international competitiveness” Telecommunications and policy. Vol 12.

CRONIN, F.J.; COLLERAN, E.K.; HERBERT, P.L. and LEWITZKY, S. (1993): “**Telecommunication and growth**” TELECOMMUNICATIONS AND POLICY. Vol. 9.

CSIKSZENTMIHALYI, MIHALY (1997): Creativity. **Flow and the psychology of discovery and invention**. Harper Perennial Collection. Harper Collins Editorial. 1st Edition. New York.

Cuadernos Económicos del ICE (1977): **Filosofía de la ciencia y metodología**. Números 3 y 4.

CUADRADO ROURA, JUAN RAMÓN y RUBALCABA BERMEJO, LUIS (2000): **Los servicios a empresas en la industria española**. Instituto de Estudios Económicos.

DAVID, Paul A. (1985): “**Clio and the economics of Qwerty**” AMERICAN ECONOMIC REVIEW. Vol. 75

DAVIS, STAN and MEYER, CHRISTOPHER (1998): **The Speed of Change in the Connected Economy**. Ernst & Young Center for Business Innovation.

DE DIEGO, EMILIO (1995): **Historia de la Industria en España. La Electrónica y la Informática**. Ed. Actas. Madrid.

DE KERCKHOVE, DERRCK (1995): **The skin of Culture. Investigating the new electronic reality.** Christopher Dewdney.

DELONG, BRAD (2000): “**The new economy**”. The Economist, september 23, 2000.

DE MIGUEL, AMANDO y BARBEITO, ROBERTO L. (1997): **El Impacto de la Telefonía Móvil en la Sociedad Española.** Editorial Tábula Ikónica.

DENNING, PETER J, and METCALFE ROBERT M. (1997): **Beyond Calculation.** Editorial Copernicus.

Department of Commerce (1999): **The emerging Digital Economy II,** June 1999.

DIAMOND, JARED (1997): **Armas, Gérmenes y Acero. La sociedad humana y sus destinos.** Colección Debate Pensamiento. Editorial Debate. 1ª edición en español. Madrid.

DONGES, JUERGEN B. (2001): “**Entrar en la era de la nueva economía**”. ABC. 2 enero 2001.

DORNBUSCH, R.; LESLIE F. y HELMERS C.H. (1993): **The Open Economy.** Oxford University Press. Ed. Oxford 5ª.

DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G. y SOETE, L. (1988): **Thechnical Change and Economic Theory.** Pinter Publisher. London.

DREXLER, ERIC K. and MINSKY, MARVIN N. (1987): **Engines of Generation.** The Coming Era of Nanotechnology. Anchor Books.

DRUCKER, PETER F. (1993): **Post-Capitakist Society.** Harper Business Editorial.

DUMMER, G.W.A. (1997): **Electronic Inventions and Discoveries.** Institute of Physics Publishing. 4th Edition. London.

DUMORT, ALAIN and DRYDEN, JOHN. Editores (1997): **The Economics of the Information Society.** European Communities.

DYSON, FREEMAN J. (1998): **Mundos del Futuro.** Colección Drakontos. Editorial Crítica Edición 1ª. Barcelona.

DYSON, FREEMAN J. (1999): **Los orígenes de la vida.** Cambridge University Press. Madrid.

DYSON, FREEMAN J. (2000): **El sol, el genoma e Internet.** Colección Pensamiento. Editorial Debate.

ECHEVARRÍA, JOSÉ R. (1970): **El criterio de falsabilidad en la epistemología de Karl Popper. G. Del TORO**, Editor.

ECO, UMBERTO (1993): **Cómo se hace una tesis**. Editorial Gedise. Edición 5ª. Barcelona.

ECONOMIDES, NICHOLAS (1993): **A monopolist's Incentive to Invite Competitors to Enter in Telecommunications Services. Global Telecommunications Services and Technological Changes**. Elsevier. Amsterdam.

ECONOMIDES, NICHOLAS (1995): **“Access and Interconnection Access Pricing: How Efficient is the Efficient component Porting Rule?”** The Antitrust Bulletin. Vol XL, nº 3.

ECONOMIDES, NICHOLAS (1996): **“Network Externalities, complementarities, and Invitations to Enter”**. Europress of Political Economy.

ECONOMIDES, NICHOLAS and CHARLES HIMMELBERG (1995): **Critical Mass and Network Size with Application to the US Fax Market**. Discussion Paper nº EC-95-11. Stern School of Business. N.Y.U.

Economist, The (2000): **“The new economy”**. 23 september 2000.

EGUÍLUZ, VÍCTOR M. y ZIMMERMANN MARTÍN G. (2001): **“Transmission of Information and Herd Behavior: An Application to Financial Markets”**. Physical Review Letters 85.5659 (2000).

EINSTEIN, ALBERT (2000): **Ideas y opiniones**. Bon Ton. Barcelona.

ERICK, R.; KRAMER, M. y TYLER, T.R. (1996): **Trust in Organizations, Frontiers of Theory and Research**. Saga Publications.

European Commission (1996): **Building the European Information Society for Us All. Interim Report. Directorate-General V for Employment Industrial Relations and Social Affairs**.

European Information Technology Observatory '97 (1997).

