

17

Cotec — Economía de  
la innovación:  
Las visiones  
de Ralph  
Landau y  
Christopher  
Freeman

**ESTUDIOS**



**Economía de la innovación:  
Las visiones de Ralph Landau y Christopher Freeman**

**ÍNDICE**

Presentación.....	3
 <b>Competitividad, crecimiento económico y productividad</b>	
Resumen.....	5
Artículo.....	9
 <b>La economía del cambio tecnológico</b>	
Resumen.....	49
Artículo.....	53

## Presentación

En los últimos años ha aumentado enormemente el interés por el estudio económico del proceso de innovación, en gran parte como consecuencia del resultado de diversos estudios, que demuestran que la competitividad de las empresas, el crecimiento económico y, por tanto, la calidad de vida de un país están estrechamente relacionados con su capacidad para introducir con éxito innovaciones tecnológicas.

A continuación, se presentan dos artículos que responden a este nuevo interés por el estudio de la innovación. El primero de ellos, de Ralph Landau, fue publicado en 1991 y lleva por título *Competitividad, crecimiento económico y productividad*<sup>1</sup>; en él se destacan las carencias de las primeras teorías de crecimiento económico y se repasan algunas de las mejoras que se han introducido en los últimos años. También se analizan distintos factores microeconómicos que, según el autor, se deben tener en cuenta para el análisis económico de la innovación. El segundo artículo, de Christopher Freeman, fue publicado en 1998 y se titula *La economía del cambio tecnológico*<sup>2</sup> y supone, en parte, una continuación del trabajo de Landau, dado que describe de manera exhaustiva buena parte de la investigación realizada en los últimos años en el campo de la economía de la innovación, ampliando algunas de las consideraciones microeconómicas que se enumeran en el primer artículo. Sin embargo, los dos trabajos difieren en su enfoque: el primero se centra en el estudio del crecimiento económico desde un punto de vista macroeconómico, mientras que en el segundo se analizan, principalmente, aspectos del proceso de innovación desde una perspectiva microeconómica. En este sentido, ambos trabajos son complementarios.

En el primer artículo Landau revisa las primeras teorías del crecimiento económico y destaca sus principales limitaciones. Además, utiliza datos de Estados Unidos para contrastar algunas predicciones de estas teorías neoclásicas y para mejorar la medición de las aportaciones de los factores de producción –capital y trabajo– al crecimiento. También se abordan algunos de los nuevos desarrollos que nacieron en los años inmediatamente anteriores a la publicación del artículo, entre los que destacan las nuevas teorías de “crecimiento endógeno”. Por último, el autor adelanta distintos factores microeconómicos que resultan fundamentales para el análisis económico de la innovación y en cuyo estudio se ha avanzado considerablemente en los últimos años. Entre las conclusiones del artículo destaca, por encima de todo, la necesidad de combinar tres tipos de capital –físico, intangible y humano– para fomentar el crecimiento económico y la competitividad de las empresas.

En el segundo artículo Freeman realiza un excelente resumen de la investigación sobre el proceso de innovación que se ha realizado en los últimos años. La mayor parte de los trabajos a los que se refiere se pueden agrupar en la corriente neoschumpeteriana. Casi todos tienen un carácter microeconómico, es decir, tratan la innovación en el ámbito de las empresas o en el de las industrias, más que en el conjunto de la economía. Este enfoque responde a la necesidad, expresada en el artículo, de abandonar algunos supuestos demasiado simplificadoros que se realizan en la mayoría de los modelos macroeconómicos. Para ello, se estudia con detenimiento la dependencia entre el

---

<sup>1</sup> Título original: *How competitiveness can be achieved: fostering economic growth and productivity*. Publicado en *Technology and economics*, National Academy Press, Washington, D.C., 1991.

<sup>2</sup> Título original: *The economics of technical change*. Publicado en Archibugi, D. y J. Michie (eds.), *Trade, Growth and Technical Change*, Cambridge University Press, 1998.

proceso de innovación –tecnológica o no– y las decisiones de los agentes que participan en el proceso innovador. Se destaca la importancia de las características específicas de cada empresa a la hora de determinar su capacidad innovadora, así como la necesidad de estudiar los factores del entorno que la afectan, que forman parte del sistema nacional de innovación.

## **“Competitividad, crecimiento económico y productividad”. Ralph Landau (1991)**

### **Resumen**

Este artículo se escribió en un momento en el que existía una intensa preocupación en Estados Unidos por la evolución de su economía y por el rápido ascenso de Japón, que mejoraba constantemente en términos de competitividad. Hoy en día, tras el prolongado período de crecimiento en Estados Unidos y el profundo estancamiento de la economía japonesa, las cosas son muy diferentes. Sin embargo, las conclusiones del debate que se produjo en aquel momento siguen siendo útiles en muchos aspectos.

Landau comienza su artículo analizando algunos aspectos de la evolución de la economía de Estados Unidos tras la Segunda Guerra Mundial. Algunos de ellos no se pueden analizar adecuadamente si se utiliza el marco de las primeras teorías de crecimiento económico (Solow, 1956), en las que, según el autor, se emplean supuestos excesivamente simplificadores sobre el papel del cambio tecnológico como determinante del crecimiento. De hecho, en estos primeros modelos se consideraba que la tecnología era exógena, es decir, aunque se consideraba que el progreso técnico era una de las variables fundamentales para determinar el crecimiento, no se especificaban ni su origen ni su dependencia de las decisiones y de la interacción entre diversos agentes.<sup>3</sup>

En el siguiente apartado, Landau repasa los primeros análisis empíricos basados en este modelo, que mostraron que las tasas de crecimiento de los *inputs* en Estados Unidos no eran, por sí solas, suficientemente grandes para explicar los incrementos de la producción. En el contexto de los modelos neoclásicos, la única explicación de este fenómeno es que la producción creció debido a cambios tecnológicos exógenos, que el modelo no explica. Por lo tanto, se denominó a la parte del crecimiento que no se podía atribuir al aumento del uso de los factores de producción “progreso técnico” (o “Residuo de Solow”). Paradójicamente, dado el tamaño de este residuo, se concluyó que el progreso técnico era el principal determinante del crecimiento económico y, sin embargo, en los modelos no se decía nada acerca de los mecanismos por los que se produce el cambio tecnológico.

Landau repasa algunos intentos de los economistas para mejorar este resultado: por una parte, diversos estudios trataron de introducir el cambio tecnológico en los modelos de crecimiento de una manera explícita, abandonando el supuesto de exogeneidad de la tecnología. Por otra, se intentó medir de una manera más precisa algunas variables, como las economías de escala y los factores de producción, para tratar de reducir el residuo.

El autor repasa algunas de las nuevas aportaciones que, a principios de los años noventa, empezaron a considerar el papel de la tecnología en el crecimiento económico y sus efectos sobre la competitividad de las empresas –que se conocen como modelos de

---

<sup>3</sup> Otros supuestos discutibles de estos modelos son la existencia de rendimientos decrecientes del capital y competencia perfecta en los mercados, así como la consideración de los factores de producción –capital y trabajo– como *inputs* homogéneos, con lo que las diferencias en la calidad de estos factores no se tienen en cuenta.

“crecimiento endógeno”-. En estos nuevos modelos la tecnología era una variable endógena, de manera que dejaba de ser “maná caído del cielo” para convertirse en el resultado de las decisiones de las empresas que, utilizando los conocimientos científicos disponibles, invierten en actividades de I+D para conseguir desarrollar innovaciones comercializables en el mercado (Romer, 1990, es buen ejemplo de estos modelos). Además, Landau señala otras deficiencias de los modelos neoclásicos de crecimiento económico, que realizan supuestos poco plausibles sobre la realidad microeconómica, como la homogeneidad de las empresas.

Posteriormente, tras dedicar un pequeño apartado a comparar el crecimiento de las economías norteamericana y japonesa, el autor dedica un punto a explicar su propio análisis de las fuentes del crecimiento, realizado con datos de Estados Unidos. Para ello, utiliza el marco del modelo neoclásico, eliminando el supuesto de que los factores de producción –capital y trabajo– son homogéneos, con el objetivo de mejorar la medición del incremento de estos *inputs*. Por tanto, al medir la tasa de crecimiento de los factores, no solamente se tiene en cuenta la cantidad de trabajo o capital, sino que, empleando multitud de indicadores, también se consideran las mejoras en su calidad, de manera que se consiguen medidas del aumento de la calidad de los bienes de equipo utilizados para la producción y del capital humano que interviene en ella. Los resultados muestran que el cambio en la calidad de los factores es fundamental para explicar el crecimiento en Estados Unidos entre 1947 y 1985.

En el siguiente apartado, Landau recoge el reconocimiento por parte de Robert Solow de que su teoría no refleja el papel de la tecnología y de la inversión en capital en el proceso de crecimiento económico. De hecho, la experiencia demuestra que no se puede medir la inversión en términos de puras adiciones de capital homogéneo, sino que se deben tener en cuenta, como ya se ha mencionado en el párrafo anterior, las mejoras en la calidad: el hecho es que el nuevo capital incorpora nueva tecnología. Si se tiene esto en cuenta, entonces la contribución del capital al crecimiento es mucho mayor de lo que predice el modelo.

Otra de las desventajas del enfoque de Solow es que solamente tiene en cuenta las proporciones en las que el capital, el trabajo y la tecnología intervienen en el proceso de producción. Sin embargo, olvida la importancia de la tasa conjunta de crecimiento de estas tres variables. Landau defiende la necesidad de estudiar el crecimiento de las economías desarrolladas como el resultado de la conjunción de tres tipos de capital: capital físico, capital humano –que se refiere a la “calidad” de los trabajadores– y capital intangible –en el que se incluyen los conocimientos tecnológicos de las empresas–. Estos tres tipos de capital son piezas de un solo proceso, entre las que existen múltiples relaciones.

A continuación, Landau destaca la importancia para el crecimiento económico de otros factores relacionados con el entorno del país. Entre ellos destacan las políticas macroeconómicas, la predictibilidad de las políticas, la fiabilidad del sistema legal del país, la capacidad del sistema educativo, la política de ciencia y tecnología y la estructura del sistema financiero.

También se realizan algunas consideraciones microeconómicas que se deben tener en cuenta para entender el papel de la innovación en el crecimiento económico, que en la mayoría de los casos tienen que ver con el comportamiento, la estrategia y la estructura

interna de las empresas. La mayoría de estos temas no se empezaron a estudiar con profundidad hasta principios de la década de los años noventa y en algunos de ellos se han realizado avances significativos.

En primer lugar, el autor señala que, para que se produzca innovación tecnológica, no es suficiente la investigación científica, dado que, para obtener beneficios, se deben explotar sus resultados de manera que sean comercializables. Landau destaca que algunos países –como Japón– han conseguido realizar innovaciones aprovechando la base científica general y utilizando la capacidad de sus ingenieros para realizar desarrollos propios y su habilidad para crear nuevas técnicas de comercialización.

También destaca que las empresas pueden acudir a diversas fuentes externas para obtener la tecnología que necesitan. Entre ellas, se encuentran los contratos de licencia, los *joint ventures* con otras empresas –competidoras o no– y los contratos con centros públicos de investigación. Estos mecanismos son especialmente importantes, dado que no todas las empresas tienen la capacidad de realizar actividades internas de I+D debido, por ejemplo, a su insuficiente tamaño.

Además, señala, se tiende en exceso a pensar en la innovación en términos de productos o procesos completamente nuevos, pero no se tienen suficientemente en cuenta las pequeñas reducciones de coste subsiguientes o las mejoras –innovaciones incrementales–. Muchas veces, estos pequeños cambios son fuente de importantes beneficios si se comercializan correctamente.

Todo este proceso requiere que los ingenieros y el resto de trabajadores implicados en el proceso de I+D tengan una preparación adecuada para ajustarse al proceso competitivo, que se caracteriza por la velocidad de ajuste a los cambios en la demanda, el acortamiento de los ciclos de producto y la mayor atención a la calidad. Además, insiste en el hecho de que los gestores también deben capacitarse para utilizar las ventajas que la tecnología confiere en el mercado, lo cual requiere desarrollar una visión de la empresa a largo plazo.

Por último, entre los factores microeconómicos, Landau destaca la importancia de dos elementos del entorno de las empresas que condicionan su éxito en el proceso innovador: por una parte, destaca la importancia del sistema educativo, tanto en el nivel secundario como en el universitario, que debe proveer a las empresas de un capital humano capacitado; por otra, señala la importancia que para el proceso de innovación tiene la existencia en el país de un sistema financiero suficientemente desarrollado, en el que existan herramientas adecuadas para financiar el proceso innovador.

El artículo concluye resaltando el principal resultado de toda la reflexión: para llevar adelante el proceso innovador, es fundamental que se invierta al mismo tiempo en capital físico, en capital humano y en capital intangible. Landau destaca la importancia de la inversión en capital físico que, en el contexto del modelo neoclásico, no estimula el crecimiento debido a los rendimientos decrecientes del capital. En la realidad, a pesar de que el incremento de la productividad que provoca la inversión se produce solamente de una manera gradual, si esta inversión se realiza eficientemente en las industrias más avanzadas, en las que el esfuerzo de I+D es mayor, entonces la inversión afectará de una manera muy positiva a la economía.



Las actividades de I+D y el diseño creativo son capital intangible, en la medida en que se espera que se utilicen para producir nuevos productos o procesos. Este capital intangible supone, a su vez, un incentivo para la inversión en capital físico, dado que la existencia de una nueva tecnología estimula la adquisición de nuevos equipos. La inversión, por su lado, estimula la realización de más I+D y aprendizaje creativo. De una manera similar, mejoras en la calidad del trabajo –conocimientos, habilidades y formación– son tanto una exigencia como un estímulo para el cambio tecnológico y constituyen, al mismo tiempo, otra forma de inversión: capital humano. Todo este proceso, con múltiples interacciones, se caracteriza por el papel de la tecnología que, al contrario de lo que sucede con la inversión en capital físico y humano, cuya contribución a la producción es más directa, tiene un efecto multiplicador: una “externalidad”, que contribuye a que las tres piezas interactúen, estimulando la innovación y, en definitiva, la competitividad de las empresas y el crecimiento del país.

## **“Competitividad, crecimiento económico y productividad”. Ralph Landau (1991)**

### **Introducción**

Aunque a menudo oímos hablar de la falta de competitividad de Estados Unidos, pocas veces se define este concepto, excepto en términos de balanza comercial y de cuota de mercado. Es obvio que el país podría mejorar su balanza comercial si disminuyeran los salarios y el nivel de vida de los trabajadores estadounidenses, situándose en los niveles de México, China o Brasil, pero esto no haría que Estados Unidos fuese un país más competitivo. Se debería entender por competitividad la capacidad de mantener, en una economía global, un crecimiento de la calidad de vida de la población y una justicia distributiva socialmente aceptables, al mismo tiempo que se provee eficientemente de empleo a quienes desean trabajar. Éste debería ser el principal objetivo de las políticas públicas. Además, todo ello se debería hacer sin reducir el potencial aumento en la calidad de vida de las generaciones futuras, lo cual restringe el endeudamiento exterior, o el uso excesivo de los impuestos u obligaciones de pago futuros, como pago por un mayor nivel de vida de las generaciones presentes. Como se comentará posteriormente, en los países industrializados estos criterios de competitividad generalmente se han identificado con el incremento en la productividad del trabajo, del que Estados Unidos ha sido líder en la mayor parte del siglo y lo sigue siendo en niveles absolutos.

Si se pudiera aislar la economía americana, de manera que las balanzas comerciales no fueran significativas y las necesidades domésticas de capital se cubrieran con ahorro interno, estos criterios de crecimiento seguirían siendo aplicables y sería más fácil ajustar las políticas, como la fijación de los tipos de interés y la inflación, a las preferencias domésticas. Sin embargo, en la actualidad el comercio de bienes y servicios, es decir, la suma de las exportaciones más las importaciones, supone casi un 20% del PNB y, en 1989, las importaciones de capital ascendieron aproximadamente a cien mil millones de dólares, por lo que ya no es posible escoger las políticas libremente. El país debe ser capaz de pagar sus importaciones esenciales –de bienes, servicios y capital– con exportaciones y, por lo tanto, no se puede separar la competitividad internacional del crecimiento del nivel de vida interno. Es importante examinar brevemente los cambios en la economía internacional desde la Segunda Guerra Mundial para entender tanto esta creciente interdependencia económica entre distintos países, como los cambios en la visión de los economistas sobre las opciones de política más apropiadas para esta nueva situación.

Durante los veinticinco años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos disfrutó de un horizonte económico prácticamente ilimitado. Impulsado por su liderazgo inicial, el producto interior bruto en términos reales de Estados Unidos –que difiere ligeramente del producto nacional bruto por la omisión de las rentas netas del exterior–, se triplicó desde 1950 y la renta *per cápita* casi se dobló. Mientras tanto, el PIB mundial se cuadruplicó, gracias en parte a la ayuda de Estados Unidos tras la guerra. Estados Unidos cubrió las necesidades domésticas de capital con ahorro interno, exportó capital a los países en recuperación y utilizó la política macroeconómica para ajustar la demanda a las fluctuaciones cíclicas. La oferta era capaz de valerse por sí misma, gracias a la vigorosa actividad del sector privado.

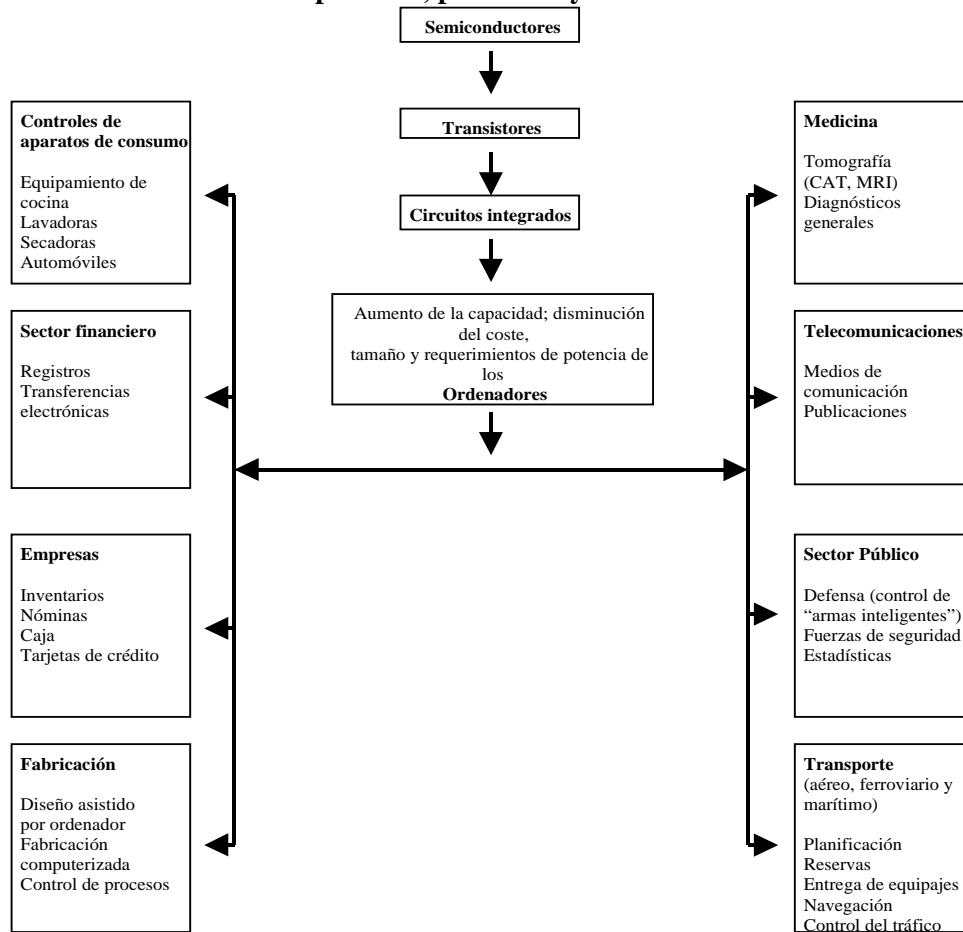
En este período, el comercio mundial se multiplicó por siete y contribuyó a este considerable crecimiento económico. De hecho, la evidencia empírica indica que una economía cerrada es, en último término, una economía de crecimiento lento (Grossman y Helpman, 1990). Existen ventajas asociadas a una mayor participación en la economía mundial, como la posibilidad para los países de especializarse en áreas particularmente ventajosas para ellos, incluso en el caso de que otros países hayan mejorado y se hayan convertido en fuertes competidores. El comercio permite aprovechar las economías de escala, y aumenta el nivel de bienestar de los consumidores, que pueden escoger entre un mayor número de bienes y servicios de mayor calidad. Además, el comercio ofrece más oportunidades para explotar los éxitos de la investigación de un país en el exterior, primero mediante el comercio y posteriormente por su uso en las industrias de otros países. Estas ventajas pueden ser todavía mayores si el resto del mundo prospera y provee de mercados adicionales a nuestros bienes, servicios e inversiones.

Sin embargo, está claro que el escenario de las empresas y los empresarios estadounidenses ha cambiado. El capital internacional y los flujos de tecnología se han convertido en globales y en muchos casos son prácticamente instantáneos. Por lo tanto, la libertad para controlar la evolución del país, que anteriormente se daba por sentada, se ve cada vez más restringida por la disciplina de los mercados internacionales de capital, bienes y servicios. Por otra parte, las políticas monetaria y fiscal, así como la comercial, la legal, la impositiva, la financiera y muchas otras, varían enormemente entre países.

Al mismo tiempo, se continúan desarrollando extraordinariamente nuevas tecnologías que prometen aumentar sustancialmente el nivel de vida global. La era de los ordenadores se acaba de iniciar, pero éstos ya han penetrado ampliamente en la sociedad (gráfico 1). Las telecomunicaciones por satélite y la fibra óptica están interconectando el mundo entero a una velocidad cada vez mayor. La robótica permite eliminar tareas arriesgadas o muy repetitivas. La revolución de la biotecnología acaba de empezar, pero su potencial para mejorar la salud y aumentar la productividad de la agricultura y de la industria ya son inmensas. Los superconductores jugarán un papel crucial en el siglo XXI; los nuevos materiales se están introduciendo en áreas tan diversas como la medicina y la industria aeroespacial: los nuevos catalizadores y los fármacos están mejorando la eficiencia de la industria. Muchos de estos desarrollos son estadounidenses. Ser un científico o un tecnólogo hoy en día es estar en la frontera de la exploración y las aspiraciones humanas, pero debemos ser conscientes de las limitaciones científicas y sociales de tan estimulantes perspectivas.

Entre 1870 y 1984, la tasa media del crecimiento del PIB del país fue de un 3,4% anual; si se toma desde 1948 hasta la actualidad, el crecimiento ha sobrepasado este nivel. Este crecimiento se debió a un aumento de aproximadamente un 2% anual en el ingreso real por persona, mientras que el incremento restante fue debido al crecimiento de la población. El nivel de vida casi se dobló entre generaciones. Estados Unidos superó al Reino Unido, que anteriormente era la primera potencia industrial. Su renta *per cápita* creció a una tasa de solamente un 1% anual y hoy en día no es ni siquiera el líder del Mercado Común. Por otro lado, Japón ha sobrepasado recientemente la tasa de crecimiento de Estados Unidos y se ha convertido en la segunda economía del mundo, con un incremento anual del PIB del 6,9% en términos reales entre 1952 y 1987.

**Gráfico 1. El impacto de la tecnología sobre el desarrollo económico: nuevos procesos, productos y servicios.**



Fuente: *The Technological Dimensions of International Competitiveness*. Preparado por el *Comitee on Technology Issues that Impact International Competitiveness*, de la *National Academy of Engineering*, Washington, D.C., 1988, p. 14.

Estos considerables cambios muestran la importancia de las tasas de crecimiento a largo plazo. Diferencias de unas pocas décimas, que podrían parecer poco importantes a corto plazo, significan un enorme logro social y económico cuando se analizan en un período más dilatado. Por ejemplo, un incremento de solamente un 2,5% en la tasa de crecimiento del PIB permitirá doblar la renta *per cápita* en menos de treinta años (una generación). Por tanto, debe preocupar el hecho de que desde 1979, la tasa de crecimiento real del PIB en Estados Unidos haya sido, en media, de solamente un 2,75%, con sustanciales fluctuaciones entre año y año, mientras que la renta real *per cápita* se ha mantenido prácticamente constante, a pesar de un proceso de recuperación económica de casi siete años. ¿Seguirá Estados Unidos el camino del Reino Unido, mientras que Japón y el lejano oriente, o la Europa post-1992 –ayudada por la aparición de nuevos mercados en la Europa del Este– lo superan? ¿Puede mantener su preponderancia económica y el liderazgo estratégico que su posición única de potencia económica y militar le exige? La respuesta a esta pregunta no está clara, lo cual es razón suficiente para preocuparse.

Tanto la evidencia económica como la experiencia histórica parecen indicar que no se consigue un crecimiento económico sostenido haciendo solamente más de lo que ya

estamos haciendo, aunque en una economía global debemos capitalizar las tecnologías existentes de una manera más completa y rápida que nunca. Durante cien años, nuestra economía creció porque hicimos las inversiones en capital necesarias para explotar grandes descubrimientos, como la maquinaria, el motor eléctrico, la exploración y el refinamiento de petróleo y los semiconductores, por nombrar sólo algunos ejemplos. La reciente ralentización de nuestro crecimiento no puede atribuirse a la falta de nuevas oportunidades de inversión en la actualidad. Para conseguir un crecimiento económico más rápido, se deben hacer realidad las posibles aplicaciones de las nuevas tecnologías, pero para ello es necesario tener en cuenta las realidades históricas en las que se aplica la nueva tecnología.

## **El papel del cambio tecnológico en el crecimiento**

Estados Unidos consiguió su crecimiento de la renta real *per cápita* (1) utilizando más recursos y (2) obteniendo más producción por unidad de recursos (aumento de la productividad) ¿Qué parte del crecimiento a largo plazo se puede atribuir a cada uno de estos elementos? En los años cincuenta aparecieron distintos estudios que indicaban que el crecimiento económico a largo plazo –desde la Guerra Civil– no fue debido a una mayor utilización de recursos –capital y trabajo–, sino que una parte importante de este aumento de la producción (85%) se debió al uso más eficiente de estos recursos. Muchos denominaron cambio tecnológico a la parte residual del crecimiento del producto que no se puede atribuir al crecimiento de los factores observado en la economía y, por lo tanto, identificaron el cambio tecnológico con el crecimiento de la productividad. Sin embargo, la productividad se ve afectada por muchos elementos sociales, educacionales y organizativos, así como por las economías de escala y la distribución de los recursos. Moses Abramovitz de la Universidad de Stanford (1956), que publicó algunos de los primeros estudios de esta naturaleza, lo calificó como “una medida de nuestra ignorancia”.

Tras este trabajo, en los años sesenta y setenta aparecieron detallados estudios de “contabilidad del crecimiento”, basados en la teoría neoclásica de Robert Solow (1957) del MIT. Según esta teoría, en el estado estacionario a largo plazo de una economía perfectamente competitiva, la tasa de crecimiento de la economía es independiente de la tasa de ahorro (o de inversión); en otras palabras, el crecimiento es independiente de la parte de producto que se invierte. Estos estudios, realizados por Edward Denison de la *Brookings Institution*, Zvi Griliches y Dale Jorgenson de la Universidad de Harvard, y John Kendrick de la Universidad George Washington, trataron de reducir el residuo, identificando algunos de sus componentes y midiendo los factores de producción de una manera más exacta.

En todos estos estudios, el aspecto más extraño era que las tasas de crecimiento de los países industrializados constituían un importante fenómeno económico: un tributo al comportamiento dinámico de las economías capitalistas, especialmente significativo a la vista del colapso de las economías socialistas en los años ochenta y de la revisión de las tasas de crecimiento soviéticas a un nivel estable o decreciente. A pesar de ello, se asumió que la tecnología era *exógena* y no un producto de una actividad económica

tradicional, de manera que parecía imposible comprender una parte fundamental de este considerable logro, que se generaba en algún lugar fuera de la economía.

Los economistas respondieron a este reto estudiando la economía americana desde diversas perspectivas. Algunos integrantes del grupo anteriormente mencionado trataron de relacionar el cambio tecnológico con variables económicas y, por tanto, intentaron, mediante diversas aproximaciones, endogeneizar o integrar los fenómenos que se habían medido en el resto de la economía. El residuo era un resumen, en el nivel agregado o macroeconómico, de las fuerzas que actúan en el ámbito microeconómico de las empresas y los individuos y, por lo tanto, era una parte de la economía. Sin embargo, la parte no explicada siguió siendo preocupantemente grande y variable, y en estos trabajos se utilizaron muchos supuestos y elementos intuitivos.

Otro grupo de economistas se preocupó por los temas de medida, suponiendo que si variables económicas como las economías de escala y la cantidad y calidad de los factores de producción se medían correctamente, se podría reducir el residuo. Obviamente, dado que en los años más recientes se dispuso de mejores datos y metodologías, este trabajo, descrito en el libro de Jorgenson y Landau, *Technology and Capital Formation* (1989), redujo el residuo, pero éste no desapareció. Este hecho se podría atribuir a que existen variables no recogidas, como la adquisición de capital humano, diversos factores sociales y políticos y también, tal y como hemos demostrado en nuestro detallado estudio de la industria de procesos químicos (Landau, 1989a; Rosenberg y Landau, 1989) a una infrautilización de la capacidad en algunas ocasiones, que ha tenido una influencia muy negativa sobre la productividad. Ciertamente, ninguno de estos métodos está libre de supuestos, aunque ahora se requiere un número menor de ellos.

De todas maneras, utilizando cualquiera de las dos aproximaciones, sigue existiendo un residuo significativo, cuyas grandes fluctuaciones son difíciles de explicar. Además, la extrapolación de la infinita variedad de actividades económicas en el ámbito microeconómico a la economía macro mediante el uso de estos métodos suponía un destacable acto de fe, o bien los modelos eran demasiado simplificadores para explicar el funcionamiento de la “caja negra” del cambio tecnológico en las empresas y, por tanto, no aclaraban lo que se podía o debía hacer para incrementar las tasas de crecimiento, que, al fin y al cabo, es lo que importa.

De hecho, el principal supuesto de la macroeconomía neoclásica actual sobre el mundo microeconómico es el que se utiliza en los libros de texto, asumiendo que las empresas son agentes homogéneos que maximizan, cuya historia, estructura interna y características no son examinadas, o al menos no son la parte fundamental del análisis. Esta visión estática implica que el aprovechamiento de las economías de escala y la eliminación de las ineficiencias son factores cruciales. Este tratamiento de las empresas es necesario para el análisis macroeconómico, pero, al utilizarlo, se eliminan los elementos esenciales del problema de la comercialización de la tecnología. Tampoco se presta atención a cómo se pueden gestionar las empresas para que sean más competitivas en los mercados internacionales. Este es un mecanismo de crecimiento mucho más poderoso que el modelo de eficiencia estática, porque implica la continua introducción de nuevos productos, procesos y servicios que elimina cualquier supuesto estado estacionario. Si los libros de economía están en lo cierto, ¿por qué la literatura sobre empresas está tan llena de casos sobre cómo empresas o industrias diferentes

están teniendo éxito o fracasando en los mercados domésticos e internacionales? A pesar de sus imperfecciones, los mercados de capitales reconocen esta variabilidad de los resultados. Esta es una paradoja que la teoría de crecimiento convencional no puede resolver.

En los últimos años, algunos fenómenos nuevos de escala internacional han empezado a llamar la atención de los economistas, cuyo grado de comprensión del proceso de crecimiento ha mejorado. En las dos últimas décadas, fuera del bloque socialista, han tenido lugar algunas divergencias fascinantes en las tasas de crecimiento de distintos países, como muestran el ascenso de los “dragones” asiáticos, el declive económico de los países sudamericanos y africanos y, sobre todo, la extraordinaria recuperación de Japón tras la devastación de la Segunda Guerra Mundial. Además, en los años setenta, se produjo una reducción del crecimiento casi universal, seguida de una cierta recuperación en la década de los ochenta. Mientras tanto, se producían avances en la teoría económica. Ya en 1962, Keneth Arrow, de la Universidad de Stanford, señaló el camino hacia una mejor comprensión de este fenómeno. Para eliminar el supuesto de exogeneidad del cambio tecnológico y contemplar la posibilidad de un crecimiento sostenido y con fluctuaciones –como el que se observa en la realidad–, debe haber alguna no convexidad en los procesos de producción, generada por el cambio tecnológico endógeno. De estas evidencias de orden internacional empezó a surgir la economía del desarrollo y la del crecimiento. Esta línea de trabajo ha sido encabezada recientemente por Robert Lucas (1988) y Paul Romer (1986; 1987a,b; 1989a,b; 1990) de la Universidad de Chicago, y ha sido apoyado en muchos artículos y discursos enviados al simposium celebrado con motivo del 65 cumpleaños de Robert Solow en el *Massachusetts Institute of Technology*. Estos apoyos provinieron de Joseph Stiglitz y Robert Hall, de la Universidad de Stanford, Frank Hahn de la Universidad de Cambridge y Avinash Dixit de la Universidad de Princeton. Además, Richard Nelson (1981, 1982), de la Universidad de Columbia, ha elaborado una nueva teoría evolutiva del crecimiento, que tiene muchas similitudes con el trabajo de Lucas y Romer. Gene Grossman y Elhanan Helpman (1990) de la Universidad de Tel Aviv también apoyan estas nuevas tendencias en las teorías del crecimiento y del comercio internacional. Estos nuevos trabajos hicieron renacer el interés por los rendimientos crecientes a escala como uno de los factores que inciden en el crecimiento, especialmente en el caso las economías menos desarrolladas, e introdujeron complicados modelos de equilibrio general en las teorías de crecimiento. Pero las economías de escala también son importantes en las economías desarrolladas, particularmente en algunas industrias en las que las empresas americanas son fuertes, como la aeronáutica, la química, la de maquinaria y la de vehículos de motor (Lipsey, 1990). El residuo desaparece, pero es sustituido por el postulado de la existencia de efectos externos o *spillovers*, es decir, se supone que las inversiones de todo tipo se influyen entre ellas. Estos modelos también asumen competencia imperfecta, que es necesaria para que, tal y como ocurre en la realidad, las patentes y la financiación privada de la I+D jueguen un papel importante. Estos trabajos devuelven a la teoría del crecimiento algunos de los conceptos clave que ya trataron Evsey Domar del MIT y Roy Harrod de la Universidad de Oxford (Eatwell *et al.*, 1987), antes incluso de las publicaciones de Solow, aunque por supuesto de una manera más sofisticada.