European Information Technology Observatory '99 (1999).



European Information Technology Observatory '00 (2000).

EVANS, PHILIP and WURSTER THOMAS S. (2000): **Blown to Bits. How the economics of information transforms strategy**. Harvard Business School Press.

FABIAN, ANDREW C. (Editor) (1998): **“Evolución”**. Sociedad, Ciencia y Universo. Colección Mata-temas. 1ª edición en español, 2001. Editorial Tusquets. Barcelona.

FAGEN, M.D. (Editor) (1982): **“A History of Engineering and Science in the Bell Systems”**. Switching Technology (1925–1975). Bell Telephone Laboratories Incorporated.

FAGEN, M.D. (Editor) (1985): **“A History of Engineering and Science in the Bell Systems”**. Electronics Technology (1925–1975). Bell Telephone Laboratories Incorporated.

FAGEN, M.D. (Editor) (1985): **A History of Engineering and Science in the Bell Systems Transmission Tecnology**. Transmission Technology (1925–1975). Bell Telephone Laboratories Incorporated.

FAGEN, M.D. (Editor) (1987): **A History of Engineering and Science in the Bell Systems**. National Service in war and Peace (1925–1975). Bell Telephone Laboratories Incorporated.

FALLOWS, JAMES (1994): **Looking at the Sun**. Pantheon Editorial.

FEITO, JOSÉ LUIS (2000): Hayek y Keynes: **El debate económico de entreguerras**. La polémica sobre las causas y remedios de las recesiones. Colección Ensayos. Círculo de Empresarios. Madrid.

FEYERABEND, PAUL K. (1970): **Contra el método**. Editorial Ariel. 1ª reimpresión en español. 1975.

FONTELA, EMILIO (1999): **La telefonía móvil en España**. Efectos económicos de una innovación. Fundación Airtel Móvil.

FONTELA, EMILIO (2001): **“Perspectivas a largo plazo y Nueva Economía”**. Sociedad de la Información Comercio Electrónico. Revista Valenciana d'Estudis Autonomics. Nº 31.

FREEMAN, CHRIS y SOETE, LUC (1994): **Cambio Tecnológico y Empleo**. Una Estrategia para el Siglo XXI. Fundación Universidad Empresa.

FRIEDMAN, THOMAS L.. (1999): **The lexus and the olive tree**. Understanding globalization. Farrar, Straus and Giroux Publishers.

FRIEDMAN, MILTON y ROSE (1980): **Libertad de elegir**. Editorial ORBIS. Edición en español 1983.

FUKUYAMA, FRANCIS (1992): **El fin de la historia y el último hombre**. Editorial Planeta. Madrid.

FUKUYAMA, FRANCIS (1995): Trust. **The social virtue & the creation of prosperity**. Free Press Editorial.

FUKUYAMA, FRANCIS (1999): **La Gran Ruptura**. Naturaleza humana y reconstrucción del orden social. Ediciones B. 1ª edición en español 2000.

Fundación Airtel Móvil (1999): **Liberalización y Competencia en las Telecomunicaciones**. Ediciones 1ª y 2ª.

Fundación Airtel Móvil (2000): **La telefonía móvil en la Sociedad Española**.

Fundación Airtel Móvil. **Diccionario de Telefonía y Comunicaciones Móviles**. Universidad Antonio Nebrija.

Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales (1999): **“Infraestructuras y crecimiento económico”**. Papeles para la Fundación, 52.

Fundación Universidad-Empresa. **Las tecnologías de la información y las comunicaciones en el nuevo modelo de fuerzas armadas**. Volumen I y II. Círculo de Tecnologías para la defensa.

GALBRAIT, JOHN K. (1958): **La sociedad opulenta**. ARIEL. 1ª edición. 1984.

GALBRAIT, JOHN K. (1977): **La Era de la Incertidumbre**. Plaza & Janés. 1ª Edición en español, 1981.

GALVIN, Robert (1991): **The idea of ideas**. Motorola University Press.

GARCÍA DELGADO, JOSÉ LUIS, DIRECTOR; MYRO, RAFAEL y MARTÍNEZ SERRANO, J.A, Codirectores (1998): **Lecciones de economía española**. Colección Tratados y Manuales. Editorial Civitas. Reimpresión Edición 3ª. Madrid.

GARCÍA DELGADO, JOSÉ LUIS y JIMÉNEZ, JUAN CARLOS (1999): **Un siglo de España**. La Economía. Marcial Pons. Ediciones Historia. Madrid.

GARCÍA DELGADO, JOSÉ LUIS (1999): **España, Economía: ante el siglo XXI**. Editorial Espasa Calpe.

GARDNER, DAVID (2000): **India's plans to plug the brain drain**. The Financial Times. April, 22.

GARRIGUES & ANDERSEN (2000): **Telecomunicaciones: Estudios sobre Dominio Público y Propiedad Privada**. Marcial Pons Editores.

GATES, BILL (1999): **Los Negocios en la Era Digital**. Como adaptar la Tecnología Informática para obtener el mayor beneficio. Plaza & Janes.

GIDRÓN, GIL y RUEDA, BASILIO (1998): **Nuevos Modelos de Gestión Empresarial. El outsourcing de procesos de negocios**. Círculo de Empresarios.