Nuestras observaciones prácticas de la economía van en la dirección de este concepto. En nuestros estudios sobre las industrias petrolíferas y químicas, describimos cómo la invención de la cadena de montaje por parte de Henry Ford llevó al desarrollo del refino

del petróleo, ayudado por la mejora en la ingeniería química, que a su vez llevó a la expansión de las industrias químicas y petroquímicas, primero en Estados Unidos y después en el exterior. La introducción de los ordenadores ha tenido efectos comparables, si no superiores. Jeffrey Bernstein de la *Carleton University* y M. Ishaq Nadiri de la Universidad de Nueva York midieron los *spillovers* en las industrias de alta tecnología, y concluyeron que eran sustanciales en casi todos los casos para el capital de I+D. También midieron las tasas de rentabilidad del capital físico y del capital de I+D y mostraron que las de este último son mayores. Sin embargo, es complicado incluir una visión microeconómica detallada en estos modelos y todavía queda mucho por hacer.

Por lo tanto, percibimos dos importantes modificaciones de la teoría neoclásica de Solow en el reciente trabajo en la teoría del crecimiento, que afectan tanto a la investigación económica como a sus implicaciones sobre las políticas: (1) se refiere al equilibrio estacionario a largo plazo de la economía y no necesariamente a desafíos más inmediatos en períodos menores de veinticinco o cincuenta años, en los que la economía está en una etapa transición dinámica de desequilibrio; y (2) en una economía madura como la americana la tecnología es endógena.

Desde nuestro punto de vista, otras deficiencias de la teoría neoclásica son la no inclusión en el modelo del capital público, del *stock* de capital de I+D, del creciente grado de apertura de la economía y el comercio, de la obsolescencia tecnológica prematura por cambios externos, de los diferentes tipos de *stock* de capital, que en la realidad no son perfectamente sustituibles entre ellos y, por último, el supuesto de que existen rendimientos constantes a escala en la producción. Los mercados no son siempre perfectamente competitivos como el modelo neoclásico postula; de hecho, a menudo la competencia es schumpeteriana –innovadora, empresarial– y es una fuerza mucho más poderosa para el crecimiento que la clásica competencia en precios. Las empresas han descubierto que las guerras de precios son poco atractivas, especialmente en el área de la competencia internacional e intentan centrarse, cuando es posible, en aquellas formas de competencia para las que existen más beneficios potenciales, esto es, en el desarrollo de nuevos productos y procesos. Por supuesto, hay muchos mercados de bienes en los que existe competencia en precio. Sin embargo, particularmente en las empresas manufactureras que se muestran en la tabla 1, los esfuerzos de los gestores se centran en diferenciarse a sí mismos distinguiendo su producto, utilizando tecnologías mejores y menos costosas en sus procesos de producción y utilizando estrategias de financiación que ofrezcan mejores resultados. Existen industrias intensivas en investigación que de forma colectiva realizan el 95% de las actividades de I+D en Estados Unidos y en las que se introducen productos continuamente y se produce un rápido cambio tecnológico. Robert Hall (1992), de la Universidad de Stanford, ha estudiado la relación entre el precio y el coste marginal para muchas industrias americanas. Muestra que las empresas a menudo fijan precios por encima del coste marginal, lo cual se debe interpretar en los términos de las teorías de oligopolio y de diferenciación de producto. Concluye diciendo que la evidencia en contra de la competencia pura es razonablemente convincente.

Nuestro reciente y detallado estudio de las industrias de procesos químicos en Estados Unidos confirma las conclusiones de Hall e ilustra la riqueza de estas motivaciones y el consiguiente crecimiento de esta industria a escala mundial, que ha permitido que tenga una balanza de pagos positiva en la etapa de postguerra. Es una de las dos mayores industrias manufactureras –la otra es la aeronáutica–. Como muestran nuestras



investigaciones, no todas las industrias han tenido el mismo éxito, lo que es un ejemplo del problema que supone estudiar solamente el crecimiento macroeconómico.

**TABLA 1. Industrias con mayor inversión en I+D (más de mil millones de dólares). Estimaciones de 1989**

Industria	Gasto en I+D (miles de millones de dólares)		
	Total	Financiación Privada	% Financiación privada
1. Aeroespacial	19.16	3.45	18
2. Material eléctrico y comunicaciones	18.55	10.57	57
3. Maquinaria	12.13	10.43	86
4. Química	11.52	11.17	97
5. Material de transporte	11.41	9.47	83
6. Instrumentos profesionales y científicos	6.52	5.54	85
7. Productos petrolíferos	2.09	2.07	99
8. Productos de caucho	1.24	0.93	75
9. Alimentos y bebidas	1.17	1.17	100
<b>Total</b>	<b>83.79</b>	<b>54.8</b>	

Nota: el gasto total en I+D de Estados Unidos se estima en 129.200 millones de dólares, de los cuales 92.700 corresponden a la I+D realizada en por la industria (el 67% proviene de las compañías y el resto del gobierno).

Fuente: Battelle Memorial Institute.

Estas limitaciones teóricas hacen que la comprensión de las tendencias cambiantes en el crecimiento de una década a otra requiera estudios empíricos comparativos entre países en períodos de tiempo más cortos, para servir de guía a las políticas nacionales.

### **Crecimiento en Japón y Estados Unidos**

En primer lugar, examinemos la evolución relativa de Estados Unidos y Japón, que nos permite obtener algunos contrastes reveladores. Desde mitad de los años sesenta, el crecimiento de la productividad en Estados Unidos disminuyó enormemente respecto a sus niveles anteriores. En el período 1964-1986, la productividad del trabajo en Estados Unidos creció a una tasa media de un 1,6% anual, pero entre 1973 y 1978 disminuyó en un 0,25%, y entre 1979 y 1986 aumentó solamente un 0,6%. La productividad del trabajo en Japón aumentó en esos períodos en un 8,4%, 2,9% y 2,8%, respectivamente. En el tramo final de este período, el crecimiento total de la producción en Estados Unidos se debió casi por completo a incrementos en la oferta de capital y de trabajo, especialmente de este último –en los años setenta–, debido a la incorporación de la generación del *baby-boom* en el mercado de trabajo. Aunque las explicaciones del estancamiento del crecimiento de la productividad en Estados Unidos son diversas, nuestros estudios recientes parecen dejar claro que una de las principales razones de la evolución relativa de la productividad del trabajo en los dos países en este período es la

mayor tasa de inversión en capital de Japón en diversos sectores –en muchos casos el doble de la americana–, que fue posible gracias a sus altas tasas de ahorro. Este dato supone una desviación significativa del modelo de crecimiento neoclásico, que, como ya se ha dicho anteriormente, considera que el crecimiento es independiente de la tasa de ahorro. Como resultado de los bajos tipos de interés disponibles en Japón, el factor de descuento para la realización de actividades de I+D y otros esfuerzos intensivos en tecnología fue también bajo, lo que incentivó las inversiones con horizontes temporales largos, tal y como se describe más abajo. Este hecho fomentó la rápida adopción por parte de las industrias japonesas de las últimas tecnologías disponibles en el exterior. Muchas industrias norteamericanas no introdujeron esas nuevas tecnologías con tanta urgencia.

Otros elementos que no se incluyen en nuestro trabajo son las dos crisis del petróleo en los años setenta, que tuvieron un impacto negativo sobre el crecimiento económico a escala mundial; la alta inflación de los años setenta, que dio falsas señales a los gerentes sobre las oportunidades de mercado; la entrada de los jóvenes del *baby-boom* y de otros trabajadores poco cualificados, el exceso de capacidad en muchas industrias, etc. Dado que esta masa de nuevos trabajadores era comparativamente barata, los gestores primaron al trabajo sobre el capital. El crecimiento del cociente capital-trabajo de Estados Unidos aumentó en un 35% entre 1948 y 1973, pero después se ralentizó a menos de un 2%. El crecimiento de este cociente fue mayor en Japón.

La disminución del crecimiento después de 1973 no es un fenómeno característico únicamente de Estados Unidos y Japón, sino que se produjo en muchos otros países. A pesar de que ahora los costes energéticos son bajos, muchos países todavía no han recuperado las condiciones anteriores a 1973 por diferentes razones, entre las que se incluyen los períodos temporales necesarios para ajustarse a los cambios económicos bruscos en las dos últimas décadas, tal y como discutiremos más adelante. Al estudiar todos estos fenómenos, hemos observado que la formación de capital físico ha contribuido al crecimiento económico de una manera mucho más significativa de lo que sugieren estimaciones anteriores. Aunque el residuo no es completamente explicable mediante nuestra metodología, constituye menos de un 30% del total, en lugar del 85% de las estimaciones anteriores. Por supuesto, como otros en el pasado, hemos asumido que los principales factores de producción son independientes entre ellos. Como veremos, es necesario modificar este supuesto. Todavía existen muchos problemas de medida y de metodología por resolver, pero la dirección actual parece bien fundamentada. La importancia de estos resultados no reside en su magnitud exacta, sino en el hecho de que podemos identificar diversas maneras de aumentar las tasas de crecimiento en un plazo medio de veinte a treinta años: inversión en capital físico, aumento de la calidad del trabajo e I+D y tecnología.

### **El análisis de Jorgenson de las fuentes del crecimiento**

En la tabla 2 presentamos un análisis de las fuentes del crecimiento de Estados Unidos, empleando un marco neoclásico, pero mejorando la metodología utilizada para medir y asignar los factores de producción. La producción agregada de la economía norteamericana se define en términos de valor añadido para la economía doméstica. El crecimiento de la producción se descompone en las contribuciones del capital, del trabajo y del crecimiento de la productividad. Las tasas de crecimiento en el período

1947-1985 se obtienen a partir del producto y los dos inputs de la primera columna de la tabla 2. El valor añadido crece a una tasa del 3,28% anual, mientras que el capital crece a una tasa del 3,88% y el factor trabajo crece a un 1,81%.

Las contribuciones de los factores capital y trabajo al crecimiento de la producción se obtienen ponderando las tasas de crecimiento de los factores por la proporción del valor añadido que éstos representan. Mediante este método se realiza la conocida asignación del crecimiento a sus fuentes. El capital es la principal fuente del crecimiento en Estados Unidos, dado que a él se debe el 44,2% del crecimiento a lo largo del período. El factor trabajo explica el 34,15 del crecimiento. El incremento de la productividad explica solamente el 21,6% del crecimiento económico de Estados Unidos en el período de posguerra.

**TABLA 2. Producción agregada, factores de producción y productividad: Tasas de crecimiento de 1947 a 1985.**

Variable	1947-1985	1974-1953	1953-1957	1957-1960	1960-1966	1966-1969	1969-1973	1973-1979	1979-1985
Valor añadido	0.0328	0.0529	0.0214	0.0238	0.0472	0.0360	0.0306	0.0212	0.0222
Capital	0.0388	0.0554	0.0401	0.0229	0.0367	0.0437	0.0421	0.0392	0.0262
Trabajo	0.0181	0.0251	0.0037	0.0124	0.0248	0.0226	0.0128	0.0219	0.0146
Contribución capital	0.0145	0.0215	0.0149	0.0083	0.0142	0.0167	0.0149	0.0140	0.0098
Contribución trabajo	0.0112	0.0153	0.0022	0.0077	0.0151	0.0140	0.0082	0.0139	0.0089
Crecimiento de la productividad	0.0071	0.0160	0.0043	0.0078	0.0179	0.0053	0.0074	- .0067	0.0034
Contribución calidad capital	0.0058	0.0126	0.0069	0.0016	0.0053	0.0058	0.0054	0.0045	0.0022
Contribución stock de capital	0.0088	0.0090	0.0080	0.0067	0.0089	0.0108	0.0095	0.0095	0.0077
Contribución calidad trabajo	0.0039	0.0060	0.0038	0.0084	0.0041	0.0030	0.0018	0.0024	0.0026
Contribución horas trabajadas	0.0073	0.0093	- .0016	- .0007	0.0110	0.0110	0.0065	0.0114	0.0063
Crecimiento productividad sectorial	0.0088	0.0142	0.0083	0.0112	0.0190	0.0060	0.0097	- .0012	0.0029
Reasignación del valor añadido	- .0019	0.0007	- .0044	- .0021	- .0021	- .0007	- .0023	- .0053	0.0006
Reasignación del capital	0.0005	0.0003	0.0013	0.0005	0.0009	0.0001	0.0006	- .0001	0.0009
Reasignación del trabajo	- .0003	0.0009	- .0009	- .0019	0.0001	- .0002	- .0005	0	- .0010

Fuente: Jorgenson y Fraumeni.

En la tabla 2 no solamente se refleja la evolución durante todo el período. En el primer panel de la tabla se compara el crecimiento del producto con las contribuciones del capital y del trabajo al crecimiento de la productividad para ocho subperíodos: 1947-1953, 1953-1957, 1957-1960, 1960-1966, 1966-1969, 1969-1973, 1973-1979 y 1979-1985. Exceptuando el último período, el final de cada tramo coincide con un pico en el ciclo económico. La tasa de crecimiento en cada período es la media de las tasas de crecimiento entre estos picos. Las contribuciones del capital y del trabajo son las principales fuentes de crecimiento en Estados Unidos a lo largo del período y también en cada uno de los ocho subperíodos.

Nuestros resultados permiten concluir que la contribución más importante al crecimiento durante el período 1974-1985 fue la del capital. Lo mismo sucede en todos los subperíodos, excepto el que va de 1960 a 1966, en el que la contribución de la productividad fue la más importante. La contribución de la productividad fue inferior a la del capital en siete de los ocho períodos e inferior a la del trabajo en los últimos cuatro.

En el año 1985 el nivel de producción de Estados Unidos era más de tres veces superior al de 1947. Nuestra conclusión global es que el principal factor que se esconde tras el crecimiento de la economía norteamericana entre 1974 y 1985 ha sido el crecimiento de los *inputs* capital y trabajo. El crecimiento del capital es la principal fuente de crecimiento del producto, el crecimiento en el factor trabajo es la segunda en importancia, mientras que el aumento de la productividad es la menos importante, aunque su efecto no es, ni mucho menos, desdeñable. Esta perspectiva centra la atención en la movilización de los factores capital y trabajo, más que en las mejoras de la productividad, al contrario de lo que hacen aquellos que priman la importancia de los esfuerzos de I+D.

Los resultados que hemos resumido son consistentes con un considerable número de trabajos de investigación. Por ejemplo, estas conclusiones coinciden con las de L. R. Christensen (Wisconsin) y Jorgenson (1969, 1970, 1973) para Estados Unidos en el período que va de 1929 a 1969. Angus Maddison (1987, Groningen) obtiene resultados similares para seis países industrializados, incluyendo Estados Unidos, para el período de 1913 a 1984. Assar Lindbeck (1983, Estocolmo) coincide en términos generales. Sin embargo, estas conclusiones contrastan con las de Abramovitz, Kendrick y Solow, que ponen de relieve el papel de la productividad como la principal fuente de crecimiento. Para explicar este punto, resulta útil describir los pasos necesarios para pasar de los resultados iniciales que obtuvieron estos últimos autores a los que acabamos de resumir.

El primer paso es descomponer las contribuciones del capital y del trabajo en aportaciones separadas de la calidad del capital y del trabajo, y del *stock* de capital y de las horas trabajadas. El *stock* de capital y las horas trabajadas son el objeto natural de la medición de los factores de producción, ya que el factor capital sería proporcional al *stock* de capital si los bienes de capital fueran homogéneos y, del mismo modo, el factor trabajo sería proporcional a las horas trabajadas si fuera homogéneo. En la realidad, el capital y el trabajo son enormemente heterogéneos, de manera que la medición de estos factores requiere datos detallados de sus componentes. El peso de cada componente se asigna en función de la proporción que éste representa del valor del factor.

El desarrollo de medidas que permiten reflejar la heterogeneidad del factor trabajo es una de las muchas contribuciones de Denison al análisis de las fuentes del crecimiento económico. Los resultados que se presentan en la tabla 2 se basan en el trabajo de Jorgenson, Frank M. Gollop (*Boston College*) y Barbara M. Fraumeni (*Northeastern University*, 1987). En este trabajo se desagrega el factor trabajo teniendo en cuenta 1.600 categorías, cruzando los datos por edad, sexo, educación, tipo de empleo y ocupación. Estos datos sobre el factor trabajo han incorporado todo el detalle anual sobre empleo, semanas y horas trabajadas y la compensación del trabajo publicada por el *Bureau of Census* en el *Census of Population*, realizado cada diez años, y el *Current Population Survey*.

Nuestra medición del capital pondera los componentes del factor capital por su coste. Los activos se clasifican según su antigüedad, clase y forma legal de organización. Las diferentes antigüedades se ponderan por criterios de eficiencia relativa construidos por Charles R. Hulten (Universidad de Maryland) y Frank Wykoff (*Pamona College*) (Hulten y Wykoff, 1981; Hulten *et al.*, 1989; Wykoff, 1989). Se distingue una media de 3.535 componentes del factor capital. Los datos sobre este factor incorporan todo el detalle disponible sobre la inversión en bienes de capital por clase de activo y sobre la compensación de la propiedad por forma legal de organización de las cuentas de renta y de producto nacional de Estados Unidos.

Las tasas de crecimiento de la calidad del trabajo y del capital se definen como la diferencia entre las tasas de crecimiento de las medidas del factor que tienen en cuenta la heterogeneidad y aquellas que no lo hacen. Los incrementos en la calidad del capital reflejan la sustitución de los bienes de capital menos productivos por capital más productivo. Este proceso de sustitución requiere inversión en activos tangibles o capital no humano. Asimismo, el crecimiento de la calidad del trabajo resulta de la sustitución de trabajadores menos efectivos por otros que lo son más. Este proceso de sustitución requiere inversiones masivas en capital humano.

En el enfoque de Abramovitz, Kendrick y Solow, se ignoran las contribuciones del aumento de la calidad del capital y del trabajo, dado que se asume que los factores de producción son homogéneos. La omisión del crecimiento en la calidad del trabajo destruye el vínculo entre la inversión en capital humano y el crecimiento económico, mientras que la no inclusión del crecimiento de la calidad del capital lleva a una drástica subestimación del impacto de la inversión en capital no humano sobre el crecimiento. Los resultados que hemos presentado implican dos efectos diferentes –uno de medida y el otro de composición o agregación–, que revelan que el supuesto de que los factores de producción son homogéneos es inadecuado.

Nuestros resultados muestran que el crecimiento en la calidad del *stock* de capital supone las dos quintas partes del crecimiento de este factor a lo largo del período 1974-1985. Esta relación también se cumple en los ocho subperíodos. Para la totalidad del período, el crecimiento de las horas trabajadas es mayor que el crecimiento de la calidad del trabajo. Sin embargo, en el período 1953-1960 el crecimiento de las horas trabajadas fue menor que el de la calidad. En el período 1960-1985 las horas trabajadas explican casi dos tercios del crecimiento del factor trabajo. Con todo, las proporciones relativas del crecimiento de las horas trabajadas y la calidad del trabajo quedan lejos de ser uniformes.

Existe una complicación adicional para entender las causas del crecimiento; las medidas cuantitativas de productividad no describen plenamente la evolución de una economía. Tal y como nos han demostrado los japoneses, la calidad de los productos y los servicios es también de gran importancia, aunque es muy difícil de medir (David, 1990). Otra medida del crecimiento de la productividad, que no se utiliza en las mediciones habituales, es la funcionalidad. La industria de los semiconductores hoy en día vende un circuito de un millón de transistores completamente interconectados por el mismo precio al que vendía un transistor hace treinta años. Por lo tanto, la funcionalidad ha aumentado, como poco, un millón de veces. El próximo año, una pequeña caja contendrá el nuevo microprocesador (860) de Intel, que costará quizás 10.000 dólares, y tendrá aproximadamente dos tercios de la capacidad de la supercomputadora Cray-1, que costó millones de dólares. Pero debido a estas constantes reducciones en los costes, y por tanto en los precios, el valor de la producción en términos monetarios infraestima la mejora en términos de calidad, así como el aumento de la productividad. Lo mismo ocurre en otras industrias, como las químicas.

## **Nuevas investigaciones en la economía del crecimiento de los países industrializados**

La concesión del Premio Nobel de economía a Robert Solow en 1987 ha ayudado al renacimiento del interés por el estudio del crecimiento económico. El propio Solow ha expresado recientemente su reconsideración del papel de la formación de capital en el crecimiento a largo plazo. Ha afirmado que teme que la implicación de su teoría según la cual la tasa de crecimiento a largo plazo de la economía es independiente de la tasa de ahorro –o, equivalentemente, de la tasa de inversión–, haya sido llevada demasiado lejos en el corto y medio plazo en buena parte de la literatura económica y de las políticas gubernamentales subsiguientes, que provocaron una disminución de la importancia del capital. “No puedes coger una antigua fábrica y enseñarle nuevos trucos”, ha afirmado Solow. En efecto, nuestra experiencia demuestra que buena parte del capital que utilizan las compañías para mantener sus recursos físicos incorpora nueva tecnología, por lo que los cálculos basados únicamente en adiciones netas de capital subestiman la importancia de la tecnología en el proceso de crecimiento. Las fábricas viejas tienen vieja tecnología.

Se ha producido un cambio significativo en la composición de la inversión, pasando de activos de larga duración a otros de corta duración, como los ordenadores, que se deprecian rápidamente, a menudo en tres años. Los datos sobre inversión bruta no se ven afectados por tales cambios en la composición. La sustitución por bienes de capital más productivos, que incorporan nuevas tecnologías, de los menos productivos, mejora la calidad del capital. Por tanto, la productividad de la economía aumentaría incluso si la inversión neta fuera cero. La contribución del capital al crecimiento, teniendo en cuenta estas mejoras es, por tanto, mucho mayor de lo que se afirma generalmente.

Por lo tanto, es incorrecto centrarse básicamente en los esfuerzos en las actividades de I+D, por muy importantes que estos sean, porque generalmente el coste del capital físico que se requiere para aprovechar los resultados de I+D es mayor que el coste de la I+D necesaria, dependiendo de la industria de la que se trate (la proporción de gastos en I+D en la industria está creciendo y se aproxima a un 70% de los gastos en capital físico; la disminución en la tasa de crecimiento de la inversión en capital físico explica parcialmente este fenómeno). La economía de Estados Unidos no está operando en la frontera tecnológica en todos los campos y algunas industrias americanas están, de hecho, bastante lejos de sus competidores de otros países. Incluso bajo los supuestos neoclásicos, inversiones adicionales provocan un aumento de la productividad a un plazo más largo si la economía no está en la frontera. Lo que es cierto para un país es cierto también para una industria o para una empresa. Una vez que se ha explotado el liderazgo tecnológico mediante una introducción temprana en el mercado, los competidores, aun disponiendo de una tecnología mejor, a menudo no pueden superar economías de escala y las mejoras en la curva de aprendizaje de la primera empresa. Por tanto, podrían ser necesarios veinte o treinta años de inversión continuada antes de que tecnologías existentes o potencialmente importantes puedan ser completamente explotadas por las compañías estadounidenses; pero mientras tanto el PIB se podría doblar, como pasó en Japón entre 1960 y 1980.

Una de las desventajas del modelo neoclásico de tecnología, capital y trabajo es que solamente centra su atención en las proporciones relativas que se utilizan de estos tres

factores. No destaca la importancia de los cambios de su tasa de crecimiento conjunta. No hay duda de que las proporciones relativas importan. La experiencia de las economías planificadas de manera centralizada ha demostrado claramente que los incrementos masivos del capital físico que no vienen acompañados por mejoras en la tecnología y la calidad del trabajo conducen rápidamente a los rendimientos decrecientes, tal y como el modelo neoclásico predeciría. Pero al tratar las mejoras en la tecnología y en la calidad del trabajo independientemente de las decisiones públicas y privadas, el modelo neoclásico es incapaz de explicar que, tal y como muestran nuestros resultados, estos tres factores son piezas de un *mismo proceso* –una silla de tres patas: capital físico, capital intangible y capital humano–. La última expresión se refiere a la formación y la educación de los trabajadores pero, obviamente, no implica que todo el mundo deba tener una educación universitaria. La selectividad es un elemento esencial de esta pata de la silla y, en este caso, más no es necesariamente mejor. El concepto de capital intangible no se refiere solamente a las actividades de I+D, sino que también incluye ingeniería de diseño, producción experimental, formación de los trabajadores, desarrollo de mercados, pérdidas en las operaciones iniciales y en la penetración en el mercado, precauciones legales y aseguramiento.

En este sentido, el cambio tecnológico ha sido fundamental para el crecimiento económico de Estados Unidos en el pasado, tanto a través de su efecto directo como mediante su estímulo y su interacción con otros factores de producción. El éxito de la explotación empresarial de las nuevas tecnologías en el sector privado al crear productos, procesos y negocios nuevos y mejorados ha sido una característica distintiva de Estados Unidos y una ventaja comparativa. En un mundo de ventajas comparativas dinámicas que cambian constantemente, es importante aprovechar los puntos fuertes. No podemos depender por más tiempo de las diferencias en las dotaciones de recursos –como Arabia Saudí depende del petróleo–, sino que debemos confiar en los liderazgos o retrasos endógenos entre las empresas e industrias de los países industrializados.

A continuación se explican los resultados de los estudios realizados recientemente por nuestros colegas de Stanford, quienes han aplicado algunas de las modernas herramientas de las que se dispone hoy día para realizar estudios comparativos de los países industrializados. Utilizándolas, algunas de las restricciones del modelo de Solow anteriormente mencionadas se pueden eliminar. ¿Cuáles son sus principales resultados?

1. Utilizando métodos de series temporales, Steven Durlauf (1989) ha examinado los ciclos económicos y el crecimiento a largo plazo en una serie de países industrializados, hallando poca evidencia a favor de la existencia de convergencia entre estas economías. Además, desarrollando un modelo de equilibrio general con efectos complementarios entre oferta y demanda, ha mostrado que las políticas adecuadas para la estabilización no son significativamente distintas de las dirigidas a promover un alto crecimiento. Las grandes inversiones de una industria pueden inducir grandes inversiones en otras industrias, lo que a su vez lleva a mayores tasas de crecimiento, que después permiten todavía más inversión, mientras que se incrementa el consumo a una tasa aceptable. Pero como se señaló en el comentario editorial de *The Economist* (23 de septiembre de 1989), estos resultados también sugieren que la falta de inversión no solamente produce pérdida de la capacidad productiva, sino que además afecta negativamente al valor de las inversiones ya realizadas. Este círculo vicioso generado por una ‘externalidad’ negativa concuerda con nuestras propias experiencias industriales y frecuentemente conduce al exceso



de capacidad en una industria, y al resultado de baja productividad que hemos obtenido en nuestra medición. Nuestro estudio detallado de las industrias de procesos químicos y otros sectores de alta tecnología demuestra que las mediciones en el ámbito de las industrias no solamente son posibles, sino que además tienen sentido y reflejan lo que ocurre en la realidad. Por lo tanto, estos estudios nos llevan a la conclusión de que las políticas gubernamentales –fiscal, monetaria, comercial e impositiva– que favorezcan altas tasas de inversión, podrían ser esenciales para obtener mayores niveles de bienestar tanto a corto como a largo plazo.

De hecho, este parece ser el secreto del considerable progreso económico de Alemania y Japón, que partieron de la ruina total al final de la Segunda Guerra Mundial. El conocido economista alemán Kurt Richebacheren, en su artículo de 1990 *Currencies and credit markets* resume este punto de la siguiente manera: "El control del gasto público, de los salarios y del consumo ha proporcionado una manera de aumentar los beneficios y propiciar el gasto en capital, siendo éstas características estructurales de la Europa continental que han mejorado enormemente. Mientras que los países anglosajones han utilizado la retórica de las políticas de oferta, solamente Europa continental las han puesto en práctica".

Las sendas de crecimiento son distintas en cada país, y existen multitud de ellas, más o menos óptimas, que dependen de la capacidad del sistema del país para gestionar sus propios problemas. Esto implica que la historia importa –el crecimiento depende de las trayectorias–. Nuestro estudio sobre el auge de la ingeniería química, en asociación con las industrias químicas y petrolíferas ilustra esta dependencia, que llevó a Estados Unidos a la primacía en una industria que anteriormente dominaba Alemania. Otras industrias han tenido evoluciones históricas muy diferentes. Por ejemplo, la industria aeroespacial depende fuertemente de la financiación de la investigación por parte del gobierno y de las compras de equipo militar. Lucas, Romer y Stiglitz han señalado que en la teoría de crecimiento convencional no se ha prestado suficiente atención a la tarea de explicar adecuadamente estas diferencias entre las sendas de crecimiento de distintos países. Por ejemplo, algunos pueden aprovechar mejor que otros el *learning-by-doing* (aprendizaje por la práctica) para fomentar su crecimiento, lo cual se ve facilitado por un buen nivel educativo.

2. A partir de sus estudios sobre la evolución de cinco países industrializados, Michael Boskin y Lawrence Lau (1990) observaron que el cambio tecnológico afecta al capital y que los beneficios del progreso tecnológico son más altos cuanto mayor es la inversión en capital por trabajador. Ellos atribuyen al cambio tecnológico lo que, como se ha visto anteriormente, otros podrían atribuir al aumento de la calidad de los factores de producción. Los resultados de su estimación indican que la combinación entre el capital y el cambio tecnológico contribuyó al 75% del crecimiento de la producción en Estados Unidos. Por lo tanto, la formación de capital y el cambio tecnológico son complementarios. Esto es lo que antes hemos denominado relación entre los factores para generar el crecimiento. Esta metodología recoge interacciones o efectos de segundo orden que no pueden ser captados en estudios con datos de un solo país, que en general recogen solamente efectos aditivos de primer orden. Muestran que un incremento de la inversión en capital físico por trabajador puede aumentar la tasa de ganancias de productividad y mejorar la competitividad. Aumentar el nivel de producción –y de ingresos–

mediante el incremento de la inversión en capital por trabajador es un objetivo que vale la pena por sí mismo, pero la posibilidad de aumentar la tasa de crecimiento de la productividad, que predicen las nuevas teorías de crecimiento, es todavía más estimulante y puede ser un elemento mucho más importante para aumentar la calidad de vida.

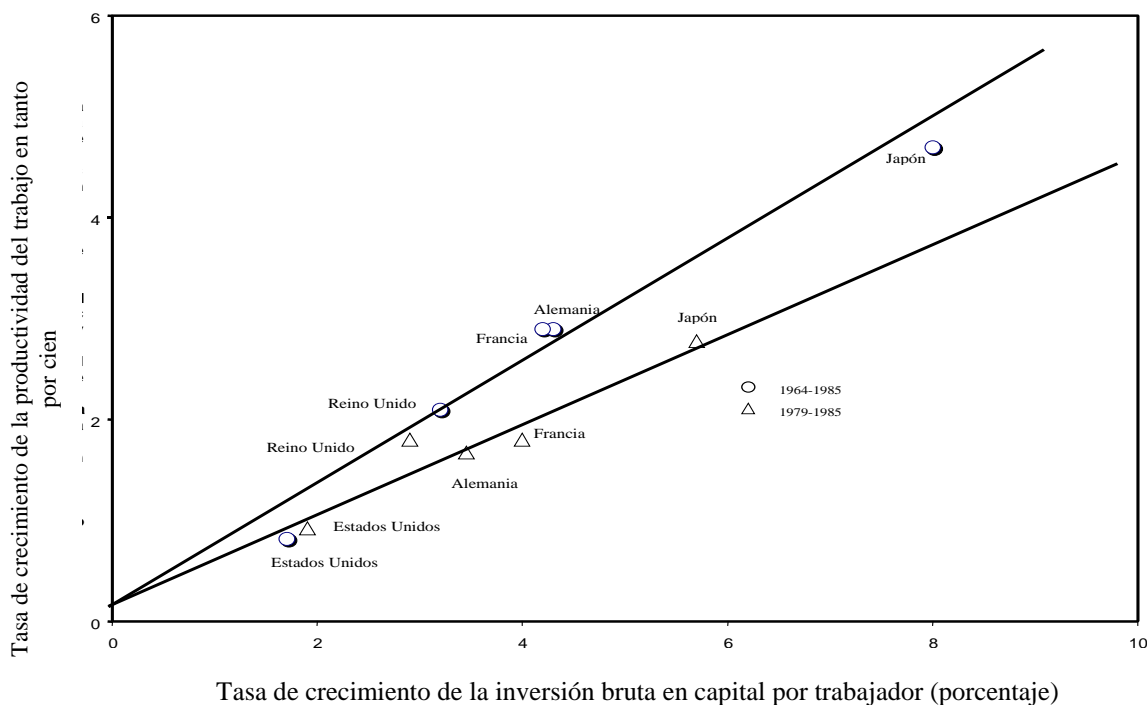
Estados Unidos ha gastado proporcionalmente menos que otros grandes países desarrollados en inversión bruta capital físico no residencial durante veinticinco años, a pesar de que el nivel de esta inversión bruta no ha variado mucho a lo largo del tiempo. Además, si el cambio tecnológico aumenta con el capital, incluso bajo los supuestos neoclásicos, podría no existir un estado estacionario; los límites al crecimiento se pueden expandir. La primera presentación pública de estos resultados de Boskin –cuyo trabajo en Stanford fue terminado por Lau– en abril de 1990 en el simposio de la *National Academy of Engineering “Technology and economics”* se hizo en una exposición en la que también se describía como prioridad de la Administración Bush la consecución de la tasa de crecimiento más alta posible, y se refirió a la formación de capital y a la tecnología como elementos importantes.

Mostramos algunas de nuestras conclusiones en el gráfico 2, las cuales, si se toman conjuntamente con el trabajo de Durlauf y el de Boskin y Lau, así como con las investigaciones anteriormente descritas, no dejan ninguna duda de que Solow estaba en lo cierto: el capital físico tiene un efecto sobre el crecimiento de la productividad significativamente mayor en períodos de duración como un cuarto de siglo –o quizás más largos– de lo que la teoría de largo plazo neoclásica predeciría. Boskin y Lau obtienen altas tasas de crecimiento del capital en cinco países y una baja elasticidad del producto respecto al incremento del capital. Estas conclusiones son consistentes con las del gráfico 2, si uno convierte el eje horizontal de tasa de crecimiento del capital físico en aumento del capital por trabajador. Por lo tanto, los factores que afectan a la disponibilidad y coste del capital en cada país se convierten en críticos para conseguir un mayor crecimiento sostenido. Esta es una explicación de la dificultad que tienen los países menos desarrollados al tratar de explotar las tecnologías disponibles para acelerar su crecimiento y converger con los países más industrializados.