GIERSCH, HERBERT (1982): **Emerging Technologies: Consequences for Economic Growth, Structural Change and Employment**. Symposium 1981. JCB Mohr (Paul Siebeck). Tübingen.

GILDER, GEORGE (2000): **Tele-Cosm. How infinitive bandwidth will revolutionize our world**. The free press. New York.

GLEICK, JAMES (1987): **Caos. La creación de una ciencia**. Seix Barral. 1ª edición en español 1988. Barcelona.

GOODALL, F.G. (1968): **The story of radio**. Wills & Hepworth Ltd, U.K.

Gómez Acebo & Pombo Abogados (1999): **Comentarios a la Ley General de Telecomunicaciones**. Aranzadi Editorial.

GORDON, ROBERT (2000): **Has the new economy rendered the productivity slow-down obsolete?**. <http://faculty.web.at.nwu.edu/economics/gordon>.

GREENSPAN, ALAN (1999): **"Information, productivity and capital investment"**. Before the Business Council, Boca Ratón, Florida. October 28.

GREENSPAN, ALAN (2000): **"The revolution in information technology"**. Before the Boston College Conference on the New Economy. Boston, Massachusetts. March, 6.

GREENSPAN, ALAN (2000): **"Technological innovation and the economy"**. Before the White House Conference on the New Economy. April, 5.

GREENSPAN, ALAN (2000): **"Structural change in the new economy"**. Before the National Governors Association, 92nd Annual Meeting. State Collage, Pennsylvania. July, 11.

GREENSPAN, ALAN (2000): **"Global challenges. At the Financial Crisis Conference"**, Council on Foreign Relations, New York, New York. July, 12.

GRILICHES, ZUI (1994): “**Productivity, RD, and the Data Constraint**”. American Economic Review. Vol. 84, nº 1. March, 1994.

HALE, DAVID (1999): “**A second chance**” FORTUNE, nobember, 22.

HALL, PETER and PRESTON, PASCHAL. (1988): **La ola portadora**. Nuevas tecnologías de la información y geografía de las innovaciones 1846-2003. Londres. UnwinHymann Publishers.

HANDY, CHARLES. (1990): **The Age of Unreason**. Harvard Business School Press.

HAWKING, STEPHEN W. (1988): **Historia del tiempo**. Del big bang a los agujeros negros. Serie Mayor. Editorial Crítica. Edición 5ª. Barcelona.

HEILBRONER, ROBERT L. (1968): **Vida y doctrina de los grandes economistas**. Editorial Orbis. Edición en español, 1984.

HEILBRONER, R; MILBERG, W. (1995): **The crisis of vision in modern economic thought**. Cambridge, University Press.

HEMPEL, CARL G. (1966): **Filosofía de la Ciencia Natural**. Colección Alianza Universidad. Editorial Alianza. 2ª edición en español 1976. Madrid.

HESELBEIN, F.; GOLDSMITH M. y BECKHARD R. (1996): **The Leader of the Future**. Jossey-Bas Editorial.

HIMANEN, PEKKA (2001): “**The Macker Ethic and the Spirit of the Information Age**”. Prologue by Linus Torvalds and Epilogue by Manuel Castells. Secker & Worburg. London.

HODGSON, GEOFFREY M. (1993): **Economía y Evolución. Revitalizando la economía**. Colegio de Economistas de Madrid. Celeste Ediciones. 1ª edición en español 1995. Madrid.

Ibértica, **Microsoft**. Desafíos Sociotecnológicos del Siglo XXI.

IESE, Universidad de Navarra (2000): “**La Nueva Economía: ¿el final de la historia?**”. Comentarios de Coyuntura Económica. Vol. 2, nº 55.

IESE, Universidad de Navarra (2001): “**Fiebre contagiosa**”. Comentarios de Coyuntura Económica. Vol. 2, nº 57.

IESE, Universidad de Navarra (2001): “**¿Señales contradictorias en Estados Unidos?**”. Comentarios de Coyuntura Económica. Vol. 2, nº 58.

INOSE, HIROSHI y PIERCE, JOHN R. (1984): **Tecnología de la Información y Civilización**. Editorial Labor S.A.

Institute of the History of Natural Sciences (1987). **Ancient China's Technology and Science**. Foreign Languages Press. Second Printing. Beijing. Chinese Academy of Sciences.

Instituto de Estudios de Prospectiva (1990): **El impacto de las Nuevas Tecnologías en la Economía Internacional**. Implicaciones para la Economía Española. Editorial Proagraf S.A.

International Video Federation (2000): **European Video Yearbook 2000/2001**. Screen Digest Limited. October 2000.

Internet Policy Institute (2001): **Informe al Presidente de los EE.UU.** sobre Internet. Edición española. Biblioteca Fundación Retevisión.

JONES, CHARLES I. (1998): **Introducción al crecimiento económico**. Versión española, 1ª Edición, 2000. Prentice Hall. México.

JORDANA, JACINT y SANCHO, DAVID (1999): **Políticas de telecomunicaciones en España**. Editorial Tecnos. Colección de Ciencias Sociales.

JORGENSON, DALE W. y STIROH, KEVIN J. (2000): **Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age**. Harvard University and Federal Reserve Bank of New York.

JORGENSON, DALE W. (2001): "Information Technology and the U.S. Economy". The American Economic Review. March 2001.

KATZ, MICHAEL and CARL SHAPIRO (1985): "Network Externalities, Competition and Compatibility". American Economic Review. Vol. 75.

KATZ, M. and SHAPIRO, C. (1992): "Product Introduction with network externality". The journal of industrial economics. Vol. XL nº 1.

KELLY, KEVIN (1994): **Out of Control**. Addison Wesley Editorial.

KELLY, KEVIN (1998): **New Rules for the new Economy**. 10 radical strategies for a Connected World. Viking Collection. Penguin Books Editorial. USA.

KENNEDY, PAUL (1993): **Preparing for the Twenty-first Century**. Random House Editorial.

KIPPER, BARBARA ANN (1993): **21st Century Synonym and Antonym Finder**. Princeton Language Institute.

KRAMER, RODERICK M., y TYLER, TOM R. (1996): **Trust in organizations**: Frontiers of theory and Research. Sage Publications.

KRUGMAN, PAUL (1994): **Peddling Prosperity**. Norton.

KRUGMAN, PAUL (1997): **El Internacionalismo Moderno**. Editorial Crítica. Barcelona.

JUN, THOMAS S. (1956): **La revolución copernicana**. Ediciones Orbis. Edición en español, 1984.

KUHN, THOMAS S. (1962): **La estructura de las revoluciones científicas**. Colección Breviarios. Editorial Fondo de Cultura Económica. 2ª reimpresión en español. 1977 Madrid.

KUHN, THOMAS S.; POPPER, KARL R.; y otros (1975): **La crítica y el desarrollo del conocimiento**. Actas del coloquio internacional de filosofía de la ciencia celebrado en Londres en 1965. Colección Teoría y Realidad. Editorial Grijalbo. Barcelona.

KUHN, THOMAS (1977): **La tensión esencial**. Fondo de Cultura Económica. 1ª reimpresión en español. 1983.

KURZWEIL, RAY (1999): **The age of spiritual machines**. When computers exceed human intelligence. Viking Penguin Books.

LAKATOS, IMRE (1976): **Pruebas y refutations**. La lógica del descubrimiento matemático. Alianza Editorial. 1ª edición en español 1978.

LAKATOS, I. Y MUSGRAVE A., Editores (1975): **La crítica y el desarrollo del conocimiento**. Actas del Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia celebrado en Londres en 1965. Editorial Grijalbo. Edición 1ª. Barcelona.

LANDES, DAVID S. (1999): **La riqueza y la pobreza de las naciones**. Por qué algunas son tan ricas y otras tan pobres. Editorial Crítica. Barcelona.

Las Ocurrencias (1886): **La cuestión de los teléfonos**. Colección de Artículos. Imprenta Enrique Rubiños. Reedición facsimil, 1986. Madrid.

Lehman Brothers (2001): **“Global Economics: Outlook 2001”**, January

Lehman Brothers (2001): **“Global Economics and Strategy Conference”**, January

LEKACMMAN, ROBERT (1959): **Historia de las doctrinas económicas**. Editorial Víctor Lern. Edición en español 1962.

LEON, GONZALO (2001): PAFET. **Propuestas de Acciones para la Formación de Profesionales de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones**. ANIEL, CCOIT y MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE.

LESSIG, Lawrence (1999): **“El Código, y otras leyes del ciberespacio”**. Colección TauruesDigital. Grupo Santillana de Ediciones. 1ª edición en español 2001.

LEWIN, LEONARD (1992): **Telecommunications: An Interdisciplinary Test**. Artech House Inc. Editorial.

LEWIN, ROGER (1992): **Complejidad**. El caos como generador del orden. Colección Matatemas. Editorial Tusquet. 1ª Edición en español.

LIPSEY, RICHARD G. (1963): **Introducción a la economía positiva**. Editorial Vicens-Vives. 5ª edición en español, 1971.

LITAN, ROBERT. E. y NISKAKEN, WILLIAM A. (1998): **El horizonte digital**. 1ª edición en español de FUNDESCO. 1999.

LONGUET, GERARD (1988): **Telecoms**. La Coquête de Nouveaux Espaces. Dunod Editorial. París.

LÓPEZ VIVES, JUAN CARLOS (2000): **Los nuevos modelos económicos y el fenómeno gratis**. Arthur Andersen. Tecnología, Medios y Telecomunicaciones.

MADDISON, ANGUS (1995): **Monitoring the World Economy 1820-1992**. OCDE. París.

MANDEL, MICHAEL J. & COHN, Laura (1999): **“New math for the new economy”**. Business Week, september, 20.

MANKIW, GREGORY; ROMER, DAVID and WEIL, DAVID (1992): **“A Contribution to the Empirics of Economic Growth”**. Quarterly Journal of Economics. Harvard University.

MAURICE, M.; SELLIER F. y SILVESTRE J-J. (1986): **The social foundations of Industrial Power**. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.

MAYES, DAVID G. (1991): The European Challenge. **Industry’s response to the 1992 programme**. Harvester Wheatsheaf Publishers.