3. El trabajo de John Shoven y Douglas Bernheim (1989) muestra que las primas de riesgo son importantes para las empresas que desean invertir y esto a su vez depende del “clima” creado por el gobierno y las instituciones del país. Algunos de estos factores “climáticos” son las políticas macroeconómicas, la predicibilidad y volatilidad de las políticas, los sistemas e instituciones legales, el comportamiento del ahorro, el sistema educativo, las instituciones financieras y las políticas de ciencia y tecnología.

Respecto a la política macroeconómica, las diferencias entre los regímenes impositivos y los tipos de interés nominales de Estados Unidos y Japón vienen acompañadas por diferentes riesgos. Las compañías japonesas parecen tener un menor coste del capital –entre un tercio y la mitad que en Estados Unidos– para un amplio abanico de inversiones, tal y como recientemente ha confirmado un estudio del Banco de la Reserva Federal de Nueva York (McCauley y Zimmer, 1989). Los resultados concuerdan razonablemente con las tasas de riesgo relativas de las

**Gráfico 2. Cociente entre la productividad nacional y el ratio capital-trabajo (tasa de crecimiento anual media expresada en tanto por cien).**



industrias de los dos países. Otros países, con mayor capacidad para soportar los riesgos, invierten a un plazo más largo, y se están destacando cada vez más respecto a Estados Unidos en sectores clave como la electrónica, la maquinaria, el acero, los automóviles y otros. Además, tal y como muestra Kern-Ichi Imai de la Universidad de Hitotsubashi, en Japón existe una interacción entre empresas, gobierno e instituciones financieras, mucho mejor de la que existe en Estados Unidos, quizás en parte debido al número de ingenieros y expertos técnicos en puestos claves en la elaboración de las políticas. Además, las empresas japonesas son capaces de establecer amplias redes de contratistas y subcontratistas y parece que parte del riesgo se reparte a toda la economía. Sin embargo, en Estados Unidos, las políticas antimonopolio han evitado la creación de esas redes hasta hace muy poco tiempo y todavía hoy limitan la cooperación para conseguir resultados cuyo rendimiento social es potencialmente elevado.

- Ronald McKinnon y David Robinson (1989) afirman que una buena política de estabilización macroeconómica es un incentivo fundamental para el crecimiento económico, tal y como ilustra el éxito de Japón al reducir la volatilidad ante las crisis del petróleo al mismo tiempo que mantenía un rápido crecimiento. La política americana de continua devaluación del dólar en los años setenta y ochenta estuvo ligada a una mayor inflación y a unos tipos de interés nominales más altos y volátiles. Los mayores tipos de interés reducen el valor de la depreciación permitida en los impuestos, aumentando el coste del capital e incrementando la cantidad de endeudamiento necesario para financiar la compra de activos cuya vida es potencialmente larga. Por lo tanto, las expectativas de una mayor incertidumbre han acortado los horizontes temporales de las empresas americanas. En Japón, el ahorro y la inversión estaban y están fuertemente favorecidos, y el crecimiento de la productividad ha sido muy alto, con baja inflación. Las políticas que favorecen la estabilización y la formación de capital aportan mayor bienestar económico tanto en el corto como en el largo plazo. La rapidez del cambio tecnológico está eliminando las distinciones entre el corto y el largo plazo.

## **El clima legal**

Por razones de espacio solamente podemos hacer una breve mención a otro factor importante para el crecimiento económico, como es el clima legal. Es un hecho que el sistema legal norteamericano es único por su tamaño, funcionamiento y complejidad comparado con los de otros países industrializados. Dispone de más de 700.000 abogados, mientras que en Japón trabajan menos de la décima parte –parecido a lo que sucede en los países europeos–. Tal y como afirmó Peter Huber en un conferencia organizada por el *Program of Technology and Economic Growth* del *Center for Economic Policy Research* de la Universidad de Stanford en 1989, “solos en el mundo, los tribunales americanos han abandonado el estándar de negligencia en lo que se refiere a la fiabilidad del producto; en vez de eso, piden a los jurados que juzguen la idoneidad del diseño y la fabricación del producto... bajo un estándar estricto de responsabilidad por los defectos del producto; sin embargo, las personas, su buena formación y su buena voluntad, son irrelevantes. El nuevo tipo de investigación se refiere al producto en sí mismo y a los defectos que se alegan. El sistema americano de hoy en día sitúa a la propia tecnología en el banquillo de los acusados”. Huber cita muchos otros cambios en las decisiones de los tribunales que no son buenos para el innovador ni para la competitividad americana, como los excesivos requerimientos de advertencias de seguridad, el uso de diseños posteriores mejorados para juzgar a los diseños anteriores si se produce algún accidente, la gran lentitud al llevar a cabo los procesos mucho después de que se produzca un daño o accidente y el aumento de las indemnizaciones por daños. Se pueden identificar varias industrias en Estados Unidos cuya comercialización de productos se ha visto negativamente afectada por la incertidumbre en las responsabilidades: aviación general, anticonceptivos, equipo médico, nuevos medicamentos, bienes deportivos, pesticidas, etc.

En su conclusión Huber dice: “Al final, se deben buscar reglas que permitan a la sociedad decir sí a productos –y procesos– nuevos y mejores con la misma convicción y contundencia que un sistema puede decir no a otros viejos e inferiores. En muchas áreas de la política, las respuestas dependen de las preguntas. Durante varias décadas, los encargados de diseñar las políticas se han preguntado: ¿Qué es excesivamente arriesgado? ¿Cómo se puede evitar el riesgo? Pero una pregunta igualmente importante es: ¿Qué es aceptablemente seguro? ¿Cómo se puede conseguir la seguridad?”. Las respuestas todavía no están claras y esta incertidumbre contribuye de una manera significativa a los problemas de competitividad y crecimiento.

## **La formación de capital físico**

Conjuntamente con muchos otros estudios de crecimiento en los que se utilizan datos de sección cruzada (Philip Turner [1988] de la OCDE; John Helliwell y Alan Chung [1990] de British Columbia, Lawrence Summers [1990] de la Universidad de Harvard; William Baumol y sus colegas [1989] de la Universidad de Nueva York) realizados en los últimos veinticinco años, nuestro trabajo establece más allá de una duda razonable que existe una estrecha relación entre inversión en capital por trabajador y las tasas de crecimiento. Sin embargo, se produce un desacuerdo sustancial entre los economistas sobre la dirección en la que se produce la causalidad. En cierto modo, no importa; la correlación en sí misma indica que no se pueden olvidar ni la demanda ni la oferta de

bienes y servicios. De hecho, existe acuerdo en que en el largo plazo el crecimiento se produce a escala microeconómica. La estabilización de la demanda mediante el control macroeconómico o utilizando las políticas fiscal y monetaria se ha utilizado tradicionalmente para corregir efectos cíclicos a corto plazo. Evidentemente, tal y como Solow y otros han señalado, un *boom* de inversión durante algunas décadas en Estados Unidos sería muy beneficioso para el bienestar a largo plazo de la población norteamericana. Como dice Durlauf, el corto y el largo plazo coinciden.

Sin embargo, en un sentido más realista, no deberíamos esperar que la oferta se pueda “encender” y “apagar” tan rápidamente como la política macroeconómica, que frecuentemente obtiene resultados en pocos meses. El período de gestación de las inversiones en capital físico es de entre tres y cinco años; en el caso de la I+D tal vez de entre cinco y diez; y para la educación y la preparación de los trabajadores, más de una generación. La difusión de una tecnología podría tardar varios años, tantos como los diecisiete que dura de una patente. Por lo tanto, si la relación de proximidad entre capital por trabajador y productividad persiste, las políticas de inversión a largo plazo requieren una base concertada durante muchos años, tal y como se ha dicho anteriormente. El ciclo económico y el crecimiento deben ser vistos desde una perspectiva general. Estas consideraciones son completamente consistentes con las observaciones de Barry Bosworth (1989) de la *Brookings Institution*, que estima que la tasa media de rendimiento real de la inversión en capital físico es de un 8%, de un 10% en educación –con lo que concuerdan nuestras conclusiones sobre el valor de un año adicional de escolarización–, y más de un 15% para el caso de la I+D: este hecho es consistente con los resultados de Bernstein y Nadiri (1988) y con los de Edwin Mandsfield (1986) de la Universidad de Pennsylvania. Además, estos investigadores midieron un rendimiento social mucho mayor para el caso de la I+D. Por esta razón, Bosworth recomienda el incremento de la formación de capital de todas clases.

Por lo tanto, sería ingenuo asumir una coincidencia instantánea de oferta y demanda. La dirección de causalidad es irrelevante en la práctica, a pesar de que George Hatsopoulos de la Reserva Federal de Boston y de la *Thermo Electron Corporation*, Summers y Krugman (1998) creen que ésta va de la inversión al crecimiento. Lo único que debe suceder es que ambas cosas ocurran conjuntamente y la política debe ir en este sentido. Ahora que la naturaleza cada vez más abierta de la economía mundial parece irreversible, existen crecientes restricciones sobre la capacidad de un país para estimular su demanda a través de la política macroeconómica. Los mercados mundiales de capital imponen su disciplina sobre los gobiernos nacionales. El control de la demanda se irá convirtiendo cada vez más en sinónimo de política estable de promoción de la inversión y el crecimiento.

La conclusión básica de estas y de otras investigaciones recientes es que el capital físico juega un papel muy importante para el proceso de crecimiento, como lo hace el control adecuado y estable de la política macroeconómica por parte del gobierno y la dirección efectiva de muchas empresas individuales en el sector privado. Los resultados muestran que Estados Unidos no lo ha hecho muy bien en esta área. El alto coste del capital, las expectativas de incertidumbre, un ahorro e inversión inadecuados, una creciente dependencia del capital extranjero en un mercado de capital mundial abierto, un sistema impositivo que está sesgado en contra del ahorro y la inversión, el horizonte a corto plazo de los gestores de las empresas y los gobernantes, todos estos son indicios de lo que Charles Schultze de la *Brookings Institution* denomina las “termitas que roen” el

crecimiento del nivel de vida en Estados Unidos. Winter 1988-1989, da muchos detalles y analiza nuestra situación actual, al igual que lo hace una apartado especial del *Economist* del 24 de septiembre de 1988. Quizás los americanos tengan derecho a optar por más consumo ahora y menos inversión para el consumo futuro, pero al menos deberían estar al tanto de las consecuencias de esa decisión.

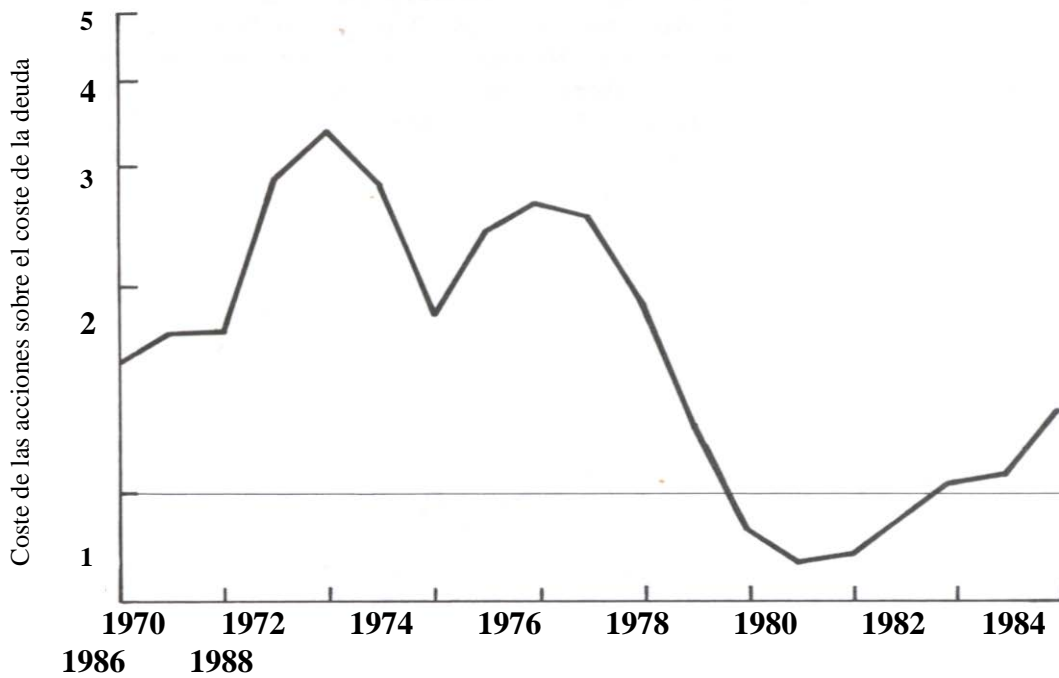
A pesar del consenso sustancial respecto a estas percepciones que se alcanzó en la gran conferencia de Washington *Saving -The challenge for the U.S Economy*, organizada por el *American Council for Capital Formation* en octubre de 1989, y el acuerdo general de muchos políticos, parece que en este momento no hay un consenso para establecer un conjunto de políticas más predecibles que favorezcan el aumento de las tasas de ahorro e inversión. Estas políticas propondrían una estabilización de las políticas fiscal y monetaria, para que las expectativas de inflación y la incertidumbre del inversor puedan cambiar y llevar a una reducción del 3% de los tipos de interés reales. Los impuestos mejorarían corrigiendo distorsiones y sesgos contra el ahorro y la inversión, particularmente esta última. Una misma inversión es mejor en un contexto de baja inflación.

## **I+D y educación**

¿Y las otras dos patas de la silla del crecimiento? El capital intangible es *equity capital* –el tipo de capital más caro–, dado que generalmente no se financia mediante el endeudamiento. Hay varias estimaciones del coste de este capital, que se derivan a partir del análisis de la bolsa y de consideraciones impositivas, pero está claro que es sustancialmente superior a los tipos de interés a largo plazo, tal y como muestra el gráfico 3. El mayor coste del capital –a finales de los años ochenta entre dos veces y media y tres veces mayor que el coste real a largo plazo después de impuestos, como muestra Hatsopoulos en el simposium de la NAE del mes de abril– define la tasa de descuento de los beneficios futuros de la tecnología –por supuesto, el coste marginal del capital variará de una compañía a otra y podría ser muy diferente de la media nacional–. Este hecho, combinado con los altos tipos de interés reales en Estados Unidos –necesarios para racionar el bajo volumen de ahorro y atraer capitales del exterior–, ha tendido a reducir la inversión de las empresas americanas, tal y como muestra el gráfico 4, y ha empeorado la capacidad de estas empresas para competir a largo plazo con las japonesas y alemanas, entre otras. Estos países tienen en lo esencial el mismo nivel medio de tecnología que Estados Unidos, aunque el nivel puede diferir entre industrias, de manera que la pendiente de la curva más baja en el gráfico 2 indica la importancia de la inversión en capital –que interacciona con la tecnología– para el crecimiento. En general, los datos del gráfico concuerdan con las conclusiones de Boskin y Lau.

Respecto a la tendencia del gasto en I+D, como resultado de estas consideraciones, parece que desde un nivel de 12,7% anual de crecimiento entre 1976 y 1985, la tasa de crecimiento actual ha disminuido a más o menos un 6% en términos nominales. En términos reales ha pasado de un 6,6% a un 1,8%. En 1989, por tercera vez en cuatro años, la inversión en I+D se ha expandido más lentamente que la propia economía. Estados Unidos debe aumentar su gasto en I+D tanto en el sector público como en el privado para mantener su estrategia de alto crecimiento.

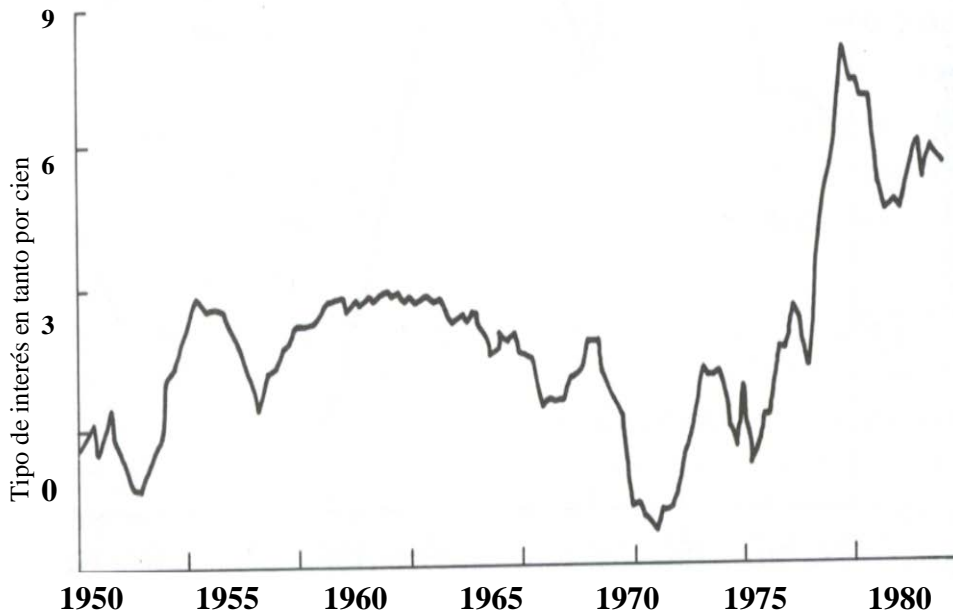
**Gráfico 3. Coste de las acciones sobre coste de la deuda**



Nota: Coste nominal de las acciones. Tipo de interés de los bonos a 10 años.

Fuente: Hatsopoulos, George, 1989. Artículo presentado en la conferencia del American Council on Capital Formation "Saving—The challenge for the U.S. Economy," 11-13 Octubre.

**Gráfico 4. Tipos de interés a largo plazo en Estados Unidos**



Fuente: Neal Soss, First Boston Corporation.

El tema de las deficiencias educativas en Estados Unidos es bien conocido para discutirlo en detalle, pero se incluye en la próxima apartado entre las consideraciones microeconómicas. El enorme efecto de la calidad del trabajo ya ha sido demostrado.

### **Consideraciones microeconómicas**

En la conferencia de Stanford, donde los artículos anteriores fueron presentados, se expusieron muchos más resultados. Como ya se ha dicho anteriormente, las empresas no son los agentes maximizadores del análisis macroeconómico. En un clima apropiado, propiciado por el gobierno, las empresas tienen la responsabilidad de implementar los objetivos nacionales de crecimiento y competitividad. A continuación se presenta un breve repaso de lo que los participantes dijeron acerca de cómo las empresas pueden mejorar sus resultados.

1. La investigación, en particular en el campo de la ciencia básica, no es el mayor problema de los Estados Unidos. El problema es la subsiguiente explotación de nuevos productos que surgen de la investigación, especialmente en la ingeniería, que es la fase que proporciona beneficios. Los japoneses han demostrado que, utilizando la base científica disponible en todos los países –particularmente en Estados Unidos–, es posible estimular considerablemente el crecimiento económico mediante ingeniería y procesos de comercialización de su propia creación. Empresas diferentes tienen capacidades internas muy distintas –quizás en parte debido a sus propias historias separadas y a la dependencia de las trayectorias asociadas a estas historias– y también tienen acceso a muy diferentes tipos de conocimientos tecnológicos, algunos de los cuales son de su propiedad. Con seguridad, las empresas pueden hacer más para incrementar su acceso a un conjunto más rico de datos y de conocimiento.
2. La tecnología se puede encontrar en muchos sitios fuera de una empresa, y existen muchos métodos disponibles para hacerlo, como los contratos de licencia, los acuerdos de cooperación (*joint ventures*), los consorcios y los contratos con universidades. La investigación interna debe seguir unos caminos que no todas las empresas pueden seguir, lo cual explica la creación de muchos consorcios europeos como Esprit, Europa y Jessi. Los japoneses han demostrado ser unos maestros en este proceso, mientras que Estados Unidos han explotado las posibilidades de la cooperación en menor medida.
3. Muchas veces se piensa en la innovación solamente en términos tecnológicos, y no en términos económicos. Por tanto, normalmente pensamos en la innovación en términos de nuevos productos o componentes –transistores, televisión, ordenadores, productos petroquímicos– y mucho menos en términos de reducciones posteriores en los costes y mejoras en el producto que seguramente son igualmente importantes. Este tipo de innovación tecnológica ha sido una fortaleza tradicional de Estados Unidos. De hecho, a menudo los nuevos productos que no constituyen cambios drásticos respecto al pasado son muy rentables si se comercializan correctamente.
4. En la importante pero a menudo olvidada área de las innovaciones incrementales, algunas industrias norteamericanas todavía no están preparadas para desenvolverse



en un contexto de ciclos de producto más cortos y rápidas reducciones de costes. Ralph Gomory (1989, 1990), que anteriormente trabajó en IBM, diferenció entre la innovación “a escalones” y la ruptura. Él afirma que un factor es al menos tan importante como el otro para la competitividad de las empresas. Los japoneses tienen un sistema de investigación menos flexible pero mucha más habilidad para el diseño para la industria y los ciclos cortos.

5. Por lo tanto, la preparación de los ingenieros debe cubrir de una manera más efectiva las necesidades del proceso competitivo explicado anteriormente: velocidad de ajuste a los cambios de la demanda, acortando los ciclos de producto y mayor atención a la calidad y fiabilidad del producto. La educación en ingeniería de producción en Estados Unidos no ha desarrollado el enfoque del diseño de sistemas de la ingeniería química. Esta profesión, que relaciona el comportamiento específico de diferentes partes del equipamiento y su funcionamiento en el conjunto de la planta en la que se encuentran, es una metáfora de la relación entre la macroeconomía y sus microfundamentos, una relación que está ausente en la modelización económica en la actualidad. Se deben establecer más interrelaciones entre oferentes y demandantes, el marketing de I+D y de producción y entre productos físicos, *software* y servicios.
6. Los gestores deben estar más preparados en el uso de la tecnología para ser competitivos en el mercado. Es esencial que exista una visión a largo plazo, pero esto se ve dificultado por el clima macroeconómico que prevalece en Estados Unidos, que debe ser reconducido urgentemente. Es comprensible que las empresas sean reticentes a gastar dinero en innovación si no tienen un grado razonable de confianza en que pueden obtener unos beneficios adecuados de los resultados de la I+D.
7. Al desplazarse a otros países (transplante), especialmente a Estados Unidos, para conseguir una cuota de mercado global, los japoneses podrían adquirir algunas de las capacidades de I+D empresarial e innovación de los norteamericanos, aunque sus esfuerzos para adaptarse a otras culturas no siempre han tenido éxito. Existe una corriente general según la que las empresas de los principales centros industriales tienden a expandirse en los otros grandes mercados, no solamente para estar más cerca de los consumidores, sino también para reducir su exposición a la variabilidad de las políticas nacionales. Todavía es más cierto que el diseño, la ingeniería, y la propiedad del conocimiento están concentrados en el país de origen. Incluso las industrias que han tenido éxito, como las químicas, todavía no han sido capaces de capitalizar completamente sus fortalezas moviéndose de manera agresiva como sus competidores europeos que actualmente están comprando empresas americanas, debido al problema del clima empresarial de Estados Unidos. Estas adquisiciones de empresas americanas de alta tecnología ocurren cada vez con más frecuencia.
8. El sistema de educación secundaria de Estados Unidos es inferior al de Japón, pero su sistema universitario es más efectivo y se coordina mucho más eficientemente con las empresas. La política de ciencia y tecnología del gobierno ha sido constructiva en este sentido, aunque se han gastado grandes cantidades en grandes proyectos, que no tienen una relación clara con productos y servicios comercializables. Además, las compañías japonesas gastan un mayor porcentaje de su producto nacional bruto en I+D de lo que hacen las norteamericanas.

9. El sistema gubernamental de Estados Unidos está peor preparado que el de Japón para llevar a cabo estrategias a largo plazo o para tomar decisiones difíciles. Muchas empresas tienen dificultades parecidas, y la combinación de un alto coste del capital con los métodos de análisis financiero provocan una excesiva atención a las inversiones a corto plazo. La proliferación de las OPAs es un síntoma de ello. El enfoque japonés del “dinero paciente” es la antítesis de la situación americana. Esta característica del proceso de innovación americano es el que provoca que el punto de vista del gestor de la empresa siempre parezca tan perverso e incomprensible para el personal de investigación, y viceversa. Una de las causas de este problema es el gran número de abogados y MBAs que ocupan cargos ejecutivos, al contrario de lo que ocurre en Japón, donde los tecnólogos predominan. De hecho, en contraste con la situación al final de la Segunda Guerra Mundial, los mejores estudiantes universitarios americanos ya no optan por las carreras de ciencias y la ingeniería. Las elites de letras se inclinan hacia el derecho mientras que la de ciencias lo hacen hacia las finanzas y la empresa. Este hecho no es sorprendente; los incentivos económicos son mucho mayores en estas profesiones. Si los gestores quieren competir realmente en el mundo de los años noventa, deben aumentar la compensación de la gente joven que se dedica a la ciencia y a la ingeniería. También podría ser beneficioso ofrecer mejores becas para estimular a los estudiantes para que hicieran cursos avanzados de ingeniería. El MIT ha sido pionero en este aspecto a través de la financiación de su internacionalmente conocida *School of Chemical Engineering Practice* y sus *Leaders For Manufacturing Program*. La existencia de más esfuerzos de esta naturaleza puede ser muy importante para la economía. El gobierno federal podría ayudar mediante la concesión de becas a los jóvenes que terminan sus cuatro años en los estudios en ciencias o en ingeniería y más ayudas para completar estudios de doctorado en estos campos.
  
10. El sistema financiero de Estados Unidos contribuye a que el coste del capital sea alto, porque los gestores de las grandes compañías que cotizan públicamente poseen una porción muy pequeña de las acciones de la compañía y tienen una relación fiduciaria con los inversores institucionales, que poseen aproximadamente la mitad de los derechos de propiedad –y en muchos casos bastante más–. En consecuencia, cuanto mayor es el coste del capital, los gestores se vuelven más aversos al riesgo y se centran más en el corto plazo, porque los propietarios dispersos no tienen ninguna manera de evaluar la gestión si no es mediante el control de la gestión financiera. Además, estos inversores institucionales invierten el dinero aportado por gran número de trabajadores a sus fondos de pensiones. Este sistema contrasta completamente con la relación mucho más próxima entre propietarios y gestores que existe en Japón y en Alemania y en las compañías privadas o controladas por los propietarios de Estados Unidos. El éxito del capitalismo empresarial de la primera mitad de este siglo ha sido sustituido por un sistema muy diferente tanto en esencia como en estilo. Stiglitz ha estudiado recientemente los efectos distorsionadores de los mercados de capital sobre el crecimiento de la productividad, con conclusiones similares a las de este artículo (Greenwald *et al.*, 1990). El artículo de 20 páginas sobre el capitalismo en *The Economist* del 5 de mayo de 1990 también trata este tema.

Por supuesto, cuando es evidente que la gestión de una empresa es efectiva, las instituciones financieras le asignan un múltiplo de precio-ganancias más alto que el de la media del mercado, lo que hace que disminuya el coste del capital financiado con acciones. Si su conclusión es la contraria, la tentación de las OPAs, las tomas de control, las fusiones y las adquisiciones se agranda por un sistema impositivo favorece a la deuda sobre las acciones. Los gestores frecuentemente informan de manera inadecuada a los accionistas sobre sus actos, pero la mayoría simplemente están avisados de las restricciones financieras.

### **Cuál debería ser el objetivo del país**

Nuestro resultado más importante, como se ha descrito anteriormente, es que la inversión tanto en capital humano como no humano explica la mayor parte del crecimiento económico de Estados Unidos en el período de la postguerra. La bajada a partir de 1973 ha supuesto una disminución de la tasa de crecimiento en un punto porcentual con relación a la media en el período de posguerra anterior. La necesidad de nuevas políticas que incentiven los tres tipos de inversión se entiende mejor si se considera la importancia de un crecimiento acelerado de la renta por trabajador para financiar adecuadamente el sistema de Seguridad Social. Alicia Munnell (1989) de la Reserva Federal de Boston, analizando un estudio de la *Bookings Institution* (de Aaron *et al.*, 1988), destacó que la proyección intermedia de *Social Security Trustees* sugiere que el salario real neto por trabajador en el año 2020 será de entre un 199% y un 211% superior al nivel de la actualidad. Treinta años no es un plazo largo. ¿Cómo se producirá esto a la vista de que el salario real por trabajador prácticamente no ha aumentado desde principios de los años setenta? Dado que las proyecciones demográficas prevén una disminución significativa de la población activa (disminuirá a una tasa de aproximadamente un 1% anual a finales de los noventa), es evidente que solamente se puede doblar el salario real neto si se incrementa considerablemente la tasa de inversión de por trabajador en capital de todo tipo: físico, intangible y humano. Además, debemos ser capaces de pagar los costes de la gran cantidad de capital que hemos estado importando desde el exterior.

Esto significa que la tasa de crecimiento anual no inflacionaria (PIB real) debe aumentar desde su valor actual hasta alcanzar el 3,5% aproximadamente. Como se ha dicho anteriormente, esto es imprescindible para que el efecto multiplicador del crecimiento permita doblar el nivel de vida en una generación. A pesar de que el incremento de la inversión en capital sólo puede elevar la productividad de una manera progresiva, debido al enorme *stock* de capital existente, se puede activar en prácticamente una década, si la nueva inversión en capital se concentra *eficientemente* en las industrias más avanzadas en las que se realizan la mayor parte de las actividades de I+D y que por lo tanto afectan más a la productividad total de la economía. El fracaso de los países socialistas al tratar de beneficiarse de sus altas inversiones en capital, que las economías de mercado han utilizado de una manera más efectiva, permite comprender lo esencial que es este criterio. Summers ha realizado algunos cálculos que sugieren que esta mejora podría ser de aproximadamente un 0,5% anual (Boskin, 1988). El Informe Económico del Presidente de 1990 realiza cálculos similares, y señala que esto significa un mayor incremento de la calidad de vida en el largo plazo, como se ha dicho al principio. Sin embargo, es importante no repetir los errores de la década de los setenta,

cuando se canalizaron muchos fondos hacia inversión inmobiliaria relativamente improductiva y a otras inversiones.

### **Cómo aumentar las tasas de crecimiento para conseguir el objetivo nacional**

Teniendo en cuenta estas consideraciones, Boskin ha descrito la relación entre el marco general del modelo de Solow y los resultados más recientes de la siguiente manera. En el modelo de Solow, las principales variables que contribuyen a aumentar el crecimiento del PIB *per cápita* de un país en el largo plazo son la tasa de cambio tecnológico y el incremento en la calidad del trabajo. Los incrementos del cociente capital trabajo conducirían solamente a un incremento temporal de la tasa de crecimiento (moviéndose de la senda de crecimiento 1 a la 2 en el gráfico 5), aunque llevarían a un nivel de vida superior, que es un objetivo deseable por sí mismo. Como ya se ha mencionado, este incremento en la formación de capital físico se dio en Japón el período que va de 1960 a 1979. Durante los años ochenta se vio que estas altas tasas de crecimiento eran difíciles de mantener, pero se han creado muchas ventajas permanentes para diversas industrias y para la población.

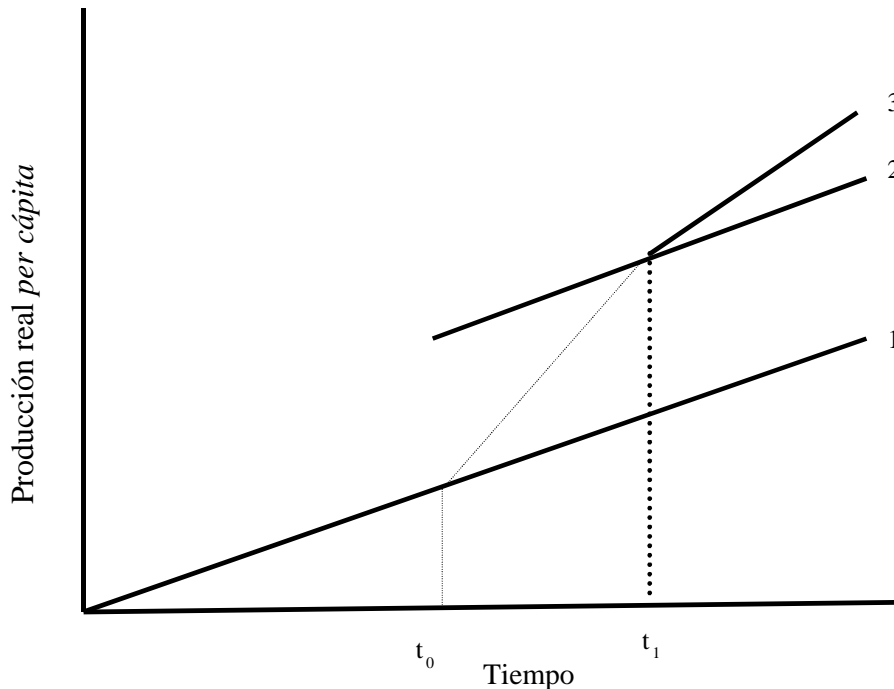
Las medidas del crecimiento de la productividad por sí mismas no dan, sin embargo, una idea completa del papel que el cambio tecnológico juega en el crecimiento. Como ya se ha mencionado, en las formulaciones originales, y en muchos de los trabajos subsiguientes, se consideró que los factores capital y trabajo y la productividad eran esencialmente independientes entre ellos. Quizás los resultados en el sentido contrario de Boskin y Lau se puedan interpretar más fácilmente mediante nuestra experiencia real en el proceso de innovación. La I+D y el diseño creativo no se hacen por hacer, pues se realizan sólo cuando se espera que se utilicen en procesos nuevos o mejorados o en mejores métodos de funcionamiento. Por tanto, el cambio tecnológico no está incorporado solamente en la inversión en capital físico, es capital en sí mismo –capital intangible– y también un poderoso mecanismo de inducción para la inversión en capital, dado que la disponibilidad de una nueva tecnología supone un gran incentivo para invertir.

La inversión, por su parte, estimula la realización de más I+D y el aprendizaje creativo. De manera parecida, las mejoras en la calidad del trabajo –conocimiento humano, habilidades y formación– son tanto un requerimiento como un incentivo para el cambio tecnológico y son otra forma de inversión: capital humano. La inversión en capital crea un compromiso emocional e intelectual favorable en las personas y estimula la creatividad individual. La creación de nuevos equipos con tecnología mejorada por parte de una compañía presiona a sus competidores para que hagan lo mismo.

Por tanto, al contrario de lo que ocurre con los factores trabajo y capital, que tienen un efecto más directo, la contribución de la tecnología tiene un efecto multiplicador –una “externalidad”–. Los tres combinados producen un mayor crecimiento. Como hemos discutido en nuestro reciente libro (Landau, 1988, 1989b, 1990a), ahora la tecnología suele presentarse de forma incorporada y se refuerza con los otros factores de producción –capital y trabajo–, en una medida mucho mayor de lo que se creía anteriormente. Hay muchos efectos de interacción. Por lo tanto cuando los trabajadores, los gestores y los tecnólogos utilizan estas inversiones en capital, particularmente cuando tienen un sentimiento de participación, también están aprendiendo y

contribuyendo a aumentar el conjunto del conocimiento humano. El informe reciente de la *Massachusetts Institute of Technology Productivity Commission* (Dertouzos *et al.*, 1989) insiste en este mismo punto.

**Gráfico 5. Sendas de crecimiento alternativas: cambio tecnológico y formación de capital.**



$t_0$ : la inversión provoca una mayor formación de capital y la transición hacia mayores niveles de renta.  $t_1$ : la economía vuelve a la misma tasa de crecimiento a largo plazo, o bien, a través de la interacción entre la inversión y el cambio tecnológico, pasa a una senda de crecimiento más rápido.

Fuente: Boskin, 1986, p. 37.

Por tanto, la senda de crecimiento 3 de Boskin en el gráfico 5 muestra que con estas interacciones entre el cambio tecnológico, el capital físico y la calidad del trabajo, una mayor tasa de inversión en capital puede contribuir a aumentar la tasa de crecimiento de la economía a medio plazo y llevar a un salto de nivel en cualquier punto del tiempo. Por lo tanto, él cree –y nosotros estamos de acuerdo– que la tasa de inversión y de cambio tecnológico están relacionados positivamente. Los factores tradicionales en el proceso de producción no son, de hecho, variables independientes. Esto es especialmente cierto cuando se explotan los resultados de la I+D, que suponen innovaciones radicales que requieren grandes inversiones. Este aumento en la senda de crecimiento se podría ver como una serie de transiciones de una economía dinámica que nunca está realmente en equilibrio o en estado estacionario, debido a los cambios tecnológicos endógenos continuos e impredecibles. Si el cambio tecnológico no es exógeno, la incorporación de la tecnología y el aprendizaje por la práctica –fenómeno reconocido por los economistas neoclásicos– interactúan con la inversión en capital, aumentando las tasas de crecimiento, y la inversión en capital se hace fundamental para alcanzar un equilibrio más alto y aproximarse a la frontera tecnológica de la economía a mayor velocidad. Este es el proceso de evolución por el que se establece la no convexidad del proceso de producción y se produce un crecimiento que no cesa. Por tanto, en vista del número sustancial de nuevas tecnologías disponibles actualmente y de

los de efectos de continuar los esfuerzos de dedicados a las actividades de I+D y de diseño, la necesidad de equipos completamente nuevos y de cerrar unidades obsoletas se está haciendo cada vez mayor. Es una versión del *catch-up* para Estados Unidos, especialmente aplicable en algunas industrias.

## Conclusión

Parece que quedan pocas dudas entre los economistas de que para aumentar el nivel de vida americano y mantener la influencia americana en las relaciones exteriores, será necesario incrementar la inversión por trabajador en todos los tipos de capital, especialmente si se consideran las crecientes preocupaciones relacionadas con el entorno. El coste de la financiación -una combinación de deuda y acciones- es un factor fundamental para que las decisiones privadas lleven a tal acumulación. Sin embargo, la consideración básica para la inversión en capital físico es su coste, que es el rendimiento antes de impuestos necesario para pagar todos los impuestos y la depreciación de las instalaciones y el equipo. Las inversiones públicas en infraestructuras también son importantes, y ciertamente son sensibles a la tasa de ahorro. Con la disminución del número de trabajadores por razones demográficas, las mejoras en la productividad obtenidas de este modo no tienen por qué producirse necesariamente a expensas de la creación de empleo. Tal y como demuestra la tabla 3, las políticas de Estados Unidos en las dos últimas décadas han tenido efectos muy positivos sobre la formación de empleo –el desempleo es ahora del 5,3%– en comparación con Japón y Europa, donde la productividad y la formación de capital fueron mayores pero también lo fue el desempleo –más de un 8% en Europa–. Gran parte de este logro se debe a la capacidad americana de generar pequeñas y medianas empresas. El precio que pagamos, tal y como muestra el gráfico 4, fue un aumento de los tipos de interés reales a largo plazo y una inevitable debilidad de la formación de capital (gráfico 6). El gráfico 7 muestra las tasas de crecimiento por trabajador para resaltar las diferencias entre los resultados de los diferentes países.

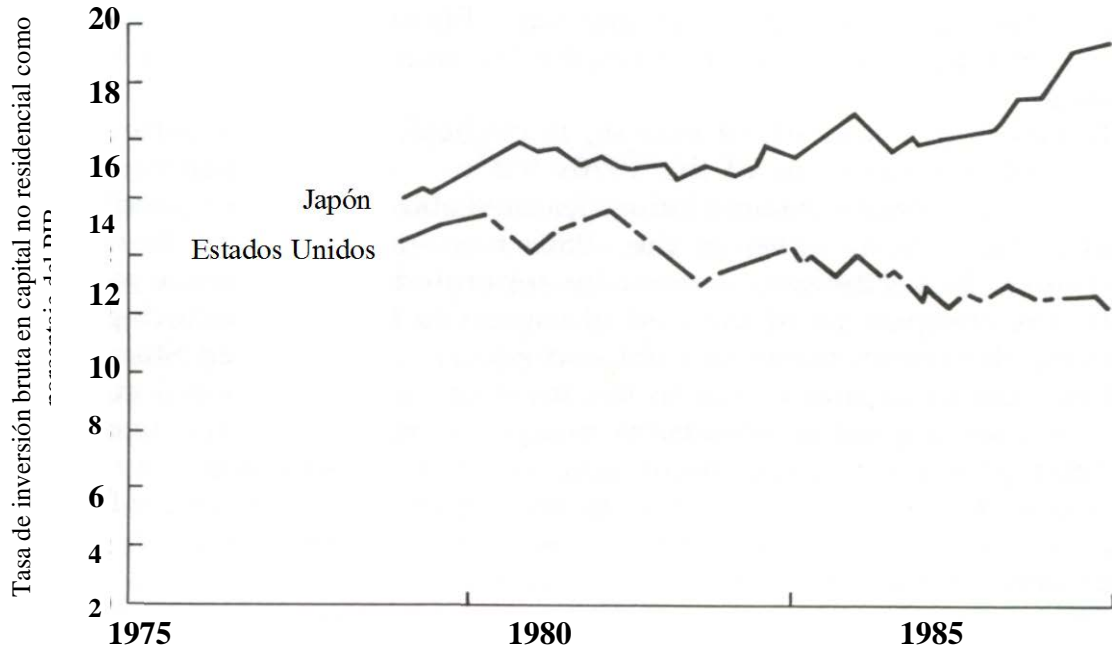
*Tabla 3: Empleo en millones de personas*

<b>Año</b>	<b>CEE</b>	<b>USA</b>	<b>Japón</b>
<b>1955</b>	101.4*	62.2	41.9
<b>1965</b>	101.8*	71.1	47.3
<b>1975</b>	105.5	85.8	52.2
<b>1985</b>	106.7	107.2	58.1
<b>1986</b>	107.5	109.6	58.5
<b>1987</b>	108.3	112.4	59.1
<b>1988</b>	110.8	115	60.1
<b>Incremento neto</b>	9.4	52.8	18.2

NOTA: CEE no incluye España y Portugal. \* Estimación.

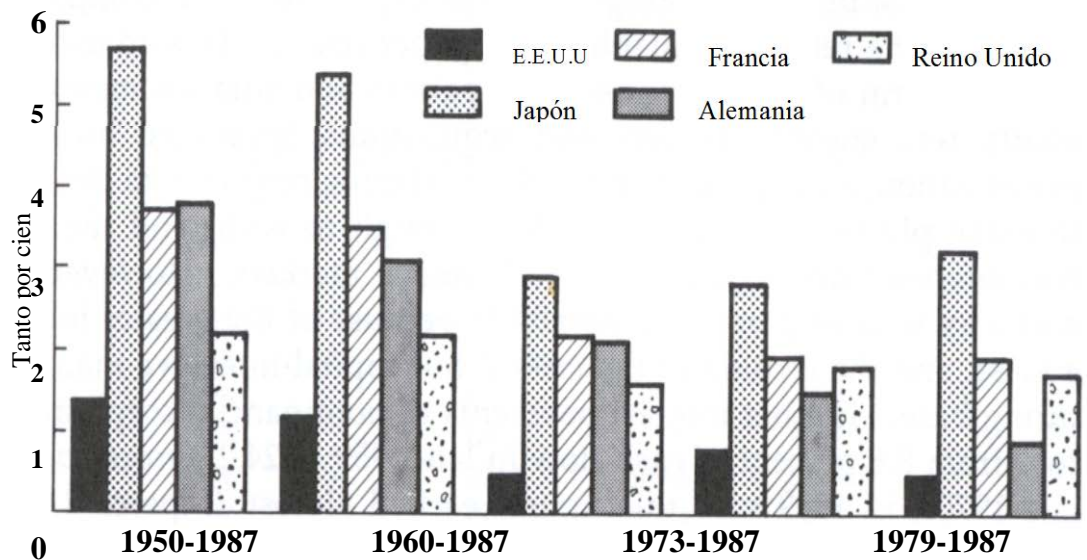
Fuente: OCDE, CEE, Banco de Japón, IFO. Por gentileza de *The Economist*

**Gráfico 6. Baja formación de capital en la década de los ochenta**



Fuente: Datastream International/Worldview.

**Gráfico 7. Comparación internacional de las tasas medias anuales de crecimiento**



Nota: Cambio porcentual anual medio del PIB en términos reales por persona empleada.

Fuente: Departamento de Trabajo de Estados Unidos.

Por supuesto, la inversión empresarial es cíclica. Los bajos –a menudo negativos– tipos de interés reales de la década de los años setenta llevaron a un *boom* del gasto en capital y al exceso de capacidad en algunas industrias que hemos mencionado anteriormente, con bajas ganancias de productividad. El aumento de los tipos en los años ochenta ha acortado el horizonte de los inversores. No obstante, se debe reiterar que los tipos de interés son sólo un componente del coste del capital para las empresas, que depende en un grado variable de mezclas de deuda y acciones. Estados Unidos debe conseguir que su coste del capital sea inferior al de sus competidores internacionales mediante, entre otras medidas estructurales, un sesgo de los impuestos hacia la inversión productiva y el ahorro, para que no sea necesario pagar una alta prima por la importación de capital extranjero. Tal y como dice Darlauf, el crecimiento es una función de la gestión de cada economía, a pesar de la internacionalización de los mercados de capitales.

Este artículo no es el lugar para alargar este tema, pero está claro que todos los objetivos anteriormente descritos se deben alcanzar. En este momento no se está desarrollando una política para conseguirlo. En un contexto con escaso ahorro –y el ahorro doméstico y la inversión están relacionados en una economía abierta, aunque menos estrechamente que en una economía cerrada–, en los años ochenta los rendimientos de los activos financieros superaron a los de muchos activos físicos en el sector real y la economía se tuvo que ajustar racionalizando el uso del capital, de manera que éste pudiera competir con los rendimientos de los mercados financieros. Este ajuste provocó un patrón con menos inversión y conllevó grandes retiradas de acciones, fusiones y adquisiciones, tomas de control, privatización y la aparición de los “bonos basura”. Esta reestructuración respondía a la necesidad de hacer que el capital físico fuera lo suficientemente productivo para competir con los altos tipos de interés reales de los mercados financieros. Sin embargo, el coste de este proceso podría ser una mayor vulnerabilidad debida a un mayor grado de endeudamiento y la erosión de la base productiva intensiva en capital. Los pagos netos de intereses de las empresas no financieras pasaron de un 8,6% del flujo de caja a finales de 1959 a un 24,2% a finales de los años setenta; en 1989 esta cifra alcanzó casi el 26% –y sobrepasó unos beneficios antes de impuestos de cuarenta mil millones de dólares–. Las bancarrotas han aumentado. Las crisis bancarias son un ejemplo claro de ello.

En un significativo contraste se encuentra la evolución de la economía japonesa. Tal y como el *Wall Street Journal* ha informado recientemente (Ono, 1989), el gasto de capital en Japón ha crecido a tasas de dos dígitos. Muchas industrias, desde la automovilística hasta la de *chips* de ordenadores para la construcción naval se están modernizando, expandiendo su capacidad, y desarrollando nuevos productos. En los doce meses anteriores al 31 de marzo de 1989, los desembolsos de capital de Japón fueron mayores que los de Estados Unidos –medidos a los tipos de cambio de mercado–, 521,4 miles de millones de dólares comparado con 494,8, a pesar del hecho de que el PIB de Japón es menos de dos tercios del de Estados Unidos. Estuvo probablemente por encima de los 600 mil millones de dólares para Japón en 1989 comparado con aproximadamente 500 mil en Estados Unidos. El gráfico 6 muestra la divergencia entre los dos países. Buena parte de esta inversión tiene lugar en industrias de alta tecnología, que amenazan la viabilidad de las empresas americanas. Cada vez parece más claro que, al mismo tiempo que la Unión soviética se retira, Estados Unidos tiene un nuevo rival económico que es de mayor importancia todavía, porque en este caso es muy difícil desarrollar la mentalidad de “crisis” para empujar a los americanos a cambiar sus hábitos.



Gran parte de este *boom* inversor fue generado por un enorme mercado de capital que conecta el gran ahorro privado de Japón con las empresas productivas. Se puede acceder al endeudamiento a tipos todavía menores que los americanos. Las emisiones de acciones tienen un volumen mucho mayor que en Estados Unidos. Mientras que en 1986 las compañías norteamericanas obtuvieron una cifra de 67,9 miles de millones de dólares por la venta de acciones y activos similares, en los primeros ocho meses de 1989, las compañías japonesas consiguieron más de 110 mil millones, comparado con los 20 mil millones de las compañías americanas ¿Puede dudar alguien que en los próximos años las ganancias de productividad de los japoneses sobrepasarán enormemente a las nuestras, y que las nuevas instalaciones podrán distribuir más y mejores productos en el mercado? Una reciente visita a Japón confirma que hay muchos otros factores que contribuyen a aumentar la productividad de Japón: una población homogénea y disciplinada, un excelente sistema de educación secundaria, un sistema financiero regulado, un sistema impositivo que favorece el ahorro respecto al consumo, un partido fuerte en el gobierno –aunque esté algo debilitado–, una burocracia fuerte y competente que favorece a su industria en el mercado doméstico y en el exterior, unas leyes antimonopolio relativamente laxas y la fuerte competitividad entre empresas, entre muchas características especiales. ¡Quizás Japón ha mejorado el sistema capitalista que inventamos conjuntamente con los británicos! Pero no ha alcanzado la perfección. La reciente caída en la bolsa japonesa y el aumento de la inflación llevan al final de la burbuja especulativa en los precios de los activos y de la tierra, aumentan de alguna manera el coste del de los activos japoneses, y anuncian una reducción del flujo de capital hacia el exterior, especialmente hacia Estados Unidos. Por tanto, podríamos ver altos tipos de interés y crecimiento lento de manera continuada, si no mejora nuestra tasa nacional de ahorro, tal y como ha empezado a suceder recientemente. El flexible sistema japonés, sin embargo, continúa teniendo muchas ventajas, y Japón debería seguir creciendo en el largo plazo a una tasa más alta que otros países industrializados.

Se esta trabajando intensamente en el cambio de orientación de nuestra economía. Los americanos necesitan entender la elección que deben realizar. Deben vincular tres tipos de capital –físico, humano e intangible– a la situación económica actual. Nuestro argumento a favor de una mayor inversión en capital se fundamenta en las oportunidades técnicas y económicas que tiene Estados Unidos en este momento. La actual importancia de la gran -y todavía parcial- revolución de las tecnologías de la información significa que el progreso técnico está incorporado al capital físico en una medida sin precedentes. Lo mismo sucede en los casos de los nuevos materiales y la biotecnología. Esta incorporación vincula la inversión en nuevo conocimiento para el crecimiento con la inversión en nuevo capital físico. Asimismo, las oportunidades para el avance técnico están vinculadas con la inversión en I+D y en capital humano. Estas nuevas tecnologías requieren una nueva combinación de capacidades de los trabajadores, especialmente de los más preparados, aspecto en el que el sistema de educación superior de Estados Unidos supone una considerable ventaja comparativa para el país, si se explota conjuntamente con nuevas inversiones en capital físico e intangible. Esto es fundamental, porque las principales exportaciones japonesas a Estados Unidos son intensivas en capital y en investigación, y para competir, las empresas necesitan las tres patas de la silla del crecimiento. A pesar de ello, las políticas actuales *desfavorecen* la inversión en general y, de hecho, han tendido a estimular la inversión en los tipos de capital menos productivos.

¿Cómo se pueden realizar estas elecciones de una manera constructiva a la vista del profundo escepticismo acerca de la eficiencia y los escándalos del gobierno? Tal y como dice Michael Porter (1990a, b) de la *Harvard Business School*, el gobierno japonés ha abandonado la intervención directa, lo cual es apropiado en el estado de desarrollo competitivo de Japón. América no se debería ver empujada a adoptar políticas que no funcionan en una economía desarrollada y, en cambio, debería concentrarse en tener un buen clima general. No obstante, se están realizando muchos intentos por parte de diversos sectores e investigadores para justificar el comercio dirigido, y por parte de algunos tecnólogos y empresarios que no se sienten capaces de competir con el comercio que proviene del exterior y con las adquisiciones de tecnologías críticas y que piden esfuerzos contra ellos por parte del gobierno.

Un enfoque más razonado se basa en la cuestión de dónde puede intervenir el gobierno de manera *efectiva* en la microeconomía. En marzo de 1990 el presidente Bush comprometió a su administración a fomentar tecnologías genéricas precompetitivas críticas que “favorezcan tanto a nuestra competitividad como a nuestra seguridad nacional”. Robert M. White (1990), presidente de la Academia Nacional de Ingeniería, en un discurso de abril de 1990 desarrolló más este tema de un modo reflexivo, pero todavía no hay un consenso acerca de cómo se sitúan las tecnologías genéricas entre la investigación básica y el desarrollo aplicado industrial y en que medida y de qué manera se debería tratar este tema.

Sin embargo, la referencia del presidente a la seguridad nacional nos recuerda que hay muchos que piensan que muchas industrias –particularmente la de los semiconductores– son esenciales para la seguridad nacional, y que las inadecuadas políticas macroeconómicas y los fracasos de las empresas y las estructuras industriales americanas van a entregar el control de las tecnologías críticas a compañías extranjeras. Se apoyan en los nuevos desarrollos en los campos del crecimiento y el comercio, comentados anteriormente, que sugieren que cierta protección en las primeras etapas de la tecnología podría ser positiva para el crecimiento económico. Sin embargo, no está claro si en Estados Unidos las compañías de propiedad americana se comportan de una manera diferente que las de propiedad extranjera, es decir, si el control de la tecnología está asociado con la propiedad nacional. Las compañías se están convirtiendo no ya en multinacionales sino en globales, escapando quizás del control de cualquier gobierno. Sin embargo, esto ha sido menos verdad en el caso de los japoneses, lo cual da pie a fuertes sentimientos proteccionistas, por un lado, y a la confianza en la capacidad de las empresas americanas para competir, por el otro, por lo que crece un deseo de ver empresas más agresivas del exterior instaladas en Estados Unidos, a costa incluso de las empresas de propiedad americana.

Considerando estas fuerzas en conflicto –el deseo de mayores controles nacionales y la estrategia frente la expansión de compañías globales implantadas en muchos países–, no sorprende que haya una creciente preocupación entre muchos economistas de que Estados Unidos se vea cada vez más empujado hacia el proteccionismo. Su preocupación se debe a lo costosa que resulta la intervención en el sector privado, como en el caso de la propuesta de la *National Advisory Commission on Semiconductors* para la financiación por parte del gobierno de una empresa de capital riesgo multimillonaria para resucitar la electrónica de consumo americana, a pesar de la establecida inutilidad de estas políticas para asegurar el éxito. En ausencia de la necesaria estructura industrial, revivir una industria entera tendría efectos en muchos más sectores de la

economía y supondría incurrir en un coste enorme. Considerando lo difícil que puede resultar esa intervención, lo mejor que cualquier gobierno puede hacer en su período de cuatro años probablemente es centrarse en llevar a cabo una buena política macroeconómica como primera prioridad.

Cuando se une este problema fundamental con las crecientes y frecuentemente legitimadas presiones de los defensores del medio ambiente y con el deterioro de las infraestructuras, que también requieren grandes inversiones –y que conduce a ganancias de productividad en toda la economía (Munnell, 1990)–, aparece el miedo de que América pase a jugar un papel secundario y que el crecimiento del nivel de vida sea insuficiente para afrontar el gran número de injusticias y problemas sociales que existen hoy en día. El remedio adecuado, como se señala en este artículo, está quedando muy claro, pero requerirá paciencia, determinación y liderazgo, un cambio en las percepciones fundamentales de las prioridades nacionales y el abandono de teorías y perspectivas económicas obsoletas.



## **Bibliografía**

Aaron, H., B. Bosworth y G. Burtless, 1988. *Can America Afford Grow Old?* The Brookings Institution, Washington D.C.

Abramovitz, M. 1956. *Resource and output trends in the U. S. Since 1870*. American Economic Review 46 (Mayo): 5-23

Arrow, K., 1962. *The economic implications of learning by doing*. The Review of Economic Studies, 29 (Junio):155-173.

Baumol, W.J., S.A. Baley Blackman y E.N. Wolff, 1989. *Productivity and American Leadership: The Long View*. MIT Press, Cambridge, Mass.

Bernstein, J.I. y M.I. Nadiri, 1988. *Interindustry spillovers, rates of return, and production in high tech industries*. American Economic Review (Mayo): 429-434.

Boskin, M.J., 1986. *Macroeconomics, technology, and economic growth: An introduction to some important issues*. pp. 33-56 en *The positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, R. Landau y N. Rosenberg, eds., National Academy Press, Washington D.C.

Boskin, M.J., 1988. *Tax policy and economic growth: Lessons from the 1980s*. Journal of Economic Perspectives 2(4) (Otoño): 87.

Boskin, M.J. Y L. Lau, 1989. *Capital Formation and Productivity Growth: An International Comparison*. Artículo presentado en la "Conferencia sobre Crecimiento Económico y Comercialización de Nuevas Tecnologías". Center for Economic Policy Research, Universidad de Stanford.

Boskin, M.J. Y L. Lau, 1990. *Post-War Economic Growth in the Group-of-Five Countries: A New Analysis*. Working Paper, Departamento de Economía, Universidad de Stanford.

Bosworth, B., 1989. *Testimony before the Committee on Ways and Means*. Cámara de Representantes. Congreso de Estados Unidos, 19 de Abril.

Christensen, L.R. y D.W. Jorgenson, 1969. *The measurement of real capital input, 1929-1967*. Review of Income and Wealth 15(4) (Diciembre): 293-320.

Christensen, L.R., y D.W. Jorgenson, 1970. *U.S. real product and real factor input, 1929-1967*. Review of Income and Wealth 16(1) (Marzo): 19-50.

Christensen, L.R., y D.W. Jorgenson, 1973. *Measuring the performance of the private sector of the U.S. economy, 1929-1969*, en *Measuring Economic and Social Performance*, M. Moss, ed. pp. 233-351, Columbia University Press, Nueva York.

David, P.A., 1990. *The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox*. American Economic Review, 80(2)(Mayo): 355-361.

Denison, E.F., 1957. *Theoretical aspects of quality change, capital consumption and net capital formation*, en la "Conferencia sobre investigación sobre la renta y la riqueza. Problemas de la formación de capital". Princeton University Press. Princeton, N.J.

Denison, E.F., 1962. *Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before Us*. Comité para el desarrollo Económico. Nueva York.

Denison, E.F., 1967. *Why Growth Rates Differ*. The Brookings Institution, Washington D.C.

Denison, E.F., 1972. *Final Comments*, Survey of Current Business, segunda parte 52(5): 95-110.

Denison, E.F., 1974. *Accounting for United States Economic Growth, 1929-1969*. The Brookings Institution, Washington D.C.

Denison, E.F., 1979. *Accounting for Slower Economic Growth*. The Brookings Institution, Washington D.C.

Denison, E.F., 1985. *Trends in American Economic Growth, 1929-1982*. The Brookings Institution, Washington D.C.

Dertouzos, M.L., R.K. Lester, R.M. Solow y la Comisión de Productividad Industrial del MIT, 1989. *Made in America: Regaining the productive Edge*. MIT Press, Cambridge, Mass.

Durlauf, S., 1989. *International Differences in Economic Fluctuations*. Artículo presentado en la en la "Conferencia sobre crecimiento económico y comercialización de nuevas tecnologías" del Center for Economic Policy Research, Universidad de Stanford.

Eatwell, J., M. Milgate y P. Newman, eds., 1987. *New Palgrave*. MacMillan, Nueva York.

*The Economist*, 23 de Septiembre de 1989. Editorial. pp 13-14.

Gomory, R., 1989. *The Technology-Product Relationship: Early and Late Stages*. Conferencia sobre crecimiento económico y comercialización de nuevas tecnologías, Center for Economic policy Research, Universidad de Stanford.

Gomory, R., 1990. *Of ladders, cycles and economic growth*. Scientific American (Junio):140.

Greenwald, B.G., M.A. Salinger y J.E. Stiglitz, 1990. *Imperfect capital markets and productivity growth*. National Bureau of Economic Research conference paper, Abril.

Griliches, Z., 1972a. *Issues in growth accounting, A Reply to Edward F. Denison*. Survey of Current Business 52(4) segunda parte, (Mayo).65-94.

Griliches, Z., 1972b. *Issues in growth accounting, Final Reply*. Survey of Current Business 52(5) segunda parte, (Mayo): 111.

Griliches, Z., 1979. *Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth*. The Bell Journal of Economics, 10 (primavera): 92-116.

Griliches, Z., 1988. *Technology, Education and Productivity: Early Papers with Notes to Subsequent Literature*. Basil Blackwell, Londres.

Griliches, Z. Y D.W. Jorgenson, 1967. *The explanation of productivity change*. Review of Economic Studies 34(2)(9)(Julio): 249-280.

Grossman, G.M., y E. Helpman, 1990. *Trade, innovation and growth*. American Economic Review 80(2): 86-91.

Hatsopoulos, G.N., P.R. Kruggman y L.H. Summers, 1988. *U.S. competitiveness: Beyond the trade deficit*. Science, 241 (Julio):299-307.

Helliwell, J.F. y A. Chung, 1990. *Aggregate productivity and growth in an international comparative setting*. En *International Productivity and Competitiveness*, B.G. Hickman, ed. Oxford University Press, Nueva York.

Huber, P., 1989. *Liability and insurance problems in the commercialization of new products*. Artículo presentado en la Conferencia sobre crecimiento económico y comercialización de nuevas tecnologías del Center for Economic Policy Research, Universidad de Stanford.

Hulten, C.R. y F.C. Wykoff, 1981. *The measurement of economic depreciation*. En *Depreciation, Inflation and the Taxation of Income from Capital*, C.R. Hulten, ed. Urban Institute Press. Washington D.C.

Hulten, C.R., J.W. Robertson y F.C. Wykoff, 1989. *Energy, obsolescence and the productivity slowdown*. pp. 225-258 en *Technology and Capital Formation*, D. Jorgenson y R. Landau, eds. MIT Press. Cambridge, Mass.

Imai, K., 1989. *The Japanese Pattern of Innovation and its Commercialization Process*. Artículo presentado en la Conferencia sobre crecimiento económico y comercialización de nuevas tecnologías del Center for Economic Policy Research, Universidad de Stanford.

Jorgenson, D.W., 1988. *Productivity and postwar U.S. economic growth*. *Journal of Economic Perspectives* (4)(otoño): 23-41.

Jorgenson, D.W. y B.M. Fraumeni, 1990. *Investment in education and U.S. economic growth*. En *The U.S. Savings Challenge*, C.E. Walker, M.A. Bloomfield y M. Thorning, eds. Westview Press. Boulder, Colo.

Jorgenson, D.W. y R. Landau, 1989. *Technology and Capital formation*. MIT Press. Cambridge, Mass.

Jorgenson, D.W., M. Kuroda and M. Nishimizu, 1986. *Japan-U.S. industry-level productivity comparisons, 1960-1979*. En *Productivity in the U.S. and Japan*, C.R. Hulten y J.R. Norsworthy, eds. University of Chicago Press, Chicago.

Jorgenson, D.W., F. Gollop y B.M. Fraumeni, 1987. *Productivity and U.S. Economic Growth*. Harvard University Press. Cambridge, Mass.

Kendrick, J.W., 1961. *Postwar Productivity Trends in the United States*, Princeton University Press. Princeton, N.J.

Kendrick, J.W., 1973. *Postwar Productivity Trends in the United States, 1948-1969*. National Bureau of Economic Research, Nueva York.

Kendrick, J.W., 1976. *The National Wealth of the United States*. Conferencia. Nueva York.

Kendrick, J.W., 1983. *Interindustry Differences in Productivity Growth*. American Enterprise Institute. Washington D.C.

Kendrick, J.W. y W.S. Grossman, 1980. *Productivity in the United States, Trends and Cycles*. John Hopkins University Press. Baltimore, Md.

Landau, R., 1988. *U.S. economic growth*. *Scientific American* 258(6)(Junio): 44-52.

Landau, R., 1989 a. *The chemical engineer and the CPI: Reading the future from the past*. *Chemical Engineering Progress* (Septiembre): 25-39.

Landau, R., 1989 b. *Technology and capital formation*. Pp 485-505 en *Technology and Capital Formation*, D. Jorgenson y R. Landau, eds. MIT Press. Cambridge, Mass.

Landau, R., 1990 a. *Capital investment, key to competitiveness and growth*. *Brookings Review* (verano).

- Landau, R., 1990 b. *Chemical engineering. Key to the growth of the chemical process industries*. AIChE Symposium Series 86(274): 9-39.
- Lindbeck, A., 1983. *Economic Journal* 93(Marzo): 13-34.
- Lipsey, R., 1990. NBER Working Paper 3293.
- Lucas, R.E. Jr., 1988. *On the mechanics of economic development*. *Journal of Monetary Economics* 22: 3-42.
- Maddison, A., 1987. *Growth and slowdown in advanced capitalist economies: Techniques of quantitative assessment*. *Journal of Economic Literature* 25(Junio): 649-698.
- Mansfield, E., 1986. *Microeconomics of technological innovation*. Pp. 307-325 en *The positive sum strategy*, R. Landau y N. Rosenberg, eds., National Academy Press, Washington D.C.
- McCauley, R.N. y S.A. Zimmer, 1989. *Explaining international differences in the cost of capital*. *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review* 14(2)(verano).
- McKinnon, R., y d. Robinson, 1989. *Dollar devaluation, interest rate volatility and the duration of investment*. Artículo presentado en la "Conferencia sobre crecimiento económico y comercialización de nuevas tecnologías" del Center for Economic Policy Research, Universidad de Stanford.
- Munnell, A.H., 1989. *Social Security Surpluses: How will they be used?* Artículo presentado en la conferencia del American Council for Capital Formation "Saving-The Challenge for the U.S. Economy". Washington D.C.
- Munnell, A.H., 1990. *Why has productivity growth declined? Productivity and public investment*. *New England Economic Review* (Enero/Febrero): 3-22.
- Nelson, R.R., 1981. *Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures*. *Journal of Economic Literature* 19(Septiembre). 1029-1064.
- Nelson, R.R. y S.G. Winter, 1982. *An Evolutionary Theory of Economic change*. Harvard University Press. Cambridge Mass.
- Ono, U., *Capital Spending*. *Wall Street Journal*, 26 de octubre de 1990.
- Porter, M., 1990. *Harvard Business Review* (mayo-junio): 190-192.
- Porter, M., 1990. *The competitive advantage of nations*. The Free Press. Nueva York.
- Romer, P.M., 1986. *Increasing returns and long run growth*. *Journal of Political Economy* 94(octubre): 1002-1037.
- Romer, P.M., 1987a. *Crazy explanations for the productivity slowdown*. NBER Macroeconomics Annual. S. Fisher, ed. MIT Press. Cambridge, Mass.
- Romer, P.M., 1987b. *Growth based on increasing returns due to specialization*. *American Economic Review* 77(mayo): 56-62.
- Romer, P.M., 1989a. *Capital Accumulation in the Theory of long Run Growth*, en *Modern Business Cycle Theory*. R. Barro, ed., Harvard University Press. Cambridge, Mass.
- Romer, P.M., 1989b. *Measurement Error in Cross Country Data*, Manuscript.
- Romer, P.M., 1990. *Endogenous technological change*. *Journal of Political Economy*.



Rosenberg, N. Y. R. Landau, 1989. *Successful Commercialization of New Technologies*. Center for Economic Policy Research. Universidad de Stanford.

Shoven, J. Y. D. Bernheim, 1989. *Comparison of the cost of capital in the U.S. and Japan: the roles of risk and taxes*. Artículo presentado en la Conferencia sobre crecimiento económico y comercialización de nuevas tecnologías del Center for Economic Policy Research, Universidad de Stanford.

Solow, R., 1956. *A contribution to the theory of economic growth*. Quarterly Journal of Economics 70: 65-94

Solow, R. (1957), "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, 34, pp. 312-20.

Solow, R., 1987. Nobel Lecture.

Summers, L., 1989. *What in the Social Return of Capital Investment?* Artículo presentado en el simposio con motivo del 65 cumpleaños de Robert Solow. MIT.

Turner, P., 1988. *Saving and Investment, exchange rates and international imbalances. A comparison of the U.S., Japan, and Germany*. Journal of Japanese International Economics 2(3)(septiembre). 259-265.

White, R.M., 1990. *Technology policy in an interdependent world*. Artículo presentado en la American Association for the Advancement of Science. Washington D.C.

Wyckoff, F.C., 1989. *Economic depreciation and the user cost of business-leased automobiles*. Pp. 259-292 en *Technology and Capital Formation*, D. Jorgenson y R. Landau, eds. MIT Press. Cambridge, Mass.

## **“La economía del cambio tecnológico”. Christopher Freeman (1998)**

### **Resumen**

Christopher Freeman es uno de los principales representantes de la corriente económica, nacida en los años ochenta, que se ha denominado neoschumpeteriana o evolucionista. Esta corriente se ha destacado por resaltar la importancia del análisis económico de la innovación, que había sido olvidado hasta cierto punto por la corriente dominante entre los economistas. Los neoschumpeterianos han realizado muchos avances en el conocimiento del proceso de innovación, han definido conceptos muy útiles para su análisis –como el de “sistema nacional de innovación”– y han atacado decididamente algunos de los supuestos fundamentales de la teoría económica neoclásica.