MCLUHAN, MARSHALL (1962): **La Galaxia Gutenberg**. Génesis del homo typographicus. Galaxia Gutenberg. Círculo de lectores. 1ª edición en español 1998. Barcelona.

MCRAE, MAMISH (1995): **The world in 2020**. Power, Culture and Prosperity. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts.

MEURLING, JOHN and JEANS, RICHARD (1994): **The mobile phone book**. The invention of the mobile phone industry. Communications Week International.

MEURLING, JOHN and JEANS, RICHARD (1995): **A switch in time**. AXE-Creating a foundation for the information age. Communications Week International.

Ministry of Research and Information Technology Denmark (1994): **From Vision to Action Infosociety 2000**.

Ministry of Research and Information Technology Denmark (1994): **Info-society 2000**.

Ministerio para las Administraciones Públicas (1991): **La formación de directivos para la modernización de la Administración Pública**.

Ministerio de Transportes, **Turismo y Comunicaciones** (1987): Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT). Secretaría General Técnica.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1992): **Plan Nacional de Telecomunicaciones** (1991-2002). Dirección General de Telecomunicaciones.

Ministerio para las Administraciones Públicas (1992): **La Informática en la Administración del Estado. Informe Reina – 90**.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1993): **La liberalización de las telecomunicaciones en España**.

Ministerio para las Administraciones Públicas (1994): **La Informática en la Administración del Estado. Informe Reina – 93**.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994): **Aspectos fundamentales de la liberalización de las telecomunicaciones**.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994). **Servicios Multimedia en RDSI**.



Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994). **Centros Servidores de Información.**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994). **Intercambio Electrónico de Datos (EDI).**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994). **Teletrabajo.**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994-95). **Estudios de Comunicaciones.**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1995): **Política de Telecomunicaciones en la Unión Europea.**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1995). **Las comunicaciones entre Europa y América 1500-1993.**

Ministerio para las Administraciones Públicas (1995): **La Informática en las Administraciones Públicas. Informe IRIA-94.**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1995-96). **Estudios de Comunicaciones.**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1996): **Telecomunicaciones: (1991-1995).**

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1996-97). **Estudios de Comunicaciones.**

MISES, LUDWIG VON (1966): **La acción humana.** Tratado de economía. Unión Editorial. 5ª edición en español de la 3ª edición en inglés 1995. Madrid.

MOKYR, JOEL. (1990): **The Lever of Riches.** Technological creativity and economic progress. Oxford University Press. Oxford.

MOLERO, JOSÉ (1981) : **El análisis estructural en economía:** ensayos de América Latina y España. Editorial El Trimestre Económico.

MOORE, JAMES F. (1997): **The death of competition.** Leadership and strategy in the age of business ecosystems. Harperbusiness Books.

MUNFORD, LEWIS (1934): **Técnica y Civilización.** Colección Alianza Universidad. Editorial Alianza. Madrid. 4ª reimpresión en español. 1987.

MYRO, RAFAEL (Director); G<sup>a</sup> GRANDE, M<sup>a</sup> Josefa y FERNANDEZ-OTHEO, Carlos M. (Coordinadores) (2000): *Economía europea. Crecimiento, integración y transformaciones sectoriales*. Biblioteca Cívitas de Economía y Empresa. Cívitas Ediciones. Madrid.

MYRO, RAFAEL (2001): **“Competencia, regulación y nueva economía”**. ESPAÑA 2000, UN BALANCE. Colegio de Economistas de Madrid, Marzo 2001.

MYRO, RAFAEL; RUIZ CÉSPEDES, TOMÁS (2001): **‘Nueva economía, vieja estadística’**. ESPAÑA 2000: Un Balance. Colegio de Economistas de Madrid. Marzo 2001.

NEEF, DALE (Editor) (1998): **The knowledge economy**. Butterworth-Heinemann.

NELSON, RICHARD R. (1999): **Making sense of Institutions as a factor shaping economic performance**. Columbia University.

NELSON, R.R.; WINTER S.G. (1982): **An evolutionary theory of economic change**. Harvard University Press.

NOVAK, MICHAEL (1993): **The Catholic Ethic and the Spirit of Capitalism**. Free Press Editorial.

NORA, SIMON and MINC, ALAIN (1980): **La informatización de la sociedad**. Colección popular. Fondo de Cultura Económica. Edición 1<sup>a</sup>.

NORTH, DOUGLASS C. (1981): **Structure and change in economic history**. New York, Norton.

NORTH, DOUGLASS C. and ROBERT P., THOMAS (1973): **The Rise of the Western World**. Cambridge U.K. Cambridge University Press.

NORTON, S. (1992): **“Transaction costs, telecommunications and the microeconomic of macroeconomic growth”**. ECONOMIC DEVELOPMENT AND CULTURAL CHANGE. Vol. 30, n<sup>o</sup> 3.

NÚÑEZ, ANTONIO (1979): **Conversaciones con Faristimo Cordón sobre biología evolucionista**. Ediciones Península.

OECD. Information Computer Communications Policy (1988): **Satellites and Fibre Optics, Competition and Complementarity**. Volume 15. París.