Este artículo resume las principales aportaciones de la corriente neoschumpeteriana al análisis económico de la innovación, aunque cabe señalar que se utiliza este término neoschumpeteriano en un sentido amplio, dado que algunos de los artículos citados se inscriben en la corriente neoclásica.

En la introducción, Freeman resalta algunas de las carencias en el tratamiento económico de la innovación que han existido durante muchos años. Estas carencias se reflejan, especialmente, en el estudio de las innovaciones y su difusión en el ámbito de las empresas. Sin embargo, con la aparición de la corriente neoschumpeteriana en los años ochenta esta situación ha cambiado considerablemente.

En el segundo apartado, Freeman analiza las teorías de Schumpeter y señala que buena parte de los conceptos que él introdujo han sido modificados y, en algunos casos, intensamente criticados, por los neoschumpeterianos. Además, destaca algunas de las principales críticas de la corriente evolucionista a los supuestos de la teoría económica establecida, entre los que se encuentran la homogeneidad de los agentes, la “racionalidad ilimitada” y la capacidad de optimización del ser humano.

Tras estas primeras consideraciones, en el tercer apartado, Freeman repasa diversos artículos en los que se analiza el aprendizaje tecnológico a partir de fuentes externas, es decir, los diferentes mecanismos a través de los cuales las empresas adquieren conocimientos científicos, tecnológicos o de cualquier otro tipo que facilitan el proceso de innovación.

Entre ellos destaca, en primer lugar, el papel del conocimiento científico en la innovación. Al contrario de lo que, para simplificar el análisis, suponen muchos modelos anteriores, el conocimiento científico no es exógeno al proceso innovador, sino que, bien al contrario, cada vez existe una mayor interacción entre la ciencia y la tecnología. Además, aunque señala que el conocimiento científico es fundamental, la evidencia muestra que en muchos casos las empresas se benefician de la ciencia de una manera indirecta, más a través de la contratación de trabajadores con nuevos conocimientos procedentes del sistema educativo, que mediante la propia producción científica. Sin embargo, destaca, es difícil generalizar, dado que diversos estudios demuestran que el grado de interacción entre la ciencia y la tecnología depende fuertemente del tipo de industria o del tipo de innovación del que se trate.

La innovación debe considerarse como un proceso interactivo en el que la empresa, además de adquirir conocimientos mediante su propia experiencia en los procesos de diseño, desarrollo, producción y comercialización, aprende constantemente de sus relaciones con diversas fuentes externas, entre las que se encuentran los proveedores, los consumidores y diversas instituciones, entre las que se hallan universidades, centros públicos de investigación, consultores o las propias empresas competidoras. Todas estas relaciones conforman un proceso complejo, con características diferentes para distintas tecnologías e industrias y que depende fuertemente del entorno de la empresa.

Por último, entre las fuentes externas de aprendizaje de la empresa, el autor destaca el auge que en los últimos años han tenido los acuerdos de cooperación entre empresas, especialmente en los sectores tecnológicamente más avanzados, como el de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Tras repasar las fuentes externas del aprendizaje, en el cuarto punto, Freeman incide en la importancia de las fuentes internas. Diversos estudios han demostrado que la buena combinación de las etapas de diseño, desarrollo, producción y comercialización es una de las condiciones necesarias para el éxito del proceso innovador. La importancia de esta interacción puede explicar el hecho de que, incluso en muchas de las industrias en las que los contratos para la realización externa de actividades de I+D son habituales, también se realicen actividades internas de I+D, que no son sustitutivas de las primeras, sino que las complementan, dado que generalmente los conocimientos técnicos deben ser procesados y modificados en la propia empresa para poder ser usados de una manera efectiva. Además, Freeman destaca la importancia crucial que para la innovación y para el éxito de las empresas tiene la acumulación interna de conocimientos a través de procesos formales de formación del personal o mediante la experiencia, aunque reconoce la dificultad de definir este aspecto con precisión y de medirlo correctamente.

En el quinto apartado, el autor cita diversos artículos en los que se resalta la especificidad de los procesos de innovación en diferentes industrias y la dificultad de clasificar innovaciones de naturaleza e impacto muy dispares. Para ello, distingue entre innovaciones radicales, que suponen productos o procesos completamente nuevos y en las que los departamentos de I+D de las empresas suelen jugar un papel fundamental, dado que la innovación requiere conocimientos nuevos, e innovaciones incrementales, que suponen mejoras en cualquiera de los productos y procesos ya existentes, en las que todos los elementos de la empresa son de gran importancia.

En los últimos años se ha avanzado considerablemente en el análisis de las innovaciones incrementales, que por su naturaleza son mucho más difíciles de observar, mediante el uso de diversas fuentes, especialmente las estadísticas de patentes. Los resultados de estos trabajos muestran que solamente algunas empresas, concentradas en ciertas industrias, realizan innovaciones radicales. Además, se ha constatado que se puede clasificar a las empresas en distintas categorías según su intensidad tecnológica –alta, baja o media– y se han realizado diferentes taxonomías de las empresas, entre las que destaca la realizada por Pavitt (1984). Sin embargo, Freeman alerta sobre el peligro de caer en una excesiva simplificación al tratar de clasificar a las empresas.

El sexto punto trata una de las principales y más antiguas controversias del análisis económico de la innovación: el debate entre las teorías del empuje de la tecnología (*technology push*) y las del tirón de la demanda (*demand pull*). Según las primeras, los

avances científicos estimulan la innovación, ya que los nuevos hallazgos ofrecen la posibilidad de crear nuevos productos y procesos. Las segundas afirman que las innovaciones se generan como respuesta al estímulo de la demanda. Sin embargo, las investigaciones de los últimos años han dejado atrás la controversia entre ambas teorías, eliminando la concepción de la innovación como un proceso lineal y reconociendo que se trata de un proceso rico y complejo, en el que se producen diversas interacciones tanto en la generación de la innovación como en su difusión.

A continuación, Freeman aborda el tema de la difusión de las innovaciones, citando diversos estudios que muestran que generalmente durante el proceso de difusión se producen nuevas innovaciones que transforman y mejoran la inicial, aunque de nuevo, el grado de transformación de los productos, así como la velocidad a la que se produce la difusión, varían considerablemente entre industrias.

En el apartado séptimo, el autor destaca la importancia de lo que él denomina “cambio institucional”, que se refiere al impacto de las modificaciones en la estructura de las empresas y de los elementos de su entorno sobre el proceso innovador. De hecho, al analizar las diferencias en las tasas de difusión en diferentes industrias o países, hay que tener en cuenta que éstas dependen fuertemente de la preparación de los trabajadores, además de las innovaciones en la gestión y en la organización de áreas tan diversas como las relaciones laborales, los incentivos, la estructura jerárquica de la empresa, los sistemas de comunicación –tanto internos como externos–, etc.

Por definición, una innovación radical implica un cambio de la organización de la producción y de los mercados: las innovaciones organizativas e institucionales están intrínsecamente ligadas a estas innovaciones. De hecho, la introducción de algunas tecnologías genéricas, como las tecnologías de la información y las comunicaciones o la biotecnología está asociada a un complejo proceso de cambio en las instituciones y en las infraestructuras, que los economistas han tratado de explicar en los últimos años.

Otra razón para la preocupación por los cambios institucionales es la necesidad de explicar cómo pueden surgir procesos de cambio tecnológico relativamente ordenados a partir de la diversidad y la incertidumbre asociada al proceso de innovación. En este sentido, Nelson y Winter (1982) resaltaron el papel de las rutinas de comportamiento e introdujeron el concepto de las “trayectorias naturales”, que permitían a los ingenieros y a los gestores visualizar los futuros campos de desarrollo y crecimiento. Esta visión ha generado diversas críticas. Sin embargo, es indudable que las trayectorias juegan un papel importante en la evolución de la tecnología.

La variedad institucional ha provocado el enorme interés por los denominados “sistemas nacionales de innovación” (SNI). No solamente divergen las empresas, en su modo de implementar nuevas tecnologías y sistemas de gestión, sino que existen muchas instituciones cuyo papel en el proceso innovador es fundamental, puesto que las empresas dependen de muchos vínculos externos para adquirir los conocimientos técnicos, científicos y organizativos necesarios. El SNI es mucho más que una red de instituciones que apoyan las actividades de I+D, dado que incluye las redes de relaciones entre empresas, especialmente entre productores y usuarios, así como los sistemas de incentivos y de apropiabilidad, las relaciones laborales y una amplia gama de instituciones y políticas públicas (entre las que destaca la política de ciencia y tecnología).

En este mismo apartado, Freeman destaca también el hecho de que debe existir algún grado de estandarización para compatibilizar las innovaciones de distintas empresas, para lograr la aceptación y el aprendizaje del consumidor y para aprovechar las economías de escala. La necesidad de fijación de estándares crea un dilema, ya que si se hace “demasiado pronto” puede perjudicar a futuras innovaciones superiores.

Finalmente, en el apartado octavo, el autor presenta sus conclusiones sobre diversos aspectos tratados en el artículo, referidas a aspectos como la medición de las actividades relacionadas con la innovación, a la necesidad de realizar estudios específicos de las distintas industrias o a la estructura de mercado generada por las nuevas tecnologías.

## “La economía del cambio tecnológico”. Christopher Freeman 1998

### 1. Introducción

Una de las paradojas que se ha mantenido de manera continua en la teoría económica ha sido el contraste entre el consenso general respecto al hecho de que el cambio tecnológico es la mayor fuente de dinamismo de las economías capitalistas, y su relativo olvido en la mayor parte de la literatura. Aunque era de interés, el trabajo de los economistas que, como Marx en el siglo XIX y Schumpeter en el XX, trataron de asignar un papel más destacado a la innovación tecnológica, no se debía tomar excesivamente en serio.

Diversos autores señalaron esta paradoja en distintos artículos (p.e., Kennedy y Thirlwall, 1973), en libros sobre invención e innovación (p.e., Jewkes, Sawers y Stillerman, 1958) y en historias del pensamiento económico (p.e., Blaug, 1978). Se avanzaron varias explicaciones; la más frecuente es la de la “caja negra”, según la cual el cambio tecnológico estaba fuera de las competencias de la mayoría de los economistas y su estudio se debía dejar en manos de ingenieros y científicos. Este enfoque encajaba muy bien con el cómodo –pero erróneo– supuesto de que la ciencia y la tecnología se podían tratar como “maná caído del cielo” de manera exógena y no había necesidad de analizarlas en la mayoría de los casos.

Jewkes *et al.* (1958) avanzaron dos explicaciones adicionales del relativo olvido del cambio tecnológico por parte de la mayoría de los economistas: la falta de datos cuantitativos y la preocupación de muchos economistas por los problemas relacionados con el empleo y los ciclos económicos en los años treinta y cuarenta. Ambas explicaciones son reveladoras de ciertas actitudes. Si las dificultades de medida inhibieran la investigación en los temas más importantes, la respuesta de la mayoría de las disciplinas sería centrarse en resolver los problemas de medición, no concentrar la atención en otros temas.

Además, los problemas keynesianos por los que muchos economistas estaban preocupados en los años treinta –y también hoy en día– se veían, en cualquier caso, afectados por el cambio tecnológico y, por lo tanto, no podían ser considerados como una agenda de trabajo alternativa. Además, aunque Jewkes y sus colaboradores realizaron una gran contribución a la economía de la invención –que se discutirá posteriormente–, la consideraron como algo separado del resto de la economía teórica y aplicada, como una especialización que no afectaba al resto de la investigación.

Esta actitud predomina todavía, tanto entre aquellos que se especializan en la economía del cambio tecnológico, como entre los que no lo hacen, pero ha perdido peso en los años ochenta y noventa. Se ha producido un profundo resurgir del interés por este tema que se evidencia en la literatura económica en general y en la aparición nuevas revistas especializadas (p.e., *Journal of Evolutionary Economics*, *Economics of Innovation and New Technology*, *Industrial and Corporate Change* y *Structural Change and Economic Dynamics*, que se empezaron a publicar en los años noventa y noventa y uno). Everett Rogers (1961) encontró solamente un estudio empírico realizado por un economista sobre la difusión de las innovaciones en los años cincuenta, mientras que ya en el año 1986 halló varias decenas. Algo parecido sucede con los estudios sobre el

comportamiento de las empresas, sobre la economía del crecimiento y del desarrollo, sobre comercio internacional y en muchas otras áreas. En la actualidad, existe una mayor disposición a mirar dentro de la “caja negra” (Rosenberg, 1982) y estudiar el auténtico proceso de invención, innovación y difusión entre empresas y dentro de las empresas, industrias y países.

En deferencia a la obra de Schumpeter, en la primera mitad del siglo, ha sido costumbre referirse a buena parte de estos trabajos calificándolos de neoschumpeterianos o “evolucionistas” y, prácticamente, todos sus autores comparten el postulado fundamental de Schumpeter (y de Marx) de que el capitalismo es un sistema económico caracterizado, sobre todo, por un proceso evolutivo asociado con innovaciones técnicas y organizativas. A Schumpeter nunca le gustó la idea de tener “discípulos” y aconsejó a sus lectores que consideraran su obra como una primera aproximación, que no debía verse como un dogma, sino como una serie de ideas sujetas a revisión y ampliación a la luz de nuevas evidencias. Este consejo fue seguido por los neoschumpeterianos en mayor grado que otro similar ofrecido por Marx. Aunque en los años ochenta se fundó la *Schumpeter Society*, esta corriente es muy amplia y la mayoría de los neoschumpeterianos no ha vacilado en criticar algunas de las principales proposiciones de Schumpeter incluyendo, tal y como veremos, sus conceptos básicos de innovación, difusión y capacidad emprendedora (ver, por ejemplo, los contenidos de las conferencias bienales de la *Schumpeter Society: Evolutionary Economics* [Hanusch, ed., 1988], *Studies in Schumpeterian Economics* [Heertje y Perlman, eds., 1992] y *Studies in the Schumpeterian Tradition* [Scherer y Perlman, eds., 1992], los cuales ilustran la diversidad de los enfoques). Los neoschumpeterianos han criticado el trabajo de Schumpeter según su propio consejo, es decir, se han basado en las nuevas evidencias obtenidas a partir de la investigación empírica. También han tratado temas que el ignoró completamente, como el subdesarrollo, el comercio internacional y el desarrollo regional. Consecuentemente, la descripción de neoschumpeteriano se utiliza aquí en un sentido muy amplio: más para indicar el alcance del tema tratado, que como un punto de vista ideológico. Parte de los trabajos que aquí se incluyen podrían describirse como neoclásicos en muchos aspectos, mientras que otros no se podrían considerar como tales.

Este artículo se concentrará en los temas en los que los resultados del trabajo empírico han sido más impresionantes y en los que han significado un mayor desafío a la teoría establecida. Se centrará la atención en las innovaciones y su difusión en el ámbito empresarial e industrial. Esto significa que muchos otros temas no se podrán tratar satisfactoriamente. Así, por ejemplo, no se incluye la relación entre el cambio tecnológico y el empleo, al igual que sucede con los temas medioambientales, con la energía, con los ciclos económicos y con el papel de la tecnología militar. Aunque se discuten actividades tecnológicas en el seno de la empresa, no se examina el área más especializada de la selección de proyectos y de las técnicas de evaluación. Algunos temas de gran importancia apenas son mencionados, como sucede con el comercio internacional y la teoría del crecimiento. En estas áreas, la investigación de los neoschumpeterianos ha realizado contribuciones considerables, pero afortunadamente existen algunos resúmenes recientes de la literatura en Dosi, Pavitt y Soete (1990) para el caso del comercio internacional y en Verspagen (1992) para la teoría del crecimiento. Este trabajo tampoco analiza algunos problemas que generalmente han sido ignorados por los neoschumpeterianos, como el comportamiento del consumidor y los patrones de la demanda (con sobresalientes excepciones, como Heertje, ed., 1988; Mowery, 1992a;

Chirstensen, 1992). Por último, en este resumen no se tratan las políticas públicas de innovación y tecnología, área en la cual la investigación neoschumpeteriana ha realizado una contribución fundamental (ver, por ejemplo, Nelson *et al.*, 1967; Nelson, 1984; Pavitt y Walker, 1976; Tisdell, 1981; Rothwell y Zegveld, 1982; Teubal, 1987; Edquist, 1989; Stoneman, 1987; Salomon, 1985; Dasgupta y Stoneman, eds., 1987, Sharp y Holmes, eds., 1988; Soete, 1991b; Hilpert, ed., 1991; Smith, 1991; Limpens, Verpagen y Beelen, 1992; Arundel *et al.*, 1993). Afortunadamente, también en este caso, hay amplios resúmenes recientes (OCDE, 1991a). Muchos temas que no se tratan aquí, incluidos los referentes a políticas gubernamentales, innovaciones financieras, comercio internacional y relación entre el cambio tecnológico y el empleo aparecerán próximamente en una gran publicación (Stoneman, ed., 1995).

Hay otra razón por la que la mayor parte de este trabajo se concentra en resultados de estudios microeconómicos sobre las innovaciones y su difusión en el ámbito empresarial e industrial. Para ello, se tienen en cuenta los principales comentarios críticos de algunos trabajos de la primera literatura de los años setenta realizados, respectivamente, por Kennedy y Thirlwall (1973) y por Nelson y Winter (1977).

Después de un minucioso examen de la literatura relevante de los años cincuenta y sesenta –citaron casi 300 referencias–, Kennedy y Thirlwall concluyeron:

“Hemos tratado de resumir, de la forma más amplia posible, en el espacio disponible, las principales líneas de investigación aplicada seguidas por los economistas en el campo del progreso tecnológico. La principal conclusión se puede resumir de una manera breve. Los estudios macroeconómicos del cambio tecnológico que tratan de estimar la tasa de progreso tecnológico como un componente residual del crecimiento del producto, padecen diversos problemas de agregación y de identificación, pero de manera casi invariable concluyen que el progreso tecnológico es el principal determinante de la tasa de crecimiento, independientemente de la función de producción que se especifique. El progreso tecnológico no es sinónimo de avances en el conocimiento sin realizar antes algún tipo de ajuste por los incrementos del producto debidos a las posibilidades de producción *conocidas*, pero incluso los estudios que realizan algún tipo de ajuste asignan frecuentemente el papel más importante como determinante del nivel de vida al cambio tecnológico ‘puro’. Esta razón por sí sola basta para considerar que el progreso técnico es de vital interés. El lector de este resumen podría haberse sorprendido por la aparente escasez de estudios en este campo, en comparación con los trabajos macroeconómicos basados en una función de producción. Es posible que nos hayamos dejado algunos estudios microeconómicos importantes sobre el cambio tecnológico, pero estamos convencidos de que la impresión general es la correcta” (p. 166).

En su artículo pionero *In search of a useful theory of innovation*, Nelson y Winter también concluyeron que los estudios sobre el cambio tecnológico desde un punto de vista microeconómico, en el ámbito de las industrias, podían ofrecer mejores resultados que la seductora calle sin salida de los modelos de función de producción agregada:

“Sin embargo, justificaremos que la amplitud y la fuerza del marco de la función de producción es inherentemente limitado. Para obtener una mejor comprensión de la innovación y de lo que se puede hacer para influenciarla, es necesario estudiar con cierto detalle los procesos y la manera en la que las instituciones los apoyan. Dado que el enfoque de la función de producción contiene, como mucho, una caracterización rudimentaria del proceso y de la estructura institucional relevante, es necesaria una estructura teórica mucho más afinada para estos estudios microscópicos” (p. 46).



En particular, Nelson y Winter argumentaron que las diferencias entre industrias tan diversas como la agrícola y la aeronáutica requerían análisis específicos de cada una, teniendo en cuenta el entorno de selección y las trayectorias tecnológicas. El hecho de hacer hincapié en las trayectorias surgió de su desafío a los neoschumpeterianos: ¿Cómo pueden surgir patrones ordenados de innovación a pesar de la diversidad industrial y de la incertidumbre inevitablemente asociada a la innovación? ¿Cómo pueden surgir de la variedad aparentemente caótica la estructura, el orden y los patrones del proceso innovador? El apartado 7 de este trabajo aborda algunos intentos de afrontar esta cuestión.

El llamamiento de Nelson y Winter para que se prestara mayor atención a la diversidad industrial, se realizaran más estudios microeconómicos y se entendieran de un modo más profundo las trayectorias, ha obtenido una respuesta significativa, tal y como reconoce Dosi (1988) en su artículo más reciente del *Journal of Economic Literature*. Ahora es posible hacer generalizaciones mucho más fiables que hace cincuenta o sesenta años sobre las innovaciones y su difusión, tanto en industrias específicas como en la economía en su conjunto. Schumpeter hizo muy poco en relación con los casos de estudio y no trató de llevar a cabo estudios empíricos sobre la innovación (Heertje, 1977; Svedberg, 1991; Andersen, 1992b, 1993; Angello, 1990; Shionoya, 1986). Apenas sorprende que los trabajos realizados tras su muerte modifiquen sus primeras formulaciones. De todos modos, su trabajo es un punto de partida esencial. Antes de repasar los principales resultados de la investigación neoschumpeteriana sobre el cambio tecnológico en los apartados del 3 al 7, este trabajo resume el alcance de la desviación del marco teórico de Schumpeter. El apartado 8 presenta algunas breves conclusiones.

## **2. La desviación de Schumpeter**

Schumpeter (1939) aconsejó a quienes le siguieran que estudiaran historias de empresas, informes de compañías, revistas técnicas e historias de la tecnología, para entender el comportamiento del sistema económico. Incluso llegó a mantener que la economía debía ser una asignatura de postgrado y que los estudiantes universitarios debían estudiar historia y matemáticas antes que economía. Admiraba especialmente los éxitos de los grandes empresarios de Estados Unidos a finales del siglo XIX y a principios del XX y, tal y como han demostrado algunos trabajos recientes, estaba fuertemente influenciado por las ideas de Nietzsche y de otros defensores de las teorías del superhombre (Andersen, 1993; Svedberg, 1991).

En contraste con el concepto de “agentes representativos”, que tienen igual acceso a la información y son capaces de realizar cálculos racionales de la tasa de rendimiento de inversiones futuras, Schumpeter postuló la existencia de dos tipos de agentes: individuos excepcionales (empresarios), quienes aunque incapaces de prever el futuro, estaban dispuestos a enfrentarse a todos los riesgos y a las dificultades de la innovación “como acto de voluntad”; y, un segundo grupo mucho más numeroso de “imitadores”, quienes simplemente eran gestores rutinarios que seguían el camino abierto por los heroicos pioneros del primer grupo.

Conservando el énfasis de Schumpeter en el papel de la incertidumbre y de la importancia de la innovación, los neoschumpeterianos han dejado de lado este modelo un tanto romántico. El propio Schumpeter (1928, 1942) se distanció en cierto modo de su formulación original (1912, 1934). De hecho, se alejó tanto de sus primeros planteamientos que Phillips (1971) distinguió entre un modelo schumpeteriano “joven” y otro “viejo” (Freeman, Clark y Soete, 1982). En sus últimos años, Schumpeter reconoció que la innovación en las grandes empresas se había burocratizado y que los departamentos de I+D organizados y especializados jugaban un papel cada vez más importante en el proceso innovador. De hecho, llegó a mantener que un ingeniero de desarrollo de un departamento de I+D podía ser un “empresario” desde su punto de vista (Schumpeter, 1939).

Este hecho le llevó a destacar el papel preponderante de las grandes empresas ologopolísticas en la innovación tecnológica y a sostener una visión más benévola del monopolio que la que dominaba en la teoría ortodoxa y en el diseño de las políticas. Tras su muerte, hubo muchos intentos de desacreditar esta parte de su obra, que a menudo se consideraba –equivocadamente– como su principal contribución al análisis económico y que fue conocida como el Teorema Schumpeteriano. La controversia sobre la innovación, el tamaño de la empresa y la estructura de mercado se mantuvo durante décadas (ver Kamien y Schwarz, 1975, 1982; Scherer, 1965, 1973, 1992; Sylos Labini, 1962; Soete, 1979) y, como veremos, provocó largos debates acerca de problemas que han sido parcialmente solucionados por los trabajos empíricos de los años setenta y ochenta (apartado 5). Se mantuvo otra continua controversia por la contraposición entre las teorías del *demand-pull* (tirón de la demanda) y las del *technology push* (empuje de la tecnología). Schumpeter era un inequívoco defensor del *technology push* empresarial. También en este punto, pretendemos mostrar que los resultados de la investigación empírica en el ámbito microeconómico han resuelto en gran parte este antiguo debate (apartado 6). Los modelos de sistemas interactivos han sustituido a los modelos lineales guiados por la tecnología o por el mercado.

Los resultados de la investigación que se repasan en este resumen confirman los principales supuestos de “racionalidad limitada” postulados por Simon (1955, 1959, 1978, 1979), Simon *et al.*, (1992) y otros economistas del comportamiento, que estudian la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre (p.e., Cyert y March, 1963; March y Simon, 1958; Hainer, 1983, 1988 y ver también Dosi y Egidi, 1991). El peso de esta evidencia es tal, que aquellos que quieren rescatar el paradigma basado en la racionalidad extrema y la optimización se han visto obligados a reconocer que, especialmente en relación con la innovación, la “defensa clásica” del paradigma “no describe el auténtico proceso de toma de decisiones” (Winter, 1986a), por lo que han tenido que convertirlo en proposiciones del tipo “como si” y hacia un modelo evolutivo: en realidad las empresas no toman decisiones óptimas basadas en información detallada o en expectativas racionales, sino que se supone que los que sobreviven a la competencia se han comportado como si lo hubieran hecho (Alchian, 1950; Friedman, 1953; Lucas, 1986).

Sin embargo, esta defensa no es más sostenible que las anteriores. Tal y como ha mostrado Hodgson (1992, 1993), los propios biólogos no afirman que la selección natural implique “optimización”. Darwin (1859) señaló que las mejoras producidas gracias a la selección natural eran relativas. “La selección natural no produce la perfección absoluta” (p. 202). En cualquier caso, los modelos evolutivos proveen a los

científicos sociales de analogías insatisfactorias, dado que el comportamiento humano tiene muchas características únicas. (Penrose, 1952, Clark, 1990; Saviotti y Metcalfe, eds., 1991; Freeman, 1991b; Hodgson, 1991, 1992) y los sistemas sociales no evolucionan según los principios darwinianos de selección natural. El “entorno de selección” incluye muchas características ausentes en la evolución biológica y el diseño finalista de las actividades de los humanos, tanto en la tecnología como en las instituciones, no tienen paralelo en ninguna otra parte del mundo animal.

De la misma manera que Keynes mostró que la economía podía acabar atrapada en una situación sin pleno empleo, la evidencia empírica muestra claramente que los sistemas tecnológicos pueden quedar atrapados en soluciones subóptimas a través de una sucesión de pequeños eventos. Paul David (1976, 1985, 1986a, 1986b, 1992, 1993); David y Greenstein (1990); David y Steinmuller (1990); Brian Arthur (1983, 1986, 1988, 1989) y sus colegas del Santa Fe Institute (1990-1993) han proporcionado muchos argumentos para demostrar las causas y consecuencias de esta situación, bien por la estandarización, por la compatibilidad de los estándares o de otras instituciones, para la evolución de la economía y para la construcción de modelos. Tal y como han reconocido algunos de los principales teóricos neoclásicos (p.e., Hahn, 1987), la historia siempre importa. Importan la dependencia de las trayectorias (*path dependence*) y la regla de la irreversibilidad, no la hiperracionalidad. Las implicaciones para la teoría del equilibrio general son, por supuesto, considerables, aunque muchos de los que trabajan en esta tradición, e incluso en la tradición neoschumpeteriana, parecen reacios a reconocerlo. En esto, por supuesto, también siguen a Schumpeter quien nunca cortó el cordón umbilical walrasiano. Eban Andersen (1992b, 1993) realizó nuevas aportaciones interesantes en este aspecto del trabajo de Schumpeter.

La investigación empírica que se resume en los apartados 3-7 también demuestra las limitaciones de las teorías de Schumpeter sobre la innovación y la actitud emprendedora. Ruttan (1959) exageró un poco al decir: “Ni en los *Ciclos Económicos* ni en ninguna otra obra de Schumpeter hay nada que se pueda identificar con una teoría de la innovación”. Sin embargo, sigue siendo cierto que el énfasis de Schumpeter en el papel de la capacidad emprendedora y su tendencia a menospreciar a los subsiguientes adoptantes de las innovaciones como “meros” imitadores, tendió a oscurecer muchos aspectos importantes de la innovación y de la difusión, que han sido mejor comprendidos gracias a la investigación posterior (apartado 6).

Esta investigación destaca los aspectos acumulativos de la tecnología, la gran importancia tanto de las innovaciones radicales como de las incrementales, los múltiples *inputs* del proceso innovador de la empresa, procedentes de diferentes fuentes internas y externas y las modificaciones realizadas en las innovaciones por diferentes adoptantes durante su difusión, tanto dentro de los países como entre países distintos. Es cierto que la investigación empírica, a menudo, confirma la importancia de individuos descritos como “campeones de producto” (Schon, 1973), “innovadores de negocio” (Freeman, 1974), o “coordinadores de redes”, pero frecuentemente son difíciles de identificar en un proceso más anónimo en el que los pigmeos juegan un papel tan fundamental como los gigantes (ver también Roberts, 1991). Ahora consideraremos con más profundidad el proceso de innovación en las empresas (apartados 3 y 4) y en las industrias (5).

El apartado 3 resume el trabajo realizado sobre los múltiples vínculos externos de las empresas, tanto con fuentes de información y de conocimientos científicos y

tecnológicos y con otras empresas como con usuarios de sus productos y con oferentes subcontratados. La investigación muestra que la visión de la empresa como un receptor pasivo de información es insostenible. La acumulación de conocimiento es un proceso interactivo, y los flujos de información y de conocimiento son tan importantes para entender el comportamiento de la empresa y de la economía como los de materiales, componentes y bienes intermedios.

El apartado 4 aborda el proceso de aprendizaje y de acumulación de conocimiento dentro de la empresa e introduce la discusión sobre las especiales características de las empresas japonesas. Las técnicas japonesas para gestionar la innovación parecen haber sido especialmente exitosas en la continua mejora de productos y procesos. La investigación neoschumpeteriana sobre las innovaciones incrementales y radicales se trata en el apartado 5, junto con los complejos problemas de definición y de medida. Este apartado también resume la respuesta de los neoschumpeterianos al reto lanzado por Nelson y Winter para que se realizaran estudios sobre las distintas industrias y se analizaran los problemas para desarrollar una taxonomía de éstas.

### **3. Aprendizaje técnico de fuentes externas**

El fuerte énfasis de buena parte de la investigación neoschumpeteriana en la acumulación de conocimientos tecnológicos específicos de las empresas (p.e., Teece, 1998; Teece *et al.*, 1990; Foray, 1987; Amendola y Gaffard, 1988; Pavitt, 1986a, 1986b, 1988a, 1990; Teubal, 1987; Gaffard, 1991; Granstrand, 1982; Granstrand y Sjölander, 1992; Eliasson, 1990, 1992; Dosi, 1984; Stiglitz, 1987; Swann, ed., 1992; Achilladelis, Schwarzkopf y Lines, 1987, 1990; Miller *et al.* 1993; Winter, 1987) no se debe interpretar como si los descubrimientos científicos generados exógenamente no jugaran ningún papel en la innovación tecnológica de las empresas. Por el contrario, gran parte de los trabajos empíricos recientes, como los primeros estudios de Carter y Williams (1957, 1958, 1959a, 1959b) señalan la importancia de los contactos entre el mundo de la ciencia y la creciente interdependencia entre ciencia y tecnología (Nelson, 1962; Freeman, 1974; Mansfield, 1980; Price, 1984; Grupp, ed., 1992; Rosenberg, 1982, 1990, 1992, 1994).

Un punto fundamental señalado por Pavitt (1993) en su artículo *What do firms learn from basic research?* es que la contribución de la ciencia básica a la tecnología es básicamente indirecta, en la forma de reclutamiento de personas con nuevos conocimientos y habilidades valiosos, más que directa, a través de artículos publicados, aunque estos también pueden ser muy útiles. Los datos del *Yale University Survey*, obtenidos de las respuestas de 650 ejecutivos de investigación de empresas industriales (Levin *et al.*, 1987), mostraron que las técnicas y conocimientos científicos básicos se consideran más relevantes que los resultados académicos de investigación.

Sin embargo, los *inputs* del nuevo conocimiento científico son extremadamente importantes en todo caso (Nelson, 1959a, 1959b, 1962), a pesar de que se usan con menos frecuencia y afectan a un número mucho menor de innovaciones. Los resultados de los estudios sobre innovaciones radicales realizados por la *National Science Foundation* (NSF) (Proyecto TRACES, 1969) no solamente demostraron que las mayores innovaciones del siglo XX hubieran sido imposibles sin la previa acumulación

de conocimientos científicos, sino también que algunos avances científicos jugaron un papel crítico en la etapa de desarrollo (ver también Mansfield, 1991).

Estudios posteriores sobre innovación han confirmado estos resultados (p.e., Pavitt, 1971). El proyecto SAPPHO (Freeman, 1974; Rothwell *et al.*, 1974) mostró que, en las industrias químicas y de instrumentos, la capacidad de utilizar las fuentes externas de conocimientos y asesoramiento científicos era uno de los principales determinantes del éxito. El estudio de Manchester de las innovaciones ganadoras del *Queen's Award* (Langrish, Gibbons, Evans y Jevons, 1972) también confirmó las conclusiones de la NSF y mostró la importancia de los contactos informales con los científicos de las universidades en muchas industrias (Gibbons y Johnston, 1974). Es importante recalcar que todos estos estudios, especialmente el estudio de Yale, demostraron que la naturaleza, la profundidad y la frecuencia de esta interacción depende fuertemente de la industria de la que se trate (ver apartado 5) y varía con la naturaleza de la innovación. En el caso de las innovaciones incrementales, los conocimientos científicos también pueden ser muy importantes, pero los resultados de los estudios recientes muestran que, en este caso, la investigación académica rara vez será importante, excepto en aquellos sectores en los que la ciencia es prácticamente indistinguible de la tecnología.

Algunos trabajos más recientes sobre los éxitos y fracasos de las innovaciones (ver Rothwell, 1992; Van de Ven *et al.*, 1989) han confirmado, en general, estas conclusiones, demostrando al mismo tiempo que las estrategias de la empresa y la política de gestión tienen un papel en el desarrollo de las relaciones de cooperación con las fuentes externas de información, conocimiento y consultoría (Dodgson, 1991, 1993; Teubal *et al.*, 1991; Sharp, 1985, 1991; Coombs y Richards, 1991; Coombs, Saviotti y Walsh, 1992; Carlson y Jacobsson, 1993; Steele, 1991). Muchos estudios han demostrado que las nuevas tecnologías genéricas que se difundieron rápidamente en los años setenta y ochenta (las tecnologías de la información y las comunicaciones, la biotecnología y los nuevos materiales) han intensificado la interfaz ciencia-tecnología y han aumentado la importancia de las redes externas para el éxito de la innovación (ver, por ejemplo, Orsenigo, 1989, 1993; Dodgson, ed., 1989, 1991 y Faulkner, 1986 para el caso de la biotecnología; Lastres, 1992 y Cohendet *et al.*, 1987 para la tecnología de los nuevos materiales; Nelson, 1962; Gazis, 1992; Lundgren, 1992; y Freeman, 1991, para las tecnologías de la información y las comunicaciones). La intensidad de la interacción entre ciencia y tecnología se ha demostrado también en la literatura cuantitativa que utiliza el análisis de las citas y técnicas similares, especialmente en los trabajos de Narin y sus colegas (Narin y Noma, 1985; Narin y Olivastro, 1992) y en el de *la Leiden Science Studies Unit* (Van Vianen, Moed y Van Raan, 1990).

Muchos trabajos empíricos (p.e., Lundvall, 1985, 1988; Lundvall, ed., 1992) han demostrado también que otro determinante importante del éxito en el proceso innovador radica en la naturaleza y en la intensidad de la interacción con los usuarios contemporáneos y futuros de las innovaciones. En el caso de las innovaciones incrementales, especialmente, pero también en el caso de las innovaciones radicales se ha demostrado que este factor resulta a menudo decisivo (ver apartado 5). Este fue uno de los principales hallazgos del Proyecto SAPPHO y del proyecto de Manchester, ya comentados. Von Hippel (1978, 1980, 1988) y Slaughter (1993) han mostrado que los usuarios pueden tomar la delantera a la hora de estimular y organizar la innovación. La interacción con los usuarios es tan importante que se ha convertido en uno de los temas fundamentales en la investigación sobre los “sistemas nacionales de innovación”

(Lundvall, 1993; Lundvall, ed., 1992; Andersen, 1991, 1992a; Fagerberg, 1992; Mjösset, 1992; Belson, 1990a, 1993) y la globalización de la tecnología (ver apartado 7).

El cuadro que emerge de los numerosos estudios sobre la innovación en las empresas es de continuo aprendizaje interactivo (Stiglitz, 1987; Lundvall, ed., 1992). Las empresas aprenden tanto de su propia experiencia en el diseño, desarrollo, producción y comercialización (apartado 4) como de una gran variedad de fuentes externas entre las que se encuentran sus clientes, sus proveedores, sus contratistas (un aspecto particularmente importante en el comportamiento de las empresas japonesas, ver Imai, 1989; Sako, 1992; Dodgson y Sako, 1993) y de muchas otras organizaciones –universidades, centros y laboratorios públicos, consultores, vendedores y compradores de licencias y otros–. También aprenden de sus competidores a través de los contactos informales y de la “ingeniería inversa”. El patrón preciso de aprendizaje de redes internas y externas varía con el tamaño de la empresa, pero todas las empresas utilizan fuentes externas (Foray, 1991, 1993; Kleinknecht y Reijnen, 1992a).

Las características de la red también varían con el tipo de tecnología y de innovación (producto, proceso, servicio, organización, incremental, radical), con el sector industrial y con el entorno del país o “sistema de innovación” (ver apartado 7). Igualmente diversos son los métodos de aprendizaje. Por ejemplo, se puede aprender de otras empresas a través de contactos informales y de “comercio informal” de conocimientos (von Hippel, 1982, 1987), a través de acuerdos formales de colaboración y de *joint ventures* de varios tipos (Hagedoorn, 1990; Hagedoorn y Schakenraad, 1990, 1992), mediante contratos de licencia y acuerdos de *know-how* (OCDE, 1988), a través del reclutamiento de personal, de adquisiciones, ingeniería inversa y, por supuesto, mediante el espionaje (ver Mansfield, 1985 en el trabajo *How quickly does technology leak out?*). El *Yale Survey* (Levin *et al.*, 1987) demostró que la gran mayoría de las industrias de Estados Unidos consideran sus propias actividades de I+D y la ingeniería inversa como las formas de aprendizaje más efectivas, pero esta encuesta podría haber infraestimado el papel de los contactos informales y del espionaje. También es posible que una encuesta dirigida a los gestores de los departamentos de I+D contenga un sesgo hacia las actividades de I+D propias. Pero parece claro que la combinación de fuentes de aprendizaje externas e internas es esencial.

Los trabajos de Håkanson y Johansson (1988) y Håkanson (1989) mostraron que los flujos informales de información entre los usuarios y los oferentes eran en realidad más importantes que los acuerdos formales. Sin embargo Hagedoorn y Schakenraad (1990) y diversos trabajos (p.e., OCDE, 1986; Chesnais, 1988a, 1988b; Mowery, 1989) han estudiado los acuerdos formales de intercambio y cooperación tecnológica y han demostrado su rápido incremento en los años ochenta. También se debería recordar que muchas empresas mantienen diversos acuerdos de manera simultánea. Acs (1990) mostró que, entre las empresas de base científica de pequeño tamaño de Maryland, casi todas hacen uso de una o más formas de colaboración, y que las empresas más grandes tienen más de cien acuerdos que afectan a diferentes productos y tecnologías. Kleinknecht y Reijnen (1992a) mostraron, utilizando datos de una extensa encuesta, que las empresas pequeñas se implican en la colaboración al menos en la misma medida que las grandes (ver también Smith *et al.*, 1991; Rothwell, 1991).

Aunque las fuentes externas de tecnología y la colaboración son importantes en todos los sectores de la industria y para todos los tamaños de empresas Kleinknecht y Reijnen

(1992), un importante resultado del trabajo de Hagedoorn y Schakenraad (1990, 1992) fue mostrar que las tres mayores tecnologías genéricas habían llevado a una explosión de nuevos acuerdos cooperativos, la mayor parte de los cuales se debe a las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

A partir del trabajo de Coase (1937, 1988) y Williamson (1975, 1985), diversos estudios neoschumpeterianos (p.e., Goto, 1992; Fransma, 1990; Foray, 1991, 1993; Imai, 1989; Sako, 1992; Teubal *et al.*, 1991; Imai y Baba, 1989) han sugerido que el aumento de los acuerdos de cooperación implica que tanto las relaciones de mercado como las de jerarquía están siendo reemplazadas por nuevas formas de organización. Otros han sugerido que esto se podría asociar con la difusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones, que han provocado la necesidad de colaborar y han proporcionado los medios para hacerlo mejor. Otros (p.e., Bressand y Kalypso, 1989; Bressand, 1990) han señalado la tendencia de las redes de hoy a convertirse en los monopolios de mañana. Buena parte de la evidencia empírica indica que la cooperación se puede explicar más en términos de estrategia de la empresa que en términos de costes, tanto de transacción como de cualquier otro tipo (p.e., Hagedoorn y Schakenraad, 1990). Este es un campo muy fértil para nuevas aportaciones y futuras investigaciones (tanto de los neoschumpeterianos como de otros investigadores), con importantes repercusiones sobre la política referidas al debate sobre la estructura de mercado y su relación con la innovación (DeBresson, 1989, 1993). Mientras que diversos estudios neoschumpeterianos han destacado, justificadamente, el papel de la confianza en las relaciones de cooperación (p.e., Sako, 1992; Lundvall, 1993; Sabel, 1993), el papel del *poder* y de la amenaza se ha olvidado con frecuencia.

Gran parte de la discusión sobre las redes de cooperación se refiere a las empresas japonesas (Sako, 1992, Imai y Baba, 1989; Tanaka, 1991, Friedman y Samuels, 1992; Fransman, 1990) y frecuentemente se supone que su organización interna es diferente de la de las empresas estadounidenses y europeas. Esta cuestión se aborda en el próximo apartado y de nuevo en la discusión final de los apartados 7 y 8, en relación con las diferencias entre los sistemas nacionales de innovación.

#### **4. Aprendizaje tecnológico de fuentes internas**

El proyecto SAPPHO (Freeman, 1974; Rothwell *et al.*, 1974) mostró que una buena combinación interna de las funciones de diseño, desarrollo, producción y comercialización es una de las condiciones decisivas para el éxito de la innovación. Muchos fracasos se podían atribuir a la falta de comunicación entre los departamentos de I+D, producción y márketing, tal y como también mostró el brillante estudio sociológico de Burn y Stalker (1961).

En su comparación entre las empresas del sector de la electrónica de Japón y de Estados Unidos, Yasunori Baba (1985) descubrió que, en este último país, existían empresas en las que el personal de I+D nunca había puesto un pie en la planta de producción. En su trabajo, definió las estrategias de desarrollo de los japoneses como “utilización de la fábrica como laboratorio”. Takeuchi y Nonaka (1986) describen las empresas japonesas como jugadores de rugby, en contraste con sus competidores estadounidenses que todavía están haciendo carreras de relevos con su enfoque secuencial de las actividades de I+D, producción y márketing. Los resultados de las técnicas integradas de gestión de

I+D, de producción y de comercialización de las empresas japonesas proporcionan tiempo de adelanto (Mansfield, 1988; Clark y Fujimoto, 1989; Graves, 1987, 1992). Frecuentemente, este adelanto se ha conseguido al mismo tiempo que mejoraba la calidad por encima de la de los competidores (Grupp y Hofmeyer, 1986; Womack *et al.*, 1990). Una mayor integración de I+D y producción permite relacionar estrechamente la innovación de proceso con la de producto, y el diseño conjunto del producto y el proceso podría ser el principal logro de las técnicas japonesas de gestión de la innovación. Freeman (1987) ha sugerido que esto podría estar relacionado con la experiencia de ingeniería inversa en Japón en los años cincuenta y sesenta, cuando las empresas de este país utilizaban intensamente tecnologías importadas, pero siempre con el objetivo de mejorarlas, y no simplemente copiarlas. Cabe destacar que en los años ochenta las empresas de Estados Unidos puntuaron la ingeniería inversa como la segunda fuente de aprendizaje tecnológico después de las actividades internas de I+D (Levin *et al.*, 1987).

No se debería olvidar que un gestor de I+D con talento, como Morton (1971) de los laboratorios Bell, ya había formulado en los años sesenta una estrategia diseñada para vincular estrechamente la I+D con la producción. No obstante, las técnicas de gestión japonesas, tanto de cooperación externa como de la articulación interna, así como de incentivos, de relaciones industriales, de formación y de otros aspectos (Dore, 1973, 1985, 1987), han llevado a algunos economistas (especialmente Aoki, 1986, 1988, 1990, 1991) a considerar a la empresa japonesa como una forma específica de organización industrial (la empresa japonesa, que difiere en muchas características importantes de las empresas estadounidenses y europeas. Goto (1982) sugirió también que, ya en 1982, las empresas japonesas podían ser consideradas como un tipo especial de empresa cooperadora que trasciende tanto a mercados como a jerarquías, y señaló en una nota que Williamson (1975) había descrito a la empresa japonesa como “culturalmente específica”. Sin embargo, Goto mantuvo que las características ventajosas de las organizaciones japonesas se podían difundir internacionalmente. Los consultores de gestión y algunos economistas están realizando esfuerzos realmente considerables para conseguirlo (Ohmae, 1990).

La importancia del aprendizaje a partir de la producción y del márketing, así como de la I+D (Mowery, 1980, Cohen y Levinthal, 1989) ayuda a explicar por qué la subcontratación de las actividades de diseño e I+D no se ha extendido en mayor medida. Mowery (1980, 1983) mostró que, históricamente, las empresas de Estados Unidos confiaban de una manera creciente en las actividades internas de I+D, más que en la contratación con institutos de investigación, que eran todavía muy importantes en Estados Unidos en el siglo XIX (Hughes, 1989). Los costes de transacción son una explicación insuficiente: incluso en las industrias en las que los contratos de I+D y las licencias de *know-how* técnico son una práctica común, éstos no representan casi nunca una alternativa a las actividades técnicas internas –incluyendo la I+D–, sino que son complementarios con ellas (ver también Reich, 1985). De hecho, una de las conclusiones más importantes de los neoschumpeterianos es la demostración de que el conocimiento técnico rara vez puede ser obtenido “de la estantería” y que casi siempre requiere el procesamiento y la modificación para ser utilizado efectivamente (Bell y Pavitt, 1992; Bell, 1991). Sin esta asimilación y mejora, no es de esperar que se produzca otra cosa que resultados ineficientes, especialmente en los países en vías de desarrollo (Cooper, 1973, 1974; Cooper y Sercovitch, 1971; Bell, 1984; Bell *et al.*, 1976).



En cualquier caso, no es solamente una cuestión de actividades internas de I+D, ni en los países del Tercer Mundo ni en los de la OCDE. El uso de las medidas de I+D como aproximaciones de las actividades técnicas y de aprendizaje es insatisfactorio (Winter, 1987; Bell, 1991; Freeman, 1992). Este uso se convirtió en una práctica común en la literatura neoschumpeteriana y en la investigación aplicada, simplemente porque las estadísticas de I+D de las empresas, industrias y países estaban disponibles durante los años cincuenta y sesenta y se estandarizaron internacionalmente a través del denominado “Manual de Frascati” (1963, 1970, 1976, 1981, 1993). Los autores de este Manual siempre reconocieron las limitaciones de las medidas de I+D, y en la primera edición (1963) señalaron la necesidad de medir un rango mucho mayor de servicios técnicos y tecnológicos, incluyendo el diseño y la ingeniería, la información científica y técnica, la consultoría técnica, la formación y otras (ver también Unesco, 1969). En algunas industrias y en los países industrializados las medidas de I+D son aproximaciones razonablemente buenas de este rango más amplio de actividades pero en otros no lo son. Una de las principales tareas de los neoschumpeterianos es mejorar sus medidas de todos estos servicios tecnológicos (Freeman y Oldham, 1992).

Un aspecto particularmente importante de la acumulación de conocimientos es la formación de capacidades en las empresas, como el resultado de la combinación de los procesos formales de formación, del aprendizaje por la práctica y del aprendizaje mediante la interacción (Marsden, 1993; Kelly y Brooks, 1991). Las estadísticas de formación se han retrasado tristemente, pero con los pocos datos disponibles, se han realizado estudios comparativos internacionales de las capacidades de los trabajadores en Gran Bretaña, Alemania y en otros países (p.e., Prais, 1981, 1987; Prais y Wagner, 1983, 1988) y de la formación de habilidades en industrias específicas (p.e., Senker *et al.*, 1985; Brady, 1986).

En su clásico estudio del cambio tecnológico, Salter (1960) señaló las enormes variaciones de productividad entre diferentes empresas de la misma industria y lo atribuyó, principalmente, a los diferentes tipos de capital. Los neoschumpeterianos (Dosi, 1984, 1988) han resaltado la importancia fundamental de este hallazgo y de la acumulación de conocimientos específicos de la empresa (Penrose, 1959). Al descartar la hipótesis poco realista de los “agentes representativos” y reconocer la heterogeneidad de los agentes, también han mostrado la importancia del aprendizaje interactivo en todas las funciones de la empresa y de las “habilidades básicas” (Teece, 1982, 1987, 1988) para usar nuevos tipos de capital. Marshall (1890) ya señaló que el conocimiento y la organización son las formas más importantes de capital y la principal “máquina” de la producción, pero ni él ni los neoschumpeterianos han sido capaces de medir este indicador crucial.

Winter (1987) es un de los pocos economistas que ha tratado este problema. En su artículo *Knowledge and competence as strategic assets*, señaló la debilidad de las medidas sustitutivas de la acumulación de conocimientos utilizando los gastos en I+D y argumenta que es necesario “afrontar las dificultades que surgen por la complejidad y la diversidad de los fenómenos que denotan los términos conocimiento, capacidades, habilidades y otros. Cuando utilizamos estos términos casi nunca sabemos de lo que estamos hablando...” (p. 170). Sigue con la discusión del papel del conocimiento tácito, de las habilidades de procedimiento y del conocimiento y sugiere una taxonomía, que podría ser útil en la gestión estratégica.

Sin embargo, ni él ni otros economistas neoschumpeterianos han ido mucho más allá. En esta área y en el área de la medición de los servicios científicos y técnicos queda mucho por hacer en futuros trabajos, tal y como reconocen distintos autores (p.e., Coombs, Saviotti y Walsh, 1992; Senker, 1993)

## **5. Innovaciones radicales e incrementales específicas de las industrias**

Una de las principales dificultades con la que se han tenido que enfrentar los neoschumpeterianos para seguir el camino indicado por Winter radica en la variedad y complejidad de las innovaciones. Varían mucho dependiendo de la industria (Nelson y Winter, 1977; Nelson, 1984, 1985, 1991; Pavitt, 1984), del grado de novedad y coste (OCDE, 1992a), de la tecnología (Dosi, 1982, 1988) y del tipo (de producto, de proceso, organizativa, de sistema). Este apartado analiza las dos primeras categorías, mientras que el resto serán tratadas en los apartados 6 y 7.

Las dificultades para definir y clasificar la novedad son inmensas, tal y como constantemente demuestran los sistemas de patentes. De todos modos, es necesario realizar algunas distinciones. Se ha intentado situar las innovaciones en una escala de cinco puntos: sistémicas, importantes, menores, incrementales y no registradas (Freeman, 1971). Abernathy y Clark (1985) utilizaron cuatro categorías, pero la mayoría de los autores hacen una simple distinción entre innovaciones radicales e innovaciones incrementales (p.e., Stobaugh, 1988); algunos incluso no realizan ninguna distinción. Las dificultades de definición son considerables incluso para esta simple dicotomía, pero de todas maneras es una distinción importante, porque los dos tipos de innovación tienen una combinación muy diferente de *inputs* de conocimiento y tienen consecuencias muy diferentes para la economía y las empresas que las realizan (ver especialmente Utterback, 1993).

Hollander (1965), en su estudio del cambio técnico en las fábricas de rayón de Du Pont, y Townsend (1976), en su estudio del cambio técnico en la industria británica del carbón, concluyeron que la gran mayoría de las innovaciones *no* provenía de las actividades formales de I+D, incluso en grandes organizaciones como Du Pont y NBC, que tenían grandes departamentos internos de I+D. La mayoría de los cientos de pequeñas mejoras en los equipos y en la organización del trabajo partían de los ingenieros de producción, de los ingenieros de sistemas, de los técnicos, de los gestores, del personal de mantenimiento y, por supuesto, de los trabajadores de producción. Tal y como describió Adam Smith (1776), otras mejoras provienen de los fabricantes de instalaciones y de maquinaria. En este aspecto, tanto Du Pont como NBC pueden ser descritos como “usuarios” y, como ya hemos visto, muchos otros estudios han confirmado el papel de los usuarios a la hora de realizar innovaciones incrementales (p.e., Rothwell, 1977; Cassiolato, 1992; Lundvall, 1985, 1988; Lundvall, ed., 1992; Von Hippel, 1978, 1988; Slaughter, 1993). Sin embargo, al producirse un cambio en el proceso básico en la industria del rayón o cuando se introdujeron las “cajas negras” electrónicas en la extracción de carbón –una discontinuidad en productos y procesos–, los departamentos centrales de I+D de las empresas productoras y de las usuarias cobraron gran importancia, debido a que el nuevo conocimiento requerido iba más allá de la experiencia de las personas implicadas en el proceso de producción (ver también Utterback, 1979, 1993; Afuah y Utterback, 1991).

Este hecho va en la dirección de las definiciones propuestas por Mensch (1975), Utterback (1979) y Freeman y Perez (1988). Mensch define la innovación radical como aquella que requiere una nueva fábrica y/o mercado para su explotación (la definición de Utterback es similar). Freeman y Perez añadieron a esta sugerencia que, lógicamente, las innovaciones radicales requerirían una nueva fila y una nueva columna en una tabla *input-output* completa. Las innovaciones incrementales, en cambio, requerirían solamente nuevos coeficientes en la tabla de productos y servicios existentes, ya que se refieren solamente a las mejoras en el rango de *outputs* ya existente. Cabe destacar que la *discontinuidad* de las innovaciones radicales se produce en los sistemas de *producción y de márketing* y no necesariamente en la *empresa* (Pavitt, 1986a), aunque algunos autores destacan la contribución de las nuevas empresas a las innovaciones radicales, como ha sucedido en la industria de los semiconductores en Estados Unidos (p.e., Tilton, 1971; Braun y MacDonald, 1978; Saxenian, 1991).

Si nos desplazamos desde las mejoras en la producción hasta los productos y procesos enteramente nuevos, bien en la industria química o en la del carbón, entonces son necesarios más *inputs* formales del sistema de ciencia y tecnología, los cuales, en las economías industrializadas contemporáneas, normalmente proceden del sistema de I+D (Dosi, 1988). Estas innovaciones radicales están mucho mejor documentadas que las incrementales. A menudo son objeto de artículos en las revistas técnicas y de manuales y libros de texto, así como de planos, especificaciones, patentes, prototipos de *hardware* y fábricas piloto (Ames, 1961; Machlup, 1962).

Ciertamente, la investigación neoschumpeteriana nos ha proporcionado una visión mucho más completa de los factores implicados en las innovaciones radicales de muchas industrias. Sin embargo, todavía no ha tenido éxito en la tarea de desarrollar *estadísticas* regulares nacionales e internacionales de las innovaciones, a pesar de los primeros intentos, descritos en la *STI Review* (OCDE, 1992b) en artículos sobre las encuestas de innovación de seis países europeos.

Los estudios en *sectores* particulares, como el de los materiales sintéticos (Hufbauer, 1966) o los pesticidas (Achilladelis, Schwarrzkopf y Lines, 1987), o bien en países determinados (Pavitt, Robson y Townsend, 1987; OCDE, 1992b) han mostrado la utilidad de tener registros y bancos de datos completos y una visión histórica a largo plazo. Sin embargo, la carencia de investigaciones históricas hace que los resultados de algunas viejas controversias sean todavía poco concluyentes y que las respuestas a algunas preguntas importantes todavía no estén disponibles. Un ejemplo de ello es la controversia sobre el supuesto agrupamiento de las innovaciones radicales en ciertas fases de ciclos en el desarrollo económico (Mensch, 1975; Kleinknecht, 1987, 1990; Clark, Freeman y Soete, 1981; Freeman, Clark y Soete, 1982; Freeman y Perez, 1988). Mensch y Kleinknecht utilizaron, en sus respectivos trabajos, diversas fuentes independientes sobre la historia de las invenciones y las innovaciones, pero ninguna de ellas se puede considerar completa. Otra cuestión de difícil respuesta, es la determinación de la contribución relativa de los diversos sistemas nacionales a la innovación a escala mundial en diferentes períodos históricos. Dosi, Pavitt y Soete (1990) utilizaron varios registros incompletos para dar una respuesta parcial, pero, de nuevo, ellos mismos estarían de acuerdo en que estos datos quedan lejos de ser satisfactorios.

Las innovaciones radicales jugaron un papel tan obvio y espectacular durante y después de la Segunda Guerra Mundial –especialmente las armas nucleares y el radar– que tendieron a eclipsar a las innovaciones incrementales, tanto en el diseño de las políticas como en el análisis descriptivo durante mucho tiempo. La investigación neoschumpeteriana ha conseguido restaurar un cuadro mucho más equilibrado del proceso completo de cambio técnico tanto mediante evidencia indirecta como mediante estudios de productividad (OCDE, 1991b, 1992a) y estudios directos, como los de Hollander y Townsend (ver también Surrey, 1992). Esto ha llevado a un importante cambio en el énfasis en el diseño de las políticas, con el reconocimiento de que la inmensa mayoría de las empresas no realizan innovaciones radicales, pero todas pueden y deberían hacer innovaciones incrementales y adoptar productos y procesos nuevos hechos por otros (ver apartado 6). Este cambio en el énfasis hacia la difusión se puede observar en los países de la OCDE en los años ochenta y noventa (OCDE, 1991a, 1992a; Ergas, 1984; Arundel y Soete, eds., 1993).

Aunque muchas innovaciones incrementales no se registran ni se articulan de una manera clara en el proceso general de acumulación del *conocimiento tácito*, el *aprendizaje por la práctica* y el *using and inter-acting* (ver especialmente Gilfillan, 1935; Utterback, 1979; Lundvall, ed., 1992) se ha demostrado que es posible documentar y medir muchos aspectos de las innovaciones incrementales. La parte *registrada* de las innovaciones incrementales se puede seguir a través de las revistas técnicas, las historias de empresas y, sobre todo, mediante las estadísticas de patentes, que constituyen una larga serie temporal única de esfuerzos inventivos en una base mundial. Schmookler (1966) fue el primero en utilizar, de una manera sistemática, las estadísticas de patentes para estudiar el cambio tecnológico y, aunque algunas de sus conclusiones son muy controvertidas (ver apartado 6), inspiró a muchos otros para utilizar esta mina de oro de la investigación empírica. Más recientemente los sistemas de patentes informatizados han facilitado parte de este trabajo.

Por supuesto, es cierto que las patentes se refieren a un resultado de los esfuerzos *inventivos* y, por lo tanto, no son una medida directa de las *innovaciones*. De todos modos, está claro que son un *output* intermedio de las actividades innovadoras y aunque muchas patentes expiran, hay un considerable solapamiento, especialmente en el caso de las innovaciones incrementales. También es cierto que existen riesgos derivados del uso de las estadísticas de patentes (Scherer, 1983; Basberg, 1987; Pavitt, 1982, 1985; Griliches, 1990a; Grupp, 1991; Grupp, ed., 1992), como los cambios en los sistemas legales nacionales, las diferencias en las propensiones a patentar, las características específicas de industrias y tecnologías, los sistemas de clasificación y muchos otros. De cualquier forma, los neoschumpeterianos han demostrado una admirable precaución y mucha ingenuidad al abordar estos problemas y todavía están obteniendo resultados valiosos, utilizando las estadísticas de patentes como medida sustitutoria del *output* innovador (p.e., Schmookler, 1966; Reekie, 1973; Soete, 1981; Archibugi, 1988a, 1988b; Archibugi, Cesaratto y Sirilli, 1987; Archibugi y Pianta, 1992; Soete y Wyatt, 1983; Fagerberg, 1988; Scherer, 1982a, 1982b, 1986, 1992; Cantwell, 1989, 1991b; Narin *et al.*, 1985, 1987, 1992; Sirilli, 1987; Freeman *et al.*, 1963, 1987; Grupp, 1992; Patel y Soete, 1988; Patel y Pavitt, 1991a, 1992a, 1992b, 1995; Griliches, 1990a; Griliches, ed., 1984; Von Tunzelmann, 1989).

El uso de otras fuentes, que aunque son menos accesibles y completas que los registros de patentes son muy valiosas, ha sido mucho menor. Townsend (1976) es uno de los

pocos autores que ha utilizado de manera sistemática datos sobre premios a inventores, aunque algunas empresas han utilizado estos esquemas durante largos períodos. El problema de algunas de estas medidas es que podrían estar orientadas hacia las relaciones industriales y las relaciones públicas más que hacia la innovación. Sin embargo, ahora que se ha mostrado que las empresas japonesas han promovido las innovaciones incrementales con éxito mediante diversos esquemas de incentivos, incluyendo premios a los inventores, círculos de calidad, etc. (p.e., Aoki, 1988; Baba, 1985; Imai y Itami, 1984; Dore, 1973, 1985) se está prestando más atención a este tema. Bessant y sus colegas han iniciado un programa de investigación específicamente dedicado al estudio de la *innovación continua* (Bessant *et al.*, 1993; CI News, 1993; ver también Petroski, 1989 y Paulinyi, 1982, 1989 para la innovación continua en el siglo XIX).

La distinción entre innovaciones radicales e incrementales también es relevante en términos de características específicas de los sectores industriales. Solamente un pequeño número de empresas realiza innovaciones radicales y éstas están concentradas en ciertas industrias. Hay muchos sectores de servicios y algunos manufactureros en los que prácticamente no se realizan innovaciones radicales, y algunos en los que no se realiza ninguna. Tal y como se señala en el apartado 1, Nelson y Winter (1977) destacaron la importancia de las variaciones entre sectores y el número de estudios específicos de industrias ha aumentado considerablemente desde entonces. Es cierto que la mayor parte de estos trabajos se han concentrado en las industrias más “glamurosas” e intensivas en I+D y principalmente, aunque no de manera exclusiva, en innovaciones radicales, especialmente en la industria electrónica (p.e., Nelson, 1962; Braun y MacDonald, 1978; Sciberras, 1977; Freeman *et al.*, 1965; Dosi, 1984; Malerba, 1985; Malerba *et al.*, 1991; Baba, 1985; Flamm, 1987, 1988; Molina, 1989, 1990; Lovio, 1993; Katz y Phillips, 1982; Sternberg, 1992; Lundgren, 1992; Grupp y Soete, 1993; Antonelli, 1992, 1993), en la química (por ejemplo Enos, 1962; Hounshell, 1992a, 1992b; Hounshell y Smith, 1988; Morris, 1982; Stobaugh, 1988; Achilladelis, Schwarzkopf y Lines, 1987, 1990; Quintella, 1993; Walsh, 1984) y en la energía nuclear (por ejemplo Gowing, 1964; Surrey, 1973; Keck, 1982; Samuels, 1987; Walker y Lönnroth, 1983a, 1983b; Cowan, 1990; Mackerron, 1991; Surrey y Thomas, 1980; Krupp, 1992; Thomas, 1988).

Ya en los años cincuenta y sesenta, los primeros estudios de Rosenberg (1963) y otros historiadores analizaron la industria de herramientas mecánicas y otros sectores menos intensivos en investigación, como el automovilístico y el de maquinaria, comenzaron a recibir una mayor atención (p.e., Womack, Jones y Roos, 1990; Dankbaar, 1993; Ayres, 1991a, 1991b; Graves, 1992, Bessant, 1991; Tidd, 1991; Jaikumar, 1988; Jacobsson, 1986). Incluso las industrias con muy poca intensidad de investigación, como la textil (p.e., Antonelli, Petit y Tahar, 1992), la construcción (Gann, 1992, 1993) y el vestido (Hoffmann y Rush, 1988; Whittaker, Rush y Haywood, 1989) están empezando a ser objeto de un estudio más sistemático.

La falta de atención a las industrias de servicios es un punto débil de estas investigaciones, pero esta crítica podría aplicarse a la economía industrial en términos más generales. De todos modos, se han realizado algunos trabajos pioneros, como la original investigación de Auliana Poon (1993) sobre el cambio tecnológico en el turismo y algunos trabajos sobre los servicios financieros (p.e., Heertje, ed., 1988; Baba y Takai, 1990; Petit, 1991; Wit, 1990; Cassiolato, 1992; Christensen, 1992). Estos

estudios, conjuntamente con un análisis más general de las industrias de servicios (Barras, 1986, 1990; Quinn, 1986; Posthuma, 1986), muestran que la mayoría de ellos comparten algunas de las características de las industrias con baja intensidad investigadora (Scherer, 1982b), aunque esto está cambiando en la actualidad.

En las primeras estadísticas de los años cincuenta ya era evidente que las industrias se podían agrupar en distintas categorías (Nelson, ed., 1962; Mansfield, 1968; Mansfield *et al.*, 1971; Freeman, 1962) de alta, media y baja intensidad de I+D, y que las mismas industrias pertenecían a las mismas categorías independientemente del país en el que estuviesen localizadas, lo cual sugería que las trayectorias y las oportunidades tecnológicas y la competencia tecnológica tenían una influencia fundamental en este aspecto del comportamiento de las empresas (ver también Kay, 1979, 1982). Estos primeros estudios también mostraron que las industrias de más rápido crecimiento eran, básicamente, aquellas con una mayor intensidad de I+D.

Pavitt (1984) desarrolló una taxonomía de los sectores industriales más detallada, que ha sido usada ampliamente en la literatura neoschumpeteriana. Clasificó a las industrias en tres categorías: (a) dominadas por la oferta, (b) intensivas en producción y (c) basadas en la ciencia. Pavitt argumentó que cada categoría tenía un patrón diferente de relaciones externas con las fuentes de conocimientos, de actividades científicas y técnicas internas, de comportamiento de diversificación, de estructura industrial y de la formación de capacidades. Esta taxonomía se reveló como un marco fructífero para el análisis, justificando la insistencia de Nelson y Winter en la importancia de las variaciones intersectoriales tanto para la teoría como para la implantación de políticas. Scherer (1982a) ya había demostrado la importancia de los flujos de tecnología entre industrias mediante el uso de estadísticas de patentes. Utterback (1993) hace una interesante distinción entre las industrias de montaje y el resto con respecto a las innovaciones radicales e incrementales.

Sin embargo, el ejemplo de las industrias de servicios muestra los peligros que los esquemas de clasificación y las taxonomías suponen para los neoschumpeterianos. Durante un largo período fue razonable considerar las industrias de servicios como “dominadas por la oferta”, en el sentido de que otras industrias (máquinas de oficina, telecomunicaciones, etc.) eran las que introducían la mayor parte del cambio técnico. Con la revolución de la informática esto podría cambiar. El desarrollo interno de *software* (no siempre clasificado como I+D –¡otro problema para los neoschumpeterianos!–) es característico de muchas empresas de servicios financieros, que realizan una inversión en equipamiento de TIC mayor que la mayoría de las empresas industriales. Al mismo tiempo están proliferando compañías especializadas en *software*, que tienen un papel muy dinámico en el cambio técnico (Quintas, ed., 1993; Cusumano, 1991; Brady y Quintas, 1991; Freeman, 1993). Los neoschumpeterianos tienen que tener siempre cuidado al “congelar” una clasificación o una teoría, que podría quedar anticuada por los incesantes cambios en la tecnología (Barras, 1986, 1990; Poon, 1993; Bressand y Kalypso, eds., 1989) y en la estructura industrial. Miller *et al.* (1993) sugieren que algunos sistemas complejos como los simuladores de vuelo son fabricados y vendidos por empresas que no encajan en ninguna de las categorías de Pavitt.

Existe el mismo peligro en relación a la antigua controversia schumpeteriana sobre el papel del oligopolio en la innovación. El énfasis de Schumpeter en el papel dominante

de las grandes empresas ologopolísticas fue desafiado por muchos autores (ver Kamien y Schwartz, 1982; Hamberg, 1964, 1966; Scherer, 1980). En particular, Jewkes *et al.* (1958) intentaron mostrar, a partir de la evidencia empírica de casos de estudio, que las grandes *invenciones* eran realizadas con la misma frecuencia por pequeñas empresas y por inventores individuales en el siglo XIX que en el XX, y que la contribución de las grandes empresas se exageraba (ver también MacQueen y Wallmark, 1983). Tal y como ellos mismos destacaron, sus conclusiones se referían a *invenciones*, no a innovaciones. Sus propios casos de estudio muestran que aproximadamente dos tercios de sus invenciones fueron en realidad *innovadas* por empresas grandes (Freeman, 1992), más frecuentemente en el siglo XX que en el XIX.