OECD. Information Computer Communications Policy (1989): **Telecommunication Network-Based Services. Policy Implications**. Volume 18. París.

OECD. Information Computer Communications Policy (1990): **Trade in Information, Computer and Communication Services**. Volume 21. París.

OECD. Information Computer Communications Policy (1990): **Performance Indicators for Public Telecommunications Operators**. Volume 22. París.

OECD. Information Computer Communications Policy (1991): **Telecommunications Equipment: Changing Markets and Trade Structures**. Volume 24. París.

OECD. Annual Review (1993): **"Industrial Policy in OECD Countries"**. OECD. París..

OECD. Information Technology Outlook (2000): **"ICT's, E-commerce and the Information Economy"**.

OHMAE, KENICH (1995): **The End of the Nation State**. Free Press Edition.

OHMAE, KENICH (1982): **The Mind of the Strategist**. Mc Graw Hill Edition.

OHMAE, KENICH (1991): **The Boderless World**. Harper Perennial Ed. 1st Edition.

OHMAE, KENICH (1995): **The Evolving Global Economy**. Harvard Business School Press.

OHMAE, KENICH (2000): **The Invisible Continent. Four strategic imperatives of the new economy**. Harvard Business.

OLIVE ROIG, SEBASTIAN (1999): **Primeros Pasos de la Telecomunicación**. Fundación Airtel Móvil.

OLSON, MANCUR (1982): **Auge y decadencia de las naciones**. Crecimiento económico, estafación y rigidez social. Colección Economía. Editorial Ariel. 1ª edición en español 1986. Barcelona.

ONTIVEROS, EMILIO (2001): **La economía en la red**. Nueva economía, nuevas finanzas. Colección Tauruses Digital, Grupo Santillana de Ediciones.

ORMEROD, PAUL (1998): **Butterfly Economics**. A new general theory of social and economic behavior. Pantheon Books. New York.

O' ROURKE, KEVIN H. and WILLIAMSON, JEFFREY G. (1999): **Globalization and history**. The evolution of a nineteenth-century atlantic economy. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.

OWEN PAEPKE, C. (1993): **The Evolution of Progress**. Random House Editorial. New York.

PEIRCE, CHARLES S. (1992): **The essential Peirce**. Selected Philosophical Writing. Edited by Nathan House and Christian Kloesel. Volume I and II. Indiana University Press. Bloomington and Indianapolis.

PENZIAS, ARNO (1989): **Ideas and Information**. Norton.

PENZIAS, ARNO (1996): **Digital Harmony**. Business, Technology and Life after Paperwork. Harper Business Editorial. 1st Paperback Edition.

PENROSE, ROGER (1989): **La nueva mente del emperador**. Mondadori España. 3ª edición. 3ª edición en español 1991.

PÉREZ, LEANDRO (2001): **Las tecnologías de la información en la nueva economía. Una visión para directivos**. Ediciones Díaz Santos.

PERKINS, ANTHONY B. and PERKINS, MICHAEL C. (1999): **The Internet Bubble. Inside the overvalued world of high-tech stocks – and what you need to know to avoid the coming shakeout**. Harper Business Books.

PETITBÓ, AMADEO (2000): **La defensa de la competencia en la época de Internet**. Edición Grupo de Consultoría, Global Strategies.

PIERCE, JOHN R. y INOSE, HIROSHI (1985): **Tecnología de la Información y la Información**. Freeman and Company Publishers.

POPPER, KARL R. (1950): **La sociedad abierta y sus enemigos**. Editorial Paidós. 1ª Reimpresión en español, 1981.

POPPER, KARL R. (1961): **La miseria del historicismo**. Alianza Editorial. 1ª Edición en español, 1973.

POPPER, KARL R. (1962): **La lógica de la investigación científica**. Editorial Tecnos. 4ª Reimpresión en español, 1977.

POPPER, KARL R. (1974): **Búsqueda sin término**. Una biografía intelectual. Editorial Tecnos. 1ª Edición en español, 1977.

POPPER, KARL R. (1982): **El universo abierto**. Un argumento a favor del indeterminismo. Post scriptum a la lógica de la investigación científica. Volumen II. Editorial Tecnos. 1ª Edición en español, 1984.

POPPER, KARL R. (1983): **Sociedad abierta, universo abierto**. Conversaciones con Franz Kreuzer. Editorial Tecnos. 1ª Edición en español, 1984.

POPPER, KARL; LORENZ, KONRAD (1985): **El porvenir está abierto**. Colección Matatemas. Editorial Tusquet. 1ª Edición en español, 1992.

POPPER, KARL R. (1992): **En busca de un mundo mejor**. Ediciones Piados. 1ª Edición en español, 1994.

POPPER, KARL R. (1994): **La responsabilidad de vivir**. Escritos sobre política, historia y conocimiento. Ediciones Paidós Ibérica. 1ª Edición en español, 1995.

POPPER, KARL R. (1994): **El mito del marco común**. En defensa de la ciencia y la racionalidad. Editorial Paidós. 1ª Edición en español, 1997.

POPPER, KARL R. (1994): **El cuerpo y la mente**. Edición Paidós Ibérica. 1ª edición en español 1997.