Sin embargo, estudios más recientes han confirmado su conclusión principal de que hay empresas pequeñas que continúan realizando una importante contribución a la invención y a la innovación, y que ésta podría haber aumentado recientemente (Pavitt, Robson y Townsend, 1987; Acs y Audretsch, 1988). Las empresas grandes siguen realizando la mayoría de las innovaciones en buena parte de las industrias y la contribución de las pequeñas empresas se tiende a concentrar en unos pocos sectores industriales, pero sus innovaciones pueden ser usadas por otros (Pavitt, 1984). La industria de instrumentos y la de *software* son ejemplos obvios.

Sin embargo, también aquí la historia importa. Tal y como Kaplinsky (1983) y otros (como Oakey, 1984) han demostrado con relación al CAD y a muchas otras innovaciones asociadas con las nuevas tecnologías genéricas (especialmente la biotecnología) en las primeras etapas, las pequeñas compañías realizan una contribución fundamental. Sin embargo, cuando las tecnologías maduran, los costes de I+D suelen aumentar, se producen adquisiciones de empresas y la competencia Schumpeteriana puede llevar a una concentración renovada (Utterback y Suarez, 1993). Queda por ver si la “nueva historia” va a conllevar una simbiosis más estable entre las empresas grandes y las pequeñas en redes de colaboración tecnológica, tal y como algunos autores han pronosticado (apartado 3) o a nuevas concentraciones o a una dispersión. Debe tenerse en cuenta que la contribución de las pequeñas empresas se exagera en algunos trabajos en los que no se distingue a “pequeñas” subsidiarias de multinacionales y establecimientos de las empresas, ni entre las innovaciones que son nuevas para la empresa y aquellas que son nuevas para el mundo. Los estudios longitudinales e históricos en diversas industrias (p.e., Lundgren, 1992; Lovio, 1993; Utterback y Suarez, 1993; Utterback, 1993) que distinguen diferentes tipos de tamaño y estructura de propiedad y de redes serán de vital importancia para la futura investigación de los neoschumpeterianos.

## **6. El tirón de la demanda, el empuje de la tecnología y la difusión de las innovaciones**

La discusión de los apartados 3, 4 y 5 muestra la importancia de los flujos de información y de conocimiento entre empresas y dentro de las empresas. Además, los resultados de la investigación empírica que se ha descrito (especialmente en el apartado 3), señalan la importancia tanto de los flujos como de las fuentes de conocimiento científico y tecnológico, así como de los flujos hacia y desde los usuarios de productos y procesos. Durante mucho tiempo se mantuvo una controversia entre los economistas e historiadores de la ciencia y la tecnología sobre la importancia relativa del “tirón de la

demanda” respecto al “empuje de la ciencia y la tecnología” para generar y mantener estos flujos (p.e., Hessen, 1931; Schmookler, 1966; Bernal, 1939, 1970; Scherer, 1982b; Verspagen y Kleinknecht, 1990).

La distinción entre innovaciones radicales e incrementales es altamente relevante en este punto, de la misma manera que lo es el patrón de difusión de una innovación. En las primeras etapas de una auténtica innovación radical, los *inputs* científicos y tecnológicos probablemente predominarán, aunque no den el impulso inicial. Katz y Phillips (1982) han mostrado que en los principios de la computadora electrónica (posiblemente la innovación más importante del siglo XX) el empuje de la ciencia y la tecnología predominó e incluso industrialistas tan capacitados como T.J. Watson (Senior) mantuvieron que no había ni habría demanda de mercado. Otros estudios (p.e., Molina, 1989, 1990) han mostrado que el papel de la ciencia fue también fundamental en el origen y la configuración de innovaciones radicales posteriores en la industria de los ordenadores. Los sociólogos (p.e., Mackenzie, 1990a, 1990b; Bijker y Law, eds., 1992) han hecho una contribución fundamental en este campo (ver Coombs *et al.*, 1992).

A pesar de todo, en los años sesenta y setenta las teorías de la innovación basadas en la demanda tuvieron un impacto considerable sobre los responsables de las políticas. El trabajo empírico sobre más de 500 innovaciones realizado por Myers y Marquis (1969) pareció justificar la aproximación del tirón de la demanda mientras que, en aspectos más teóricos, Schmookler (1966) dio una justificación histórica más sofisticada: no negó completamente el papel independiente de la investigación científica básica, pero trató de demostrar, mediante un concienzudo uso de las estadísticas de patentes de Estados Unidos, que normalmente los picos y los valles de la actividad *inventiva* se retrasaban respecto a los picos y los valles de la actividad *inversora*. De esta observación dedujo que el principal estímulo a la invención y a la innovación venía del patrón cambiante de la demanda medido por la inversión en nuevos bienes de capital en diversas industrias.

Scherer (1982b) contrastó la hipótesis de Schmookler utilizando una muestra más completa de estadísticas referidas a empresas manufactureras de Estados Unidos y encontró una relación mucho más débil. Verspagen y Kleinknecht (1990) también concluyeron que los propios datos de Schmookler mostraban una relación mucho más débil de lo que él afirmaba. Scherer hizo un original análisis de flujos entre sectores de origen y uso de las patentes, que demostró que el vínculo para las invenciones vendidas entre líneas industriales era al menos tan fuerte como para aquellas que representaron procesos internos para sus iniciadores.

Las teorías del tirón de la demanda puro fueron fuertemente criticadas ya en los años setenta (p.e., Rosenberg, 1976). Sin embargo, el golpe de gracia vino de la mano de Mowery y Rosenberg (1979) en su demoledor artículo *Market demand and innovation*. Mostraron que los estudios empíricos de la innovación, que se citaban a menudo para apoyar el tirón de la demanda, no justificaban sus conclusiones y que, de hecho, los mismos autores rechazaban esta interpretación (p.e., Langrish *et al.*, 1972; Freeman, 1974). Mowery y Rosenberg señalaron la confusión en la literatura entre “necesidades” y “demanda” y entre “demanda potencial” y “demanda efectiva”: dado que las “necesidades” humanas son extremadamente diversas y a menudo están insatisfechas durante largos períodos, no pueden explicar por sí mismas la emergencia de innovaciones particulares en un determinado momento. La innovación no se debería ver



como un proceso lineal, ya sea encabezado por la demanda o por la tecnología, sino como una compleja interacción que vincula a los usuarios potenciales con los nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología.

La mayoría de las innovaciones caracterizadas como inducidas por la demanda en el artículo de Myers y Maquis eran, en realidad, innovaciones relativamente menores a lo largo de trayectorias establecidas y eso mismo era cierto para la inmensa mayoría de las patentes analizadas por Schmookler. La crítica de Mowery y Rosenberg al tirón de la demanda se ha reforzado con la investigación basada en estadísticas de patentes y el propio método de Schmookler (Walsh, 1984). En su trabajo sobre la industria química, Walsh hizo uso de estadísticas de artículos científicos así como de patentes, y los relacionó con medidas del *output*, de la inversión, de la innovación y de las ventas de la misma manera que lo hizo Schmookler. Como en el trabajo de Schmookler, el patrón de adelantos y retrasos no estaba tan claro como para sacar conclusiones fuera de toda duda. Sin embargo, como en su trabajo, había evidencia de sincronía en el patrón de desarrollos económicos y técnicos, es decir, el mayor despliegue de producción y de inversión en cada sector (petroquímico, colorantes, drogas y materiales sintéticos) estaba acompañado por considerables aumentos en el número de patentes y en el *output* de las revistas científicas relacionadas. Sin embargo, el resultado más importante fue la evidencia que sugiere que el patrón opuesto al de Schmookler era característico de las primeras etapas en la innovación en materiales sintéticos, drogas y colorantes, cambiando a un patrón muy similar al de Schmookler una vez que la industria había despegado. Los análisis cualitativos en los cuatro casos confirmaron la importancia de los cambios científicos y tecnológicos tempranos, que permiten y estimulan un aumento de la actividad inventiva y de las innovaciones técnicas. El trabajo de Fleck (1983, 1988) sobre la robótica muestra un patrón similar al del empuje inicial de la ciencia y la tecnología, seguido por numerosas mejoras de sistemas en aplicaciones específicas dirigidas por los usuarios que dirigen a los oferentes.

Estos resultados de las investigaciones empíricas apuntan hacia la resolución de la permanente controversia entre los que se adhieren a las teorías del “tirón de la demanda” o “dirigidas por el mercado” y los que apoyan las del “empuje de la tecnología” o “dirigidas por la tecnología”. Uno de los logros de la investigación sobre la innovación ha sido enterrar los modelos lineales de innovación, tanto dirigidos por la oferta como por la demanda y reemplazarlos por modelos más sofisticados (Arundel y Soete, eds., 1993); Rothwell, 1991; OCDE, 1992) que incorporan las numerosas interacciones y efectos de retroalimentación durante las innovaciones y su difusión.

La *difusión* de las innovaciones es otro concepto schumpeteriano que ha sido fuertemente criticado. La mayoría de estudios empíricos demuestran que los nuevos productos y procesos normalmente cambian de manera considerable durante su difusión. Los primeros modelos de los años cincuenta y sesenta que tendían a asumir que un producto que no cambiaba se difundía en un entorno que permanecía sin cambios han sido desplazados por modelos más complejos (ver Metcalfe, 1981, 1988; Mahajan y Peterson, 1979; Gold, 1981; Davies, 1979; Zuscovitch, 1984; Mansfield, 1989; Mansfield *et al.*, 1977; Stoneman, 1976, 1983, 1987; Granstrand, 1986; Nakicenovic y Grübler, eds., 1991; Midgley *et al.*, 1992; Callon, 1993 y ver también las referencias a David y Arthur en el apartado 2).

Es imposible negar la evidencia de que se producen nuevas innovaciones durante la difusión y, en muchos casos, las ganancias de productividad se producen principalmente mediante este proceso de aprendizaje y por las presiones competitivas engendradas por los *band-wagon effects*. En particular, Rosenberg (1976, 1982) ha insistido siempre en este punto que difícilmente se puede explicar de una forma más clara de lo que se hace en Kline y Rosenberg (1985):

“Es un serio error tratar la innovación como si fuera una cosa homogénea y bien definida cuya entrada en la economía se pudiera identificar en un momento preciso... el hecho es que las innovaciones más importantes atraviesan cambios drásticos a lo largo de sus vidas, cambios que pueden -y a menudo lo hacen- transformar completamente su importancia económica. Las mejoras subsiguientes a una invención tras su primera introducción podrían ser mucho más importantes económicamente que la disponibilidad de la invención en su forma original... consideren las características del teléfono en 1880, del automóvil en 1900, o del avión cuando los hermanos Wright realizaron su primer vuelo en 1903. En esa forma eran, como mucho, una novedad débil y económicamente inviable”.

Uno podría añadir a estos ejemplos el de la computadora electrónica, donde los microprocesadores actuales apenas pueden clasificarse como el mismo producto que la primera computadora de Zuse en la *Charlottenburg Technische Hochschule* en 1940 (Freeman *et al.*, 1965; Stoneman, 1976; Flamm, 1987). Para ser justo con Schumpeter, él mismo reconoció este punto:

“El coche nunca habría adquirido su importancia actual ni se habría convertido en un elemento transformador tan potente si hubiera seguido siendo lo que era treinta años atrás y si no hubiera conseguido transformar las condiciones del entorno -carreteras entre ellas- para su propio desarrollo” (Schumpeter, 1939, p. 167).

Estos factores llevaron a Fleck (1988) a acuñar los términos *innofussion* y *diffussion* en su análisis de la robótica industrial. Sin embargo, aunque es posible identificar productos que han sido drásticamente modificados y mejorados durante su difusión (como el automóvil o el ordenador), también hay algunos que han cambiado muy poco o nada. Se pueden hallar algunos ejemplos en la industria farmacéutica y en la de la alimentación. Incluso cuando el producto o proceso mejora durante su difusión, esta mejora es a menudo muy gradual y se puede clasificar legítimamente como incremental por su naturaleza, más que como radical. Los primeros estudios de Mansfield (1961) y otros investigadores en los años sesenta contribuyeron en gran medida a nuestra comprensión de la difusión, a pesar de sus limitaciones.

Por tanto, a pesar de las críticas a la teoría de Schumpeter sobre la difusión, la mayoría de los científicos sociales todavía consideran útil su marco de trabajo. Los economistas y los sociólogos están estudiando la difusión más que nunca, aunque cada vez son más conscientes de la necesidad de tener en cuenta que, con frecuencia, examinan un producto que va evolucionando en un entorno cambiante. La conferencia de Venecia sobre la difusión (Arcangeli, David y Dosi, eds., 1986) fue el mayor acontecimiento de los economistas neoschumpeterianos entre la conferencia del NBER en 1961 y la conferencia del quinto aniversario del MERIT en 1992. Sin embargo, a pesar del reconocimiento de que la difusión ha sido más bien olvidada –descrita por Paul David (1986a) como la “cenicienta” de la política tecnológica–, las políticas de difusión de los países de la OCDE siguen siendo inadecuadas, y todavía no existen criterios e indicadores satisfactorios (OCDE, 1991a, 1991b).

Uno de los principales problemas de la investigación sobre difusión es que se debe tener en cuenta tanto el lado de la *oferta* como el de la demanda. Tal y como muestran Gibbons y Metcalfe (1986), la interacción entre oferta y demanda resulta en la evolución tanto de productos nuevos y mejorados como de nuevas configuraciones de diseño. Aunque la investigación empírica ha demostrado sobradamente que el papel de los oferentes en la mejora del producto, en la diversificación de modelos, en la ampliación del mercado, en la promoción de la investigación sobre aplicaciones, en la formación de los potenciales usuarios y en la superación de las barreras institucionales, buena parte de los investigadores de la difusión (a pesar del buen consejo de Metcalfe, 1988 y de otros) continúan sin considerar el lado de la oferta y tratan la difusión como un fenómeno de demanda. Las lecciones del debate empuje de la tecnología/tirón de la demanda todavía no han sido completamente asimiladas. El modelo de la “estructura de red” en el proceso de difusión (Midgley *et al.*, 1992) es un ejemplo interesante del nuevo tipo de modelo de simulación, que tiene en cuenta las interacciones de los oferentes y los adoptantes, así como de las terceras partes. Una conclusión particularmente interesante de esta investigación es que terceras partes podrían ser tan importantes para el proceso de difusión en algunas áreas como los vínculos directos, desde los adoptantes hacia potenciales adoptantes o desde los oferentes a los adoptantes.

Otro problema todavía más complicado es el carácter de sistema de la difusión. La mayoría de las innovaciones no son sucesos discretos o aislados, sino que forman parte de un sistema tecnológico (Guille, 1978; Hughes, 1982, 1992; Carlsson y Stankiewicz, 1991). Ejemplos obvios son los productos electrónicos, que requieren el *software* apropiado, componentes,... La investigación sobre la difusión de herramientas mecánicas controladas por ordenador y de la robótica (Ayres, 1991b; Camagni, ed, 1991; Camagni *et al.*, 1984; Bessant y Haywood, 1991; Bessant, 1991; Jacobsson, 1986; Carlson y Jacobsson, 1993; Edqvist, 1989; Fleck, 1983, 1988, 1993; Arcangeli *et al.*, 1991) ha demostrado la enorme importancia de estas características sistémicas y de las capacidades e instituciones locales, pero todavía no se puede decir que las comparaciones internacionales de la difusión de los FMS (*flexible manufacturing systems*) y aún menos de los CIM (*computer integrated manufacturing*) nos den una visión completa de lo que está pasando a escala mundial. Los problemas de los estándares de compatibilidad también juegan un papel complejo en los sistemas de difusión (Greenstein, 1990; David y Steinmueller, 1990; David y Greenstein, 1990).

De cualquier forma, la investigación sobre la difusión en este y en otros campos ha mostrado de manera concluyente que las tasas de difusión varían enormemente dependiendo del producto, el sistema y el país (Nabseth, y Ray, 1974; Ray, 1984; Romeo, 1975; Nakicemovic y Grübler, eds., 1991; Jacobsson, 1986; Rosenberg, 1976; Stoneman, 1976, 1983; Dosi, 1991; Mansfield, 1989; Ayres, 1991a). También ha mostrado que las ganancias de productividad asociadas a la difusión varían, en parte por los rasgos sistémicos de la innovación (ver Hughes, 1982; David, 1991; para la energía eléctrica; Antonelli, 1993, 1986; Mansell y Morgan, 1991; Miles, 1989; Jagger y Miles, 1991; Thomas y Miles, 1989; para las telecomunicaciones y los servicios telemáticos; Bessant y Haywood, 1991; Jacobsson, 1986; Fleck, 1983, 1988, 1993; Kodama, 1986, 1991, 1992 para mecatrónica). Además, la investigación comparativa internacional (p.e., Nabseth y Ray, 1974; Ray, 1984) también ha mostrado que el país de la primera innovación no es necesariamente aquel en el que se produce una difusión más rápida ni las mayores ganancias de productividad.

## 7. Cambio institucional, trayectorias y paradigmas

Al intentar explicar las diferencias entre empresas, entre industrias y entre países en las tasas de difusión y en las ganancias de productividad asociadas, los neoschumpeterianos han mostrado que las diferencias no se pueden atribuir simplemente al cambio tecnológico incorporado en el capital, sino que dependen fuertemente, en primer lugar, de las habilidades, del aprendizaje y de la formación (como se ha discutido en el apartado 4) y de las innovaciones de gestión y de organización en áreas, como las relaciones laborales, los incentivos, las estructuras jerárquicas de gestión, los sistemas de comunicación entre empresas y dentro de las empresas y los sistemas de control de *stock*, entre otros (p.e., Matthews, 1989; Dertouzos *et al.*, 1989; OCDE, 1991a, 1991b, 1992a); Whiston, 1989; Perez, 1989; Womack, Jones y Roos, 1990; Sorge, 1993; Piore, 1993; Sorge *et al.*, 1990; Cressey y Williams, 1990; Watanabe, 1993; Bessant y Haywood, 1991; Gjerding *et al.*, 1992; Dankbaar, 1993). Esto es especialmente cierto cuando es una cuestión de nuevos sistemas tecnológicos (Bailey y Chakrabarti, 1985; David, 1991). Los historiadores, como Lazonick (1990, 1992a, 1992b; Chandler, 1977, 1990; Landes, 1970), habían demostrado la enorme importancia de las innovaciones de gestión y su relación con innovaciones técnicas más estrechas en anteriores olas de cambio técnico. Existen indicios de una creciente cooperación y convergencia entre economistas, historiadores de empresas, teóricos de la organización y sociólogos al estudiar este fenómeno (ver por ejemplo, Coombs, Saviotti y Wallsh, 1987, 1992, capítulo 1; Nakicenovic y Grübler, 1991; Dosi *et al.*, eds., 1992 y la nueva revista *Industrial and Corporate Change*).

Por definición, cualquier innovación radical implica algún cambio en la organización de la producción y de los mercados. Las innovaciones organizativas e institucionales están, por lo tanto, intrínsecamente asociadas a las innovaciones técnicas. Frecuentemente, también están relacionadas con cambios en la infraestructura tal y como sugirieron Kondratieff y Schumpeter (ver el estudio pionero de Grübler, 1990). Además, tal y como también indicó Schumpeter, en algunas ocasiones las innovaciones de organización y de gestión pueden abrir el camino. Algunos ejemplos obvios son la cadena de montaje, el envasado, los *self-service*, los supermercados y los hipermercados. Frecuentemente, las innovaciones de organización introducen también innovaciones técnicas (Klein, 1977), pero esto no tiene por qué ocurrir. Por otro lado, los desarrollos técnicos en las tecnologías de la información y las comunicaciones han facilitado enormemente los nuevos servicios telemáticos, así como la compra telemática, la banca telemática y las redes de datos (Miles, 1989, 1990; Thomas y Miles, 1989; Mansell, 1988, 1989; Jagger y Miles, 1991; Miles *et al.*, 1988) de manera que podrían transformar muchos aspectos de la sociedad (ver también Gershuny, 1983; Gershuny y Miles, 1983 para las innovaciones sociales en la división del trabajo). La introducción, implementación y difusión de tecnologías genéricas, como las de la información y las comunicaciones o la biotecnología, esta tan obvia e íntimamente asociado a un complejo proceso de cambio en las instituciones y en las infraestructuras que los neoschumpeterianos –como los gestores de las empresas que estudian–, se han visto obligados a prestar más atención a estos asuntos (Perez, 1985, 1989).

Otra razón para la creciente preocupación de los economistas neoschumpeterianos por el cambio institucional radica en la necesidad de explicar cómo pueden surgir procesos de cambio técnico relativamente ordenados, de la diversidad y la incertidumbre asociada

a la invención y a la innovación. Como algunos economistas evolucionistas, Boyer (1988, 1993), Eliasson (1988), Dosi y Orsiengo (1988), Johnson (1992), Foray (1993) y Nelson y Winter (1982) han señalado, mientras que el crecimiento macroeconómico requiere diversidad e inestabilidad microeconómica, también necesita de procesos de armonización, regulación, estandarización y de establecimiento de rutinas para evitar una inestabilidad caótica y para conseguir economías de escala. Al estudiar estos procesos, los neoschumpeterianos han ido respondiendo a otro de los desafíos de Nelson y Winter (1977) en su búsqueda de “teorías útiles de la innovación”. Ellos mismos (1982) asignaron un importante papel a las rutinas de comportamiento y también sugirieron que las tecnologías tenían “trayectorias naturales” por si mismas que permitían a los diseñadores ingenieros, gestores y empresarios visualizar las probables sendas futuras de desarrollo y crecimiento. Las tecnologías de gran penetración, como la energía eléctrica, con aplicaciones potenciales múltiples, se podrían describir como “trayectorias naturales generalizadas”.

Por otra parte, la noción de trayectorias “naturales” ha sido criticada por algunos sociólogos (p.e., Mackenzie, 1990b; Sorge, 1993), dado que estas trayectorias no son fenómenos “naturales”, sino que son determinados social e institucionalmente por las expectativas, las teorías, las actividades y el interés propio de los ingenieros, científicos, gestores y empresarios (Bijker y Law, eds., 1992). La tasa “natural” de interés y la tasa “natural” de desempleo podrán ser criticados de la misma manera (Freeman, 1992). En todo caso, los críticos no niegan que las trayectorias, cualquiera que sea su base, juegan un papel importante en la evolución de la tecnología e imparten un patrón definido de desarrollo de la misma manera que la ciencia “normal” de Kuhn (1962). Se ha realizado una analogía útil e influyente entre los paradigmas científicos y tecnológicos (Dosi, 1982).

Si embargo, incluso dentro de un paradigma, por su propia definición, la innovación implica un incremento inicial en la diversidad, una extensión del rango de productos, procesos y servicios. También en las primeras etapas de la *difusión*, la diversidad aumentará normalmente, tal y como muestran los trabajos comentados anteriormente. Burton Klein (1977) ha descrito el amplio abanico de vehículos de vapor y de petróleo que estaban disponibles en Estados Unidos en los principios de los motores de combustión interna. Fleck (1983, 1988) ha descrito la diversificación del diseño de los robots industriales, encontrando una amplia variedad de entornos de aplicación. Utterback (1993) ha analizado varias industrias y muestra que existen patrones similares en las primeras etapas. En esta primera etapa, el diseño es fluido, no hay estándares (o hay muy pocos) y existe una gran incertidumbre sobre el futuro de los nuevos productos. La diversidad podría aumentar todavía más debido a la divergencia entre los mercados *nacionales*, los sistemas de producción y las diferencias de tecnología (p.e., Foray y Grübler, 1990). Dado que las innovaciones radicales también implican cambios en la organización y otras innovaciones institucionales, hay margen para una considerable variedad. Aunque la cadena de montaje introducida por Ford para fabricar coches fue imitada en muchos otros países y en otras industrias, Boyer (1988) describe diversas variantes tanto en Europa como en Japón que hicieron del fordismo un sistema en cierto modo diferente en cada país. Boyer (1993), Foray (1993), Saviotti (1991) y Johnson (1992) se encuentran entre los autores que mantienen que la diversidad institucional es esencial en la difusión de nuevas tecnologías y es una característica benéfica del desarrollo evolutivo, así como de la diversidad técnica asociada con la competencia tecnológica (parte IV de Foray y Freeman, eds., 1993).

La diversidad institucional ha llevado al creciente interés de los neoschumpeterianos por los “sistemas nacionales de innovación” (Lundvall, 1985; Lundvall, ed., 1992; Freeman, 1987; Nelson, 1985, 1992a; Nelson, ed., 1993; Mjösset, 1992; Niosi, ed., 1991). No solamente existen diferencias en el modo en que las empresas implementan las nuevas tecnologías y en sus sistemas de gestión, sino que también difieren muchas otras instituciones (Hollinsworth, 1993). Dado que las empresas dependen de diversos vínculos externos para adquirir los conocimientos técnicos, científicos y de organización, así como para obtener la información y las capacidades necesarios (apartado 3), es obvio que el sistema nacional de educación y formación puede tener una considerable influencia sobre la innovación de las empresas, al igual que los diversos centros de investigación, las fuentes de información técnica, los servicios de consultoría y los laboratorios públicos. Sin embargo, la mayoría de los neoschumpeterianos, siguiendo a Lundvall (ed., 1992) y sus colegas, destacan que un “sistema nacional de innovación” es mucho más que una red de instituciones que sirven de soporte a la I+D, ya que implica relaciones de colaboración entre las empresas y, especialmente, vínculos de todo tipo entre productores y usuarios (Andersen, 1992a), así como sistemas de incentivos y de apropiabilidad, relaciones laborales y un amplio conjunto de instituciones y políticas públicas (ver también Perrin, 1988). De la misma manera, la heterogeneidad de las empresas y el oligopolio ha llevado a los neoschumpeterianos a descartar los supuestos de competencia perfecta y agentes representativos (Sylos Labini, 1962, Dosi, 1984, 1988), por lo que la heterogeneidad de los sistemas nacionales de innovación y la hegemonía de las grandes potencias les ha llevado a abandonar las nociones de convergencia internacional y a señalar el fenómeno de la divergencia en las tasas de crecimiento, *forging ahead*, *catching up* y *falling behind* (Abramowitz, 1986; Lundvall, ed., 1992; Dosi y Freeman, 1992; Verspagen, 1992).

Dahmen (1950, 1988) ya anticipó algunas características de los sistemas nacionales con su teoría de los “bloques de desarrollo”. Lundvall (ed., 1992), Mjösset (1992) y Nelson (ed., 1993) son tres contribuciones básicas a la literatura de los “sistemas nacionales de innovación”. El libro de Nelson es un estudio comparativo de una docena o más de países, mientras que el libro de Lundvall contiene un análisis más teórico. El de Mjösset se centra en la economía irlandesa, pero repasa su situación en un contexto de comparaciones con otros pequeños países europeos. En conjunto, consiguen explicar en gran medida por qué países como Estados Unidos (finales del siglo XIX)(Mowery, 1992b) y Japón (finales del XX) han podido alcanzar a los líderes y sobresalir en tecnologías sin liderar necesariamente la investigación científica básica (pero ver también Hicks *et al.*, 1992a y 1992b; Cantwell, 1993). Sin embargo, el estudio de Nelson, junto con análisis profundos de los casos de Corea y Taiwán como los de Wade (1990), Amsden (1989), Jang-Sup Shin (1992) y Hobday (1992) muestran que los países “perseguidores” necesitan el tipo de capacidad en ciencia básica y en educación en el que insiste Pavitt (1993) como parte de sus sistemas nacionales (ver también Villaschi, 1992, sobre el caso de Brasil). El trabajo de los neoschumpeterianos ha tenido una considerable influencia en la economía del desarrollo y la denominada “nueva teoría del crecimiento”, con la aceptación del papel fundamental de la inversión intangible sobre el desarrollo económico (ver especialmente Banco Mundial, 1991). La investigación también resulta muy iluminadora en el caso de los países que se retrasan (Walker, 1993; Cantwell, 1991b; Mjösset, 1992)

Un problema fundamental al que se enfrenta la tradición investigadora de los neoschumpeterianos es el de reconciliar su énfasis en la diversidad nacional (y la diversidad regional: ver Saxenian, 1991; Storper y Harrison, 1991; Morgan y Sayer, 1988; Bianchi y Bellini, 1991; Russo, 1985; Oakey, 1984; Camagni, 1991; Goddard Thwaites y Gobbs, 1986; Thwaites y Oakey, eds., 1985; Thwaites, 1978; Harris, 1988; Scott, 1991; Alderman y Davies, 1990; Alderman *et al.*, 1993; Amin y Goddard, eds., 1986) en los sistemas de innovación, con el papel de las empresas multinacionales en la difusión y la estandarización global tanto de los métodos de gestión como de los desarrollos técnicos (Cantwell, 1989, 1991a, 1993; Casson, ed., 1991; Dunning, 1988; Chesnais, 1988a, 1992). Siguiendo la tendencia de las multinacionales a localizar parte de su producción fuera de su país de origen, también ha habido tendencia a localizar parte de la I+D en el exterior. El alcance y las consecuencias de esta tendencia han sido fuertemente debatidos entre los neoschumpeterianos (Patel y Pavitt, 1991a; Ohmae, 1990; Hu, 1992; Pearce, 1990; Pearce y Singh, 1992; Porter, 1990). Otros han destacado el papel de los factores culturales, educativos, políticos y geográficos –especialmente en la difusión del conocimiento tácito–, a la hora de reforzar las redes nacionales y regionales de colaboración (Lundvall, ed., 1992; Porter, 1990). Otros han señalado el papel de la liberalización global del comercio, de la inversión, de las telecomunicaciones y del transporte aéreo para reducir estas diferencias nacionales y destacan la importancia del proceso de globalización (Ohmae, 1990). Aunque la globalización no tiene por qué significar estandarización en todo el mundo y pérdida de diversidad, hay claros y fuertes incentivos entre las multinacionales para buscar economías de escala en la I+D y en el diseño, así como en la producción y en el marketing.

Es inevitable que exista algún tipo de *lock-in* nacional e internacional mediante la estandarización, por diferentes razones, como la necesidad de “conectividad” en el caso de las innovaciones sistémicas, la aceptación y el aprendizaje del consumidor, así como las economías de escala. Todo esto se ha evidenciado en el mundo de los ordenadores y sus múltiples aplicaciones en la industria y en los servicios, así como en los sistemas de telecomunicaciones y en los nuevos servicios de red (Rosario y Schmidt, 1991; Hawkins, 1992). El dilema con los estándares entre “congelar” demasiado pronto y, por tanto, evitar innovaciones potencialmente superiores, al menos por algún tiempo, y no fijar los estándares suficientemente pronto está permanentemente asociado con la innovación, y se resuelve, no mediante la racionalidad óptima, sino a través de la competencia oligopolística, la negociación política y el conflicto nacional o internacional (Rosario y Schmidt, 1991; Mansell, 1990b; Mansell y Morgan, 1991; David, 1986a; David *et al.*, 1990a, 1990b; Greenstein, 1990).

Este dilema no se reduce a los temas de la difusión y de la estandarización, tal y como Gjerbing (1992) y Holbek (1988) han mostrado: es inherente a la innovación misma. Siempre existe la posibilidad de mejorar un diseño o tecnología, por lo que la empresa siempre se encuentra con el dilema de cuándo “congelar” el diseño. Tal y como Rothwell y Gardiner (1988) han mostrado, los mejores diseños son “diseños robustos”, es decir, con potencial para “expandirse” y adaptarse durante un período considerable, aunque son robustos, no óptimos (ver también Utterback y Suarez, 1993, para el concepto de “diseño dominante”).

Finalmente, siempre ha existido un dilema entre la elección entre los incentivos a la *innovación* y los incentivos a la *difusión*. El sistema de patentes ha tenido como uno de

sus objetivos primarios el de estimular la invención mediante la garantía de un monopolio temporal para su explotación, pero este monopolio podría, por supuesto, retrasar la difusión. El dilema de diseñar un sistema de apropiabilidad “óptimo” nunca ha sido resuelto de una manera satisfactoria como es evidente tanto en la literatura (p.e., Teece, 1987; Taylor y Silberston, 1973; Levin, 1986, 1988; Levin *et al.*, 1985, 1987; Cohendet *et al.*, 1993; Antonelli y Foray, 1991; Foray, 1992; Winter, 1989, 1993; Mandsfield *et al.*, 1981) como en la historia de la legislación de patentes en muchos países. La investigación neoschumpeteriana ha realizado una importante contribución en este campo, confirmando el papel relativamente limitado que las patentes juegan a la hora de proteger las nuevas tecnologías de las empresas en la mayoría de industrias (Levin *et al.*, 1987) y demostrando la importante contribución de otros métodos. La Encuesta de Yale también ha sido valiosa para demostrar que estos métodos son específicos de cada industria; por tanto, la extensión de esta encuesta a Europa en 1993 es bienvenida.

El constante resurgimiento de la novedad y la diversidad significa que las características únicas del desarrollo histórico son importantes para los neoschumpeterianos (ver, por ejemplo, Pierre Dockès en *Historie raisonnée et économie historique*, 1991). La historia siempre importa y buena parte del esfuerzo investigador se ha dedicado a delinear la naturaleza y la dirección del cambio técnico. Sahal (1977, 1981, 1985), Dosi (1982), Utterback y Abernathy (1975), Hill y Utterback (1979) y Utterback (1993) suponen intentos de identificar patrones característicos de la evolución de la tecnología. Sahal empieza desde el rechazo de las teorías basadas exclusivamente en el tirón de la demanda o en el empuje de la tecnología, manteniendo que la tecnología da forma al entorno y se ve afectada por él. Destaca, en particular, la importancia de la escala y el tamaño sobre la evolución de la tecnología: al fin y al cabo, el proceso de aumento de la escala (o de miniaturización) tiene sus límites y, al alcanzarlos, es cuando las innovaciones radicales son necesarias para abrir “nuevas avenidas de innovación”. Algunas de estas avenidas pueden ser tan amplias que ofrezcan oportunidades en muchos sectores, devolviéndonos a las “trayectorias naturales generalizadas” de Nelson y Winter.