PORTER, BRUCE D. (1994): **War and the Rise of the State**. Free Press Editorial.

Porter, Michael E. (1991): **La Ventaja Competitiva de las Naciones**. Editorial Plaza & Janes.

PREBISCH, RAUL (1971): **Change and Development Latin American Great Task**. Inter-American Development Bank. 1971.

PRIGOGINE, ILYA (1997): **El Fin de las Certidumbres**. Ed. Santillana-Taurus.

PUTNAM, ROBERT D. (1993): **Making Democracy Work**. Princeton University Press.

QUINN, JAMES B. (1992): **Intelligent Enterprise**. Free Press Editorial.

RAYMOND, ERIC (1996): **"How to Become a Hacker"**. In Raymond, Cathedral and the Bazaar. ([www.tuxedo.org/~esr/faqs/hacker-howto.html](http://www.tuxedo.org/~esr/faqs/hacker-howto.html). First version)

REICH, ROBERT B. (1991): **The Work of Nations**. Simon & Schuster.

REICH, ROBERT B. (2001): **The Future of Success**. Alfred A. Knopf. New York.

REY, R.F. (Technical Editor) (1977): **Engineering and operation in the Bell System**. Second Edition. AT&T Bell Laboratories.

RHEINGOLD, HOWARD (1993): **The Virtual Community**. Addison Wesley Publishing Company.

RIFKIN, JEREMY (2000): “**Napsterizar la economía**”. El País, 8 noviembre.

ROBERTS RUSSELL D. (1994): **The Choice**. A fable of free trade and protectionism. Prentice Hall Editorial.

ROBERTS, EDWARD B. (1998): Gestión de la Innovación Tecnológica. Fundación COTEC para la innovación Tecnológica.

RODBECK, ANNEMARIE and BROEDERS (1993): “**Telecommunications Global Restructuring at Full Speed**”. The Structure of European Industry. H. W. De Jong. (ed).

ROEGER, WERNER (2001): “**The Contribution of Information and communication Technologies to Growth in Europe and the US: A Macroeconomic Analysis**”. Economic Papers Nº 147. European Commission.

ROMER, PAUL M. (1986): “**Increasing Returns and Long-Run Growth**”. Journal of Political Economy. Vol. 94, nº 5. The University of Chicago.

ROMER, PAUL M. (1993): **Implementing a National Technology Strategy with Selforganizing Industry Investment Boards**. National Bureau of Economic Research.

ROMER, PAUL (1994): **New Goods, Old Theory and the Welfare Costs of Trade Restrictions**. National Bureau of Economic Research.

ROMER, PAUL M. (1996): **Why Indeed in América?** Theory, History and the Origin of Modern Economic Growth. National Bureau of Economic Research.

ROSENBERG, NATHAN and BIRDZELL, L.E. Jr. (1986): **How the West Grew Rich?** The economic transformation of the industrial world. Basic Books. Harper Collins Publishers.

ROSENBERG, N.; LANDAN, R. y MOWERY D. (1992): **Technology and the Wealth of Nations**. Stanford University Press. Stanford.

ROSENBERG, NATHAN (1994): **Exploring the Black-Box: Technology, Economics and History**. New York. Cambridge University Press.

SALA-I-MARTIN, XAVIER (2000): **Apuntes de crecimiento económico**. 2ª edición. Antoni Bosch, editor. Barcelona.

SÁNCHEZ, PALOMA (1988): **La empresa española y la exportación de tecnología**. Instituto de Comercio Exterior, Madrid.

SANMARTIN, J.; CUTCLIFFE, S.H.; GOLDMAN, S.L. y MEDINA, M, Editores (1992): **Estudios sobre sociedad y tecnología**. Editorial Anthropos. Barcelona.

SAUNDERS, R.J.; WARFORD, J.J. y WELLENIUS, B. (1983): **Telecommunications and Economic Development World Bank**. 1st Edition.

SAVIOTTI, PIER PAOLO (1996): **Technological Evolution, Variety and the Economy**. Edited by Edward Elgar.

SEELY BROWN, JOHN y DUGUID, PAUL (2000): **The Social Life of Information**. Harvard Business School.

SENGE, PETER M. (1990): **The Fifth Discipline**. Currency and Doubleday Publishers.

SHAPIRO, CARL and VARIAN, HAL R. (1999): **Information Rules**. A strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press.

SHAPIRO, CARL and VARIAN, HAL R. (1998): **Versioning: The smart way to sell information**. Harvard Business Review. Nov – Dec.

SHAPIRO, Andrew L. (1999): **The Control Revolution**. How the Internet is putting individuals in charge and changing the world we know. Public Affairs.

SHREYER, PAUL (2000): "The **contribution of information and communication technology to output growth: A study of the G7 countries**". STI WORKING PAPER 2000/2. OECD.

SCHUMACHER, E.F. (1973): **Lo pequeño es hermoso**. Ediciones Orbis. Edición en español, 1983.

SHUMPETER, Joseph A. (1912): **Teoría del desenvolvimiento económico**. Fondo de Cultura Económica. 5ª Reimpresión en español, 1978.

SCHUMPETER, JOSEPH A. (1942): "**Can Capitalism Survive?**". Harper Colophon Books. First edition 1978 by Roberty Lekarhman.