La aproximación de Sahal, como la de Metcalfe (1981), señala la importancia de fenómenos cíclicos en el crecimiento de las industrias y de las tecnologías y del *timing* en relación con las políticas públicas. Utterback y Abernathy (1975) y Abernathy y Clark (1985) también destacan la senda cíclica de evolución de la tecnología y su trabajo es de particular interés respecto a las innovaciones de *proceso*, relacionadas con el aumento de la escala. Además, indica un importante vínculo entre las teorías de evolución de la tecnología y los problemas de las estrategias de las empresas discutidos en Teece *et al.* (1990), Teece (1987), Coombs y Richards (1991), Dodgson (1991) y muchos otros. Los neoschumpeterianos no han conseguido desarrollar completamente una teoría del comportamiento que relacione la *estrategia* de las empresas con las rutinas y las reglas (pero ver Quintella, 1993; Mulder y Vergragt, 1990). Los teóricos de empresas y los economistas han estado demasiado alejados en esta área.

Ha habido relativamente pocos intentos de situar la discusión de las trayectorias tecnológicas, los patrones de innovación y el entorno de selección en un contexto más amplio de la evolución de los sistemas económicos como un todo. Muchos autores han seguido a Dosi (1982) al trazar un paralelismo entre la idea de Kuhn de los “paradigmas” y el desarrollo de la ciencia y de la evolución de la tecnología. Pero la



noción de un “paradigma tecnoeconómico”, tal y como la formuló Carlota Perez (1983, 1985, 1989) en sus artículos de microelectrónica y el cambio estructural e institucional mundial, tiene diversas características diferenciales.

En primer lugar, su concepto de cambio en el “paradigma tecno-económico” se refiere a un cambio en la aproximación básica y en el “sentido común” de los diseñadores, ingenieros y gestores, que es tan importante que afecta prácticamente a todas las industrias y sectores de la economía. En segundo lugar, argumenta que la motivación *económica* de este cambio de paradigma radica no solamente en la disponibilidad de un grupo de innovaciones radicales que ofrezcan numerosas aplicaciones potenciales nuevas, sino también en la disponibilidad *universal* y a *bajo coste* del factor o la combinación de factores clave, lo que recuerda a las “revoluciones industriales sucesivas” de Schumpeter. Finalmente, sostiene que antes de que un nuevo paradigma tecnoeconómico pueda generar una nueva ola de crecimiento económico mundial, hay un período de adaptación del marco socio-institucional, correspondiente a las fases de recesión y depresión de las olas de desarrollo económico de Schumpeter. Las antiguas instituciones sufren de inercia (ver también Olson, 1982) y están en todo caso adaptadas a un estilo tecnológico que cada vez es más obsoleto y por tanto tiende a cerrarse a los sistemas alternativos. Hay un período de desajuste estructural entre la nueva tecnología y el antiguo marco, que afecta especialmente a la educación y a la formación, pero también a las estructuras de gestión, a los mercados de capital y de trabajo, a los estándares y sistemas de regulación (ver también Andersen, 1991). Perez, por tanto, ofrece un vínculo entre las teorías cíclicas de la evolución tecnológica avanzadas por Sahal, Utterback, Abernathy y otros y las teorías de dependencia de las trayectorias, cambio estructural y *lock-out* de las alternativas señaladas por Arthur, David, Dosi y otros. La Escuela de Regulación Francesa (Boyer, 1988) tiene muchos puntos en común, pero en su origen no atribuía un papel tan importante al cambio técnico (ver también el concepto de “paradigma socio-técnico”, Roobeek, 1987).

Para Perez y para la Escuela de la Regulación, el problema del crecimiento estable es fundamentalmente cíclico. Los períodos de ajuste estructural se caracterizan por un alto grado de inestabilidad y confusión institucional, pero están seguidos por períodos largos de crecimiento próspero, conseguidos mediante una buena combinación de nueva tecnología, nuevas rutinas y procedimientos en la esfera de la economía y de otras nuevas instituciones.

Por todo ello, tanto a nivel micro como macro muchos neoschumpeterianos miran al cambio institucional para conseguir y mantener un crecimiento y desarrollo armoniosos.

Gomulka (1990) realiza una crítica mucho más controvertida a las teorías de desarrollo evolutivo a largo plazo. Después de numerosos y profundos comentarios sobre los sistemas nacionales de innovación de Europa del Este, llega ingeniosamente a la paradójica conclusión de que, al fin y al cabo, Schumpeter tenía razón y de que el futuro será una disminución de la innovación y un sistema socialista por razones de justicia social (ver también el sutil análisis de la obra de Schumpeter “Capitalismo, socialismo y democracia” de Heertje, 1992).

Todo esto evidencia que los neoschumpeterianos, así como otros economistas institucionales, han vuelto a dar vida a algunos debates que eran centrales en la política económica clásica y se han encontrado siempre entre las preocupaciones de los

historiadores, pero que han sido olvidados en cierta manera por la teoría (Hodgson, 1993).

## 8. Conclusiones

Claramente, no ha sido posible en los límites de este relativamente corto resumen cubrir en toda su profundidad y riqueza un campo en expansión. Como se indica en el primer apartado, se han dejado de lado temas enteros, incluyendo algunos en los que la investigación de los neoschumpeterianos ha supuesto una contribución fundamental, como el comercio internacional (p.e., Krugman, 1990; Soete, 1981, 1987; Dosi, Pavitt y Soete, 1990; Posner, 1961; Walker, 1977; Hufbauer, 1966, Vernon, 1966; De la Mothe, ed., 1990; Fagerberg, 1992; Dalum, 1992), y otros en los que ha hecho muy poco, como en el comportamiento del consumidor. Por las mismas razones, este apartado se concentra solamente en algunos de los temas más importantes.

## Medida

Los neoschumpeterianos han realizado un uso original e ingenioso de la amplia variedad de estadísticas para la medición de varios aspectos del cambio técnico (cienciometría, tecnometría, patentes, gastos y personal en I+D, innovaciones, difusión y otras). Ciertamente, han sido críticos en este esfuerzo y han iniciado mejoras en muchas áreas (Grupp, 1991; Pavitt, 1985; Basberg, 1987; Griliches, 1990a; Irvine *et al.*, 1981, 1983, 1985; Soete y Wyatt, 1983; Soete *et al.*, 1989; Archibugi *et al.*, 1987; Archibugi y Pianta, 1992). Han tenido suerte del apoyo que han recibido del *Directorate for Science, Technology and Industry* de la OCDE, la *National Science Foundation* de Estados Unidos y de la UNESCO, con respecto a los indicadores de ciencia y tecnología. La OCDE tomó la delantera en la estandarización de las estadísticas de I+D y ha trabajado intensamente para mejorarlas (OCDE, 1963, 1970, 1976, 1981, 1993). También ha estimulado el desarrollo de nuevas estadísticas que tratan de mejorar la medición del *output* de la I+D (p.e., OCDE, 1992b).

De todas maneras, tal y como los propios neoschumpeterianos reconocen, todavía quedan muchos vacíos y problemas con las estadísticas disponibles, que han sido señalados en los apartados 4, 5 y 6. En particular, a menudo resulta insatisfactorio utilizar las estadísticas de gasto en I+D como sustituto de todas aquellas actividades al nivel de la empresa que están dirigidas hacia la acumulación de conocimiento, el cambio técnico y la innovación. Tenemos medidas de “intensidad de capital” y de “intensidad energética”, pero no de “intensidad de conocimiento”. Habrá problemas para definir y medir la “intensidad en conocimiento”, pero debe realizarse un intento más serio en los años noventa y en el siglo XXI. Ahora que el papel de la “inversión intangible” ha sido reconocido de manera generalizada como de la misma o de más importancia que la inversión fija (Banco Mundial, 1991; OCDE, 1992a), debería ser posible realizar progresos significativos. Por supuesto, estos comentarios no se deberían tomar como una negación de la gran importancia de la I+D en el siglo XX. La I+D sigue en el centro de la red de instituciones que promueven el cambio técnico y está evolucionando por sí misma (ver, por ejemplo, Meyer-Krahmer, 1990, 1992).

Otro tema básico en el que, sin embargo, ha habido ciertos progresos es la medida de los *outputs* de la innovación. La OCDE (1992b), *STI Review* (diciembre), recoge los resultados de medida de la innovación y trabajo de encuesta en seis países europeos (Smith y Vidrei: Noruega; Deiacó, Suecia; Kleinknecht y Reijnen: Holanda; Cesaratto y Sirilli: Italia; Scholz: Alemania; Auzeby y Francois: Francia). Tal y como señala la introducción de la OCDE (1992b), estas encuestas son heterogéneas en “términos de objetivos, métodos y definiciones”, pero de todas formas aumentan considerablemente nuestro conocimiento sobre la innovación. Además, estos esfuerzos y anteriores trabajos han hecho posible que la OCDE realice guías para las prácticas estadísticas estándar en este campo (el “Manual de Oslo”) y trabaje con la Unión Europea en una Encuesta Europea de Innovación en 1993, parcialmente basada en el Manual.

Este es un buen ejemplo de la interacción fructífera entre la investigación académica, las oficinas estadísticas nacionales de varios países, las agencias industriales y empresas y organizaciones internacionales para generar nuevos y valiosos datos y análisis. Es de esperar que esta labor será seguida por muchos más trabajos sobre los servicios científicos y técnicos, la inversión intangible, la difusión de innovaciones y las habilidades. Sin embargo, todavía existen grandes problemas por resolver en estas áreas, que están relacionados con las definiciones (Winter, 1986b, 1987, 1988) clasificaciones y medidas.

## Estudios específicos de industrias

Los neoschumpeterianos han respondido considerablemente a la petición de Nelson y Winter (1977) de que se prestara más atención a las características específicas de la industria por lo que respecta al cambio técnico. De todos modos, como ya se ha dicho en el apartado 5, todavía existen muchas industrias a las que se ha prestado poca atención. En particular, al igual que sucede con la economía industrial en general, se ha prestado muy poca atención al sector terciario. La agricultura (p.e., Griliches, 1958; Ruttan, 1982; Feller *et al.*, 1987), la minería (p.e., Townsend, 1976; Surrey, 1992) y, especialmente, los sectores manufactureros (ver apartado 5) han sido justamente estudiados, pero prácticamente no se ha prestado atención a los sectores de servicios.

Este hecho es muy insatisfactorio por diversas razones, principalmente, por supuesto, porque los servicios suponen actualmente casi tres cuartas partes del empleo total en algunos países industrializados. Una segunda razón es que ahora estos sectores se ven profundamente afectados por las nuevas tecnologías, en particular por la tecnología de la información. Por ejemplo, los servicios financieros se están convirtiendo en intensivos en capital y, concretamente, intensivos en el uso de ordenadores. Sin embargo, los pocos trabajos realizados parecen mostrar que todavía no es muy intensivo en conocimiento. Esta situación cambia rápidamente e ilustra exactamente la clase de transformación que merece la atención de los neoschumpeterianos. Ciertamente, se han realizado algunos estudios (p.e., Heertje, ed., 1988; Baba y Takai, 1990; Barras, 1990; Cassiolato, 1992; Christensen, 1992), pero no miden todavía la escala de los problemas. Se ha dejado de lado a las innovaciones en organización.

Quizás sea todavía más importante e incluso mayor el vacío en el caso de los nuevos servicios asociados con la computerización, que están en enorme expansión:

especialmente en el caso del *software*, elementos multimedia, bancos de datos y servicios telemáticos. De nuevo, ha habido algunos estudios pioneros (p.e., Thomas y Miles, 1989; Miles y Thomas, 1990; Miles, Schneider y Thomas, 1991; Mansell, 1988, 1989, 1990a; Quintas, ed., 1993; Brady y Quintas, 1991), pero la tasa de cambio es tan rápida y las estructuras, servicios y productos que emergen tan difíciles de definir que merecen un estudio e investigación mucho más continuado durante un período de tiempo considerable.

## Redes, concentración y comportamiento de la empresa

Como se ha indicado en los apartados 3 y 7, hay cuestiones teóricas fundamentales que todavía no están resueltas en la estimulante área del comportamiento de la empresa, la cooperación entre empresas y la denominada globalización. Los neoschumpeterianos seguramente han acertado al resaltar los aspectos evolutivos y cambiantes de la organización y el comportamiento de la empresa (Chandler, 1977, 1990; Winter, 1964, 1971, 1986b, 1988; Witt, ed., 1993). Su visión de la empresa como una organización que aprende y es innovadora, su insistencia en la heterogeneidad de las empresas (Dosi, 1984; Nelson, 1991, 1992b) y sus observaciones sobre los múltiples vínculos externos de conocimiento e información de las empresas han dado realismo y plausibilidad a la teoría económica en un área en la que existía el peligro de perder contacto con las realidades de cada día. Schumpeter acertó al exonerar a Walras y Marshall del cargo simplista de creer que el empresario podía poseer un conocimiento omnisciente (Andersen, 1992b), pero tanto Schumpeter como los neoschumpeterianos están seguramente en lo cierto en su crítica de los supuestos de que las señales de precios contenían suficiente información para explicar las características más importantes del comportamiento de la empresa, o que las empresas se comportan "como si" tuvieran un conocimiento y una previsión perfectos.

En particular, los neoschumpeterianos han dado una visión muy interesante de las empresas japonesas. Sin embargo, no está nada claro que la empresa japonesa sea culturalmente específica de Japón, si las actividades de las multinacionales japonesas difundirán sus características esenciales, a través del mundo o si, en efecto, las empresas japonesas adoptarán algunas de las características de sus competidoras americanas y europeas. En algunos sentidos, la empresa cooperadora siempre ha estado con nosotros (Allen, 1983; Freeman, 1991a). Los neoschumpeterianos todavía no han clarificado cual es el aspecto novedoso de las empresas "de red" de finales del siglo XX. ¿Es su uso de las TIC? ¿O la adopción de técnicas de gestión características de las empresas japonesas? ¿O es un auge temporal de la cooperación para cubrir la necesidad de complementariedades tecnológicas asociadas con las nuevas tecnologías genéricas? ¿Cómo afectan las empresas "de red" a las teorías del monopolio y el oligopolio? El crédito de los neoschumpeterianos depende fuertemente de que estén atentos a nuevas tendencias en el comportamiento de las empresas y a algunos de los efectos de la difusión de las nuevas tecnologías, y sería también injusto esperar que den respuestas completas a preguntas que intrigan a todos. De todos modos, estas cuestiones indican que los neoschumpeterianos todavía tienen un largo camino por recorrer en su análisis teórico, así como en su investigación empírica en cuestiones como el comportamiento de las empresas japonesas fuera de su país y el de las filiales de empresas europeas y americanas en Japón, y la evolución de las redes a lo largo del tiempo. De hecho, para la

gente que cree sobre todo en el desarrollo evolutivo, la aproximación de los neoschumpeterianos a las redes ha sido sorprendentemente “estática” (pero ver Lundgren [1991] para un análisis longitudinal extremadamente interesante de las redes de procesamiento de imagen en Suecia).

## Modelos

En vista del mayor interés puesto en la diversidad de las empresas, industrias y sistemas económicos, así como las discontinuidades en el cambio tecnológico, y su rechazo a aceptar generalizaciones simplificadoras demasiado alejadas de la realidad, es quizás sorprendente que los neoschumpeterianos hayan generado una familia de modelos interesantes tan larga. En su repaso de esta nueva generación de modelos, sin embargo, Silverberg (1988) señala que hubo predecesores, como la demostración de Goodwin (1951), en el sentido de que los ciclos económicos autosostenidos solamente son posibles en el contexto de modelos no lineales. Boyer (1993) también señala la importancia de los modelos keynesianos y kaldorianos en el desarrollo de las aproximaciones evolutivas (ver también Boyer y Petit, 1989).

Como muestra Boyer (1988, 1993), los hallazgos de los neoschumpeterianos (apartados 3 a 7) han tenido dos resultados muy diferentes. Por una parte, han llevado a algunos economistas a tratar de mejorar el modelo de equilibrio general extendiéndolo para que incluya supuestos más realistas sobre las externalidades asociadas a la innovación, las redes, la educación y los rendimientos crecientes. Esta es la dirección de la denominada “nueva teoría del crecimiento” (Grossman y Helpman, 1991; Romer, 1986, 1991; Aghion y Howitt, 1993). Por otro lado, la mayoría de los neoschumpeterianos han preferido seguir el enfoque pionero de Nelson y Winter (1974, 1982) para descartar todo el enfoque de equilibrio general a favor de la modelización evolucionaria (p.e., Silverberg, 1984, 1987, 1988, 1990; Smith, 1991; Silverberg, *et al.*, 1988; Silverberg, Dosi y Orsenigo, 1988; Silverberg y Lehnert, 1992; Amable, 1992, 1993a; Iwai, 1984a, 1984b; Gibbons y Metcalfe, 1986; Chiaromonte y Dosi, 1993; Dosi *et al.*, 1992; Weidlich y Braun, 1992; y ver también Arthur *et al.*, 1987 y las referencias a Arthur y David del apartado 2).

Estos y otros modelos de simulación han demostrado la posibilidad de modelar aspectos del comportamiento económico que se ignoraban previamente (innovaciones y su difusión, diversos regímenes de apropiabilidad, heterogeneidad de los agentes, aprendizaje por la interacción, mejoras de calidad, eficiencia dinámica, etc.). Sin embargo, la diversidad de los agentes, industrias y circunstancias nacionales, la complejidad de sus interacciones y la falta de una suficiente comprensión de algunas relaciones clave significan que estos modelos evolucionarios, aunque más ricos y realistas que sus predecesores en muchos aspectos, necesitan ser complementados y contrastados constantemente con el tipo de investigación empírica e histórica que ha sido el sello de la tradición neoschumpeteriana. Esta investigación es en cualquier caso esencial, dado que la realidad que trata de representar está en un constante estado de flujo y representa un proceso histórico único. Probablemente, el mejor ejemplo de este modelo evolutivo macro-micro es el desarrollado por Eliasson en el IUI en Suecia (1986, 1990, 1991a, 1991b, 1991c). Este trabajo es particularmente útil para ilustrar la

importancia de las nuevas entradas y de la diversidad para el crecimiento económico rápido.

Sobre todo, es de esperar que los neoschumpeterianos no caigan en la trampa en la que han caído las recientes generaciones de economistas, que han sacrificado el realismo descriptivo y la riqueza de la evidencia histórica debido a los requerimientos de la formalización matemática. Con esta reserva, han dado un valioso nuevo impulso a los esfuerzos prolongados de la profesión, como ha sido el de proveer de una representación formal satisfactoria del comportamiento complejo y cambiante del sistema económico.

### *¿Una nueva forma de evaluación?*

Este apartado ha mostrado algunas críticas a la investigación neoschumpeteriana, así como una visión positiva de sus logros. La investigación empírica que se ha repasado en los apartados del 3 al 7 ha sido una característica relativamente importante de la tradición neoschumpeteriana. Pero además, libros y artículos como Nelson y Winter (1974, 1982); Nelson (ed., 1993); Rosenberg (1976, 1982, 1994); Stoneman (1983), Dosi *et al.* (1988); Antonelli, Petit y Tahar (1992); Aoki (1988); Arthur (1986, 1988, 1989), David (1976, 1985, 1991, 1993), Hodgson (1993), Lundvall (ed., 1992) Winter (1971, 1988); Dosi, Pavitt y Soete (1990) y Soete (1981, 1991) representan una contribución significativa a la teoría económica, que desafían un buen número de ideas y supuestos convencionales. Claramente este es un resumen sesgado que proviene de alguien que ha estado fuertemente implicado en este tipo de investigación durante casi treinta y cinco años. Por lo tanto, sería deseable invitar a alguien que haya estado más cercano a la teoría económica general, para que realice un resumen más crítico. Gran parte del trabajo de evaluación en cualquier disciplina y de resúmenes de la literatura es realizado por especialistas de esa misma disciplina o subdisciplina por razones obvias. Sin embargo, en este caso habría un buen argumento para la valoración por parte de alguien que esté fuera del campo de la economía, por ejemplo, un panel internacional de ingenieros, biólogos, físicos, historiadores, geógrafos, sociólogos, psicólogos y académicos de los estudios de empresa.

En cualquier caso, es deseable una valoración de las disciplinas cercanas por diversas razones, especialmente:

La superposición con varias de estas disciplinas es considerable y en algunos casos la investigación interdisciplinaria es ya importante. La colaboración con ingenieros y científicos es, en todo caso, fundamental en este campo.

Existe la posibilidad de que haya una visión más objetiva y ciertamente más independiente de algunas cuestiones fundamentales, que la que se tiene desde dentro de la disciplina de economía.

Hace un siglo el *Methodenstreit* dividió a la profesión de los economistas en Alemania e hizo surgir cuestiones similares. Mientras los neoschumpeterianos y los neoclásicos probablemente no querrían ser identificados con Schmoller y con Carl Menger, las cuestiones básicas sobre la importancia de la historia, el papel de las instituciones específicas de los países, y los límites de las generalizaciones universales sobre el

comportamiento económico están todavía con nosotros. Schumpeter trató -y de acuerdo con la mayoría no lo consiguió- unir los campos de batalla en el *Methodenstreit*. Ver si el establecimiento de una valoración multidisciplinaria podría suponer una contribución a los dilemas de la profesión económica de hoy en día podría ser un experimento fructífero, aunque difícil de implantar.

## Bibliografía

- Abernathy, W.J. y K.B. Clark, 1985. *Innovation: mapping the winds of creative destruction*. Research Policy, 14: 3-22.
- Abernathy, W.J. y R. Hayes, 1980. *Managing our way to economic decline*. Harvard Business Review, julio/agosto.
- Achilladelis, B.G., A. Schwarzkopf y M. Lines, 1987. *A study of innovation in the pesticide industry*. Research Policy, 16(2): 175-212.
- Achilladelis, B.G., A. Schwarzkopf y M. Lines, 1990. *The dynamics of technological innovation: the case of the chemical industry*. Research Policy, 19(1): 1-35.
- Acs, Z.J., 1990. *High technology networks in Maryland*. Artículo presentado en la *Montreal Conference on Network Innovators*, mayo.
- Acs, Z.J. y D.B. Audretsch, 1988. *Innovation in large and small firms: an empirical analysis*. American Economic Review, 78(4): 678-690.
- Afuah, A.N. y J.M. Utterback, 1991. *The emergence of a new supercomputer architecture*. Technological Forecasting and Social Change, 40: 315-328.
- Alchian, A., 1950. *Uncertainty, evolution and economic theory*. Journal of Political Economy, 58: 211-222.
- Alderman, N. y S. Davies, 1990. *Modelling regional patterns of innovation diffusion in the UK metal-working industries*. Regional Studies, 24: 513-528.
- Alderman, N. y W. Wynarczyk, 1993. *The performance of innovative small firms: a regional issue*. En P. Swann, ed., *New technology and the firm*. Routledge, Londres.
- Allen, R.C., 1983. *Collective invention*. Journal of Economic Behaviour and Organization, 4: 1-24.
- Amable, B., 1992. *Radical and incremental innovation in a model of endogenous and unsteady growth*. Artículo de la conferencia del MERIT, Maastricht.
- Amable, B., 1993. *National effects of learning, international specialization and growth paths*. En D. Foray y C. Freeman, eds. *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Amendola, M. y J.L. Gaffard, 1988. *The innovation Choice: An Economic Analysis of the Dynamics of Technology*. Blackwell, Oxford.
- Ames, E., 1961. *Research, invention, development and innovation*. American Economic Review, 51(3): 370-381.
- Amsden, A., 1989. *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.
- Andersen, E.S., 1991. *Techno-economic paradigms as typical interfaces between producers and users*. Journal of Evolutionary Economics, 1(2): 119-144.
- Andersen, E.S., 1992a. *Approaching national systems of innovation from the production and the linkage structure*. En Lundvall, B.A., ed. *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres.
- Andersen, E.S., 1992b. *The difficult jump from Walrasian to Schumpeterian analysis*. Artículo de la Conferencia Internacional de la Schumpeter Society. Kyoto.



- Andersen, E.S., 1993. *Schumpeter and the Elements of Evolutionary Economics*. Pinter, Londres.
- Angello, M.M., 1990. *Joseph Alois Schumpeter: A Reference Guide*. Springer, Berlin.
- Antonelli, C., 1986. *The international diffusion of new information technologies*. Research Policy, 15: 139-147.
- Antonelli, C., 1992. *The economics of localised technological change: the evidence from information and communication technologies*. Departamento de Economía de la Universidad de Turín.
- Antonelli, C., 1993. *The dynamics of technological inter-relatedness: the case of information and communication technologies*. En Foray, D. y C. Freeman, eds. *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Antonelli, C. y D. Foray, 1991. *The economics of intellectual property rights and systems of innovation*. Mimeo, Universidad de Turín.
- Antonelli, C., P. Petit y G. Tahar, 1992. *The Economics of Industrial Modernisation*. Academic Press, Londres.
- Aoki, M., 1986. *Horizontal versus vertical information: structure of the firm*. American Economic Review, 76(5): 971-983.
- Aoki, M., 1988. *Information, Incentives and Bargaining in the Japanese Economy*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Aoki, M., 1990. *Towards an economic model of the Japanese firm*. Journal of Economic Literature, 28: 1-27.
- Aoki, M., 1991. *The Japanese firm as a system: survey and research agenda*. Artículo de la "Conferencia de Estocolmo sobre Japón". Stockholm School of Economics.
- Arcangeli, F., P. David y G. Dosi, eds., 1986. *Frontiers on Innovation Diffusion*. Informe de la "Conferencia de Venecia sobre la Difusión de la Innovación", Venecia.
- Arcangeli, F., G. Dosi y M. Moggi, 1991. *Patterns of diffusion of electronics technologies: an international comparison*. Research Policy, 20(6): 515-531.
- Archibugi, D., 1988a. *In search of a useful measure of technological innovation*. Technological Forecasting and Social Change, 34: 253-277.
- Archibugi, D., 1988b. *The inter-industry distribution of technological capabilities. A case study in the application of the Italian patenting in the USA*. Technovation, 7(3): 259-274.
- Archibugi, D., S. Cesaratto y G. Sirilli, 1987. *Innovative activity, R&D and patenting: the evidence of the survey on innovation diffusion in Italy*. STI Review, 2: 135-150.
- Archibugi, D. y M. Pianta, 1992. *The technological specialisation of advanced countries, A report to EC on International Science and Technology Activities*. Kluwer, Dordrecht.
- Arthur, W.B., 1983. *Competing techniques and lock-in by historical events. The dynamics of allocation under increasing returns*. IIASA, Luxemburgo. CEPR, Universidad de Stanford, 1985.
- Arthur, W.B., 1986. *Industry, location and the importance of history*. Center for Economic Policy Research Paper, 84. Universidad de Stanford.
- Arthur, W.B., 1988. *Competing technologies: an overview*. En G. Dosi et al., eds., *Technical change and Economic Theory*. Pinter, Londres.

- Arthur, W.B., 1989. *Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events*. *Economic Journal*, 99(1): 116-131.
- Arthur, W.B., Y.M. Ermoliev y Y.M. Kaniovski, 1987. *Path-dependence processes and the emergence of macro-structure*. *European Journal Operational Research*, 30: 294-303.
- Arundel, A. y L. Soete (eds), 1993. *An integrated approach to European innovation and technology diffusion policy: a Maastricht memorandum*. MERIT, Univesidad de Limburgo.
- Ayres, R.V., 1991a. *Information, computers, CIM and productivity*. En OCDE, 1991b, *Technology and Productivity*. OCDE, París.
- Ayres, R.V., 1991b. *Computer Integrated Manufacturing*, vol. 1. IIASA.
- Baba, Y., 1985. *Japanese colour TV firms. Decision-making from the 1950s' to the 1980s'*. Lectura de tesis doctoral. Universidad de Sussex, Brighton.
- Baba, Y. y S. Takay, 1990. *Information technology introduction in banks: the case of Japan*. En C. Freeman y L. Soete, eds. *New Explorations in the Economics of Technical Change*. Pinter, Londres.
- Bailey, M.W. y A.K. Chakrabarti, 1985. *Innovation and productivity in US industry*. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 609-632.
- Barras, R., 1986. *Towards a theory of innovation in services*. *Research Policy*, 15(4): 161-173.
- Barras, R., 1990. *Interactive innovation in financial and business services: the vanguard of the service revolution*. *Research Policy*, 19(3): 215-237.
- Basberg, B., 1987. *Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature*. *Research Policy*, 12(2-4). 131-143.
- Bell, M., 1984. *Learning and accumulation of industrial and technological capability in developing countries*. En K. King y M. Fransman, eds. *Technological Capacity in the Third World*. Macmillan, Londres.
- Bell, M., 1991. *Science and technology policy research in the 1990s: key issues for developing countries*. SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Bell, M. y K. Pavitt, 1992. *National capacities for technological accumulation*. Conferencia del Banco Mundial sobre Economía del Desarrollo. Washington D.C.
- Bell, M. y K. Pavitt, 1993. *Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries*. *Industrial and Corporate Change*, 2: 157-210.
- Bell, R.M.N., C.M. Cooper, R.M. Kaplinsky y W. Sakyarakwit, 1976. *Industrial Technology and Employment Opportunity: A Study of Technical Alternatives for Can Manufacture in Developing Countries*. Organización Internacional del Trabajo, Ginebra.
- Bernal, J.D., 1939. *The Social Function of Science*. Routledge and Kegan Paul, Londres.
- Bernal, J.D., 1970. *Science and Industry in the Nineteenth Century*. Indiana University Press, Bloomington.
- Bessant, J., 1991. *Managing Advanced Manufacturing Technology*. Blackwell, Oxford.
- Bessant, J. y Haywood, 1991. *Mechatronics and the Machinery Industry*. En C. Freeman et al., eds., *Technology and the Future of Europe: Global Competition and the Environment in the 1990s*. Pinter, Londres y Nueva York.

- Bessant, J., J. Burnell, R. Hardy y S. Webb, 1993. *Continuous innovation in British manufacturing*. *Technovation*, 13(4): 241-254.
- Bianchi, P., y N. Bellini, 1991. *Public policies for local networks of innovators*. *Research Policy*, 20(5): 487-497.
- Bijker, W.E. y J. Law, eds., 1992. *Shaping Technology, Building Society*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Blaug, M., 1978. *Economic Theory in Retrospect*. Cambridge University Press.
- Boyer, R., 1988. *Technical change and the theory of regulation*. En G. Dosi *et al.*, eds., *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, Londres. Columbia University Press, Nueva York.
- Boyer, R., 1993. *The models revolution*. Introducción a la segunda parte de D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Boyer, R. y P. Petit, 1989. *Kaldor's growth theories: past, present and prospects*. En W. Semmler y E. Neil, eds., *Nicholas Kaldor and Mainstream Economics*. Routledge, Londres.
- Brady, T.M., 1986. *New technology and Skills in British Industry*. Skill Series 5, Manpower Services Commission.
- Brady, T.M y P. Quintas, 1991. *Computer software: the IT constraint*. En C. Freeman *et al.*, eds., *Technology and the Future of Europe*. Pinter, Londres.
- Braun, E. y S. MacDonald, 1978. *Revolution in Miniature: The History and Impact of Semi-Conductor Electronics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bressand, A., 1990. *Electronic cartels in the making?* *Transatlantic Perspectives*, 21: 3-6.
- Bressand, A. y N. Kalypso, eds., 1989. *Strategic Trends in Services: An Inquiry into the Global Service Economy*. Harper and Row, Nueva York.
- Burns, T. y G.M. Stalker, 1961. *The management of innovation*. Tavistock, Londres.
- C.I. News, 1993. *Bulletin of the CIRCA*, Continuous Improvement Network 2.
- Callon, M., 1993. *Variety and irreversibility in networks of technique conception and adoption*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Camagni, R., ed., 1991. *Innovation Networks: Spatial Perspectives*. Belhaven Press, Londres.
- Camagni, R. *et al.*, 1984. *Il Robot Italiano. Produzione e Mercato della Robotica Industriale*. Il sole 24 Ore, Milán.
- Cantwell, J., 1989. *Technological Innovation and Multinational Corporations*. Basil Blackwell, Oxford.
- Cantwell, J., 1991a. *The international agglomeration of R&D*. En Casson, M., ed., *Global Research Strategy and International Competitiveness*. Blackwell, Oxford.
- Cantwell, J., 1991b. *Historical trends and International patterns of technological innovation*. En J. Foreman-Peck, ed., *New Perspectives on the Late Victorian Economy: Essays in Quantitative Economic History 1860-1914*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Carlsson, B. y S. Jacobsson, 1993. *Technological systems and economic performance: the diffusion of factory automation in Sweden*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Carlsson, B. y R. Stankiewicz, 1991. *On the nature, formation and composition of technological systems*. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2): 93-119.

- Carter, C.F. y B.R. Williams, 1957. *Industry and technical progress*. Oxford University Press, Oxford.
- Carter, C.F. y B.R. Williams, 1958. *Investment in Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Carter, C.F. y B.R. Williams, 1959a. *Science and Industry*. Oxford University Press, Londres.
- Carter, C.F. y B.R. Williams, 1959b. *The characteristics of technically progressive firms*. *Journal of Industrial Economics*, 7(2): 87-104.
- Cassiolato, J., 1992. *The user-producer connection in high-tech: a case study of banking automation in Brazil*. En H. Schmitz y J. Cassiolato. *High-Tech for Industrial Development*. Routledge, Londres.
- Casson, M., ed., 1991. *Global Research Strategy and International Competitiveness*. Blackwell, Oxford.
- Cesaratto, S. y G. Sirilli, 1992. *Some results of the Italian survey on technological innovation*. *STI Review*, 11: 80-95.
- Chandler, A.D., 1977. *The Invisible Hand: The Managerial Revolution in American Business*. Belknap Press. Harvard University, Cambridge, Mass.
- Chandler, A.D., 1990. *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Belknap Press. Harvard University, Cambridge, Mass.
- Chandler, A.D., 1992. *Corporate strategy, structure and control methods in the United States in the 20<sup>th</sup> century*. *Industrial and Corporate Change*, 1: 263-284.
- Chesnais, F., 1988a. *Multinational Enterprises and the International Diffusion of Technology*. En G. Dosi *et al.* (eds). *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, Londres.
- Chesnais, F., 1988b. *Technical cooperation agreements between firms*. *STI Review*, 4: 57-119.
- Chesnais, F., 1992. *National systems of innovation, FDI and the operations of MNEs'*. En B.A. Lundvall, ed., *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres.
- Chiaromonte, F. y G. Dosi, 1993. *The micro foundations of competitiveness and their macroeconomic implications*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Christensen, J.L., 1992. *The role of finance in national systems of innovation*. En B.A. Lundvall, ed., *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres.
- Clark, J.A., C. Freeman y L.L.G. Soete, 1981. *Long waves, inventions and innovations*. *Futures*, 13(4): 308-322.
- Clark, K.B. y T. Fujimoto, 1989. *Lead time in automobile product development: explaining the Japanese advantage*. *Journal of Engineering and Technology Management*, 6: 25-58.
- Clark, N., 1990. *Evolution, complex systems and technological change*. *Review of Political Economy*, 2(1): 26-42.
- Coase, R.H., 1937. *