SCHUMPETER, JOSEPH A. (1942): "**Capitalismo, Socialismo y democracia**". Ediciones Orbis. Edición en español, 1983.

SHUMPETER, JOSEPH A. (1951): **Diez grandes economistas: de Marx a Keynes**. Alianza Editorial. 5ª edición en español.

SHUMPETER, Joseph A. (1954): **Historia del Análisis Económico**. Ediciones ARIEL. Edición en español, 1971.

SCHWARTZ, BARRY (1994): **The Cost of Living**. Norton.

SCHWART, PEDRO (1971): **La definición de ciencia económica por Robbins**: Una crítica. Tercer Simposio de Lógica y Filosofía. Universidad de Valencia. Noviembre 1971.

SCHWARTZ, PEDRO; RODRÍGUEZ BRAUN y MÉNDEZ, Bisate (Editores) (1993): **Encuentro con Karl Popper**. Alianza Editorial.

SCHWARTZ, PETER; LEYDEN, PETER y HYATT, JOEL. (1999): **The long boom**. A vision for the coming. Age of Prosperity. Perseus Books. Reading, Massachusetts.

SIMON, HERBERT A. (1947): **El comportamiento administrativo**. Estudio de los procesos en la organización administrativa. Colección Economía. Editorial Aguilar. Madrid.

SIMON, HERBERT A. (1997): **Designing organizations for an information-rich world**. The economics of communication and information.

Simposio de Burgos (1970): **Ensayos de filosofía de la ciencia en torno a la obra de Sir Karl R. Popper**. Editorial Tecnos.

SLIFER, Stephen (2001): **US Economic Outlook**. Lehman Brothers. January 2001.

SOLOW, Robert M. (1957): **A contribution to the Theory of Economic Growth**. Quarterly Journal of Economics, 70.

SOLOW, Robert M. (1970): **Growth Theory. Second Edition**, 2000. Oxford University Press.

Stewart, Thomas A. (1997): **Intellectual Capital**. Currency and Doubleday Publishers.

STOVE, D.C. (1982): **Popper y después**. Cuatro irracionalistas contemporáneos. Editorial Tecnos. 1ª Edición en español, 1995.

SUÁREZ BERNALDO DE QUIRÓS, Francisco Javier (1992): **“Economías de escala, poder de mercado y externalidades**: Medición de las fuentes de crecimiento español”. Investigaciones Económicas (Segunda Época). Vol. XVI, nº 3.

Thurow, Lester (1992): **La Guerra del Siglo XXI**. Javier Vergara Editor, S.A.

Thurow, Lester (2000): **Building wealth**. The new rules for individuals, companies and nations in a knowledge-based economy. Harper Business.



URGOITI, JUAN MANUEL, coordinador (1999): **Infraestructuras y Crecimiento Económico**. Fundación para el análisis y los estudios sociales..

VEBLEN, THORSTEIN (1990): **The Instinct of word-manship and the state of the Industria Arts**. Transacción Publishers.

VEBLEN, THORSTEIN (1990): **The theory of the Leisure Class**; Transaction Publishers.

WAGENSBERG, JORGE y AGUSTÍ, JORDI, Editores (1998): **El Progreso. ¿Un concepto acabado o emergente?**. Colección Matatemas. Editorial Tusquet. Barcelona.  
Waldrop, Mitchell (1991): **Complexity**. Simon & Schuster.

WALRAS, LÉON (1926): **Elementos de Economía Política Pura**. Alianza Universidad. Edición en español de Julio Segura. 1987.

WANDER, TIM (1988): **2MT WRITTLE: The Birth of British Broadcasting**. Capella Publications.

Weathley, Margaret J. (1993): **Leadership and the new Science**. Berret Koehler Publishers. 3rd Edition.

WEBER, MAX (1905): **“La ética protestante y el espíritu del capitalismo”**. Ediciones Orbis. Edición en español, 1985.

WEBER, MAX (1922): **“Economía y Sociedad”**. Esbozo de sociología comprensiva. Fondo de Cultura Económica. 5ª reimpresión de la edición en español, 1981.

WEBER, MAX (1923): **“Historia económica general”**. Fondo de Cultura Económica. 5ª reimpresión de la primera edición en español, 1974.

WEITHER, SIGFRID V. and GOETZELER, HERBERT (1977): **The Siemens Company – Its Historical Role in the Progress of Electrical Engineering 1847-1980**. Siemens Adtiengese Illschaft and München.

WIENER, NOBERT (1993): **Inventar. Sobre la Gestación y el Cultivo de las Ideas**. Colecciones Matatemas. Fundación” La Caixa”. Ed. Tusquet. 1ª edición en español 1995.

WILLIAMSON, OLIVER E. and WINTER SIDNEY G. (1993): **The Nature of the Firm**. Oxford University Press. Oxford.

WITTGENSTEIN, LUDWIG (1922): **Tractatus Logico-Philosophicus**. Alianza Editorial. 7ª reimpresión en español. 1997.

YOUNG, PETER (1983): **Power of Speech. A History of Standard Telephones and Cables 1883-1983**. George Allen & Unwin Publishers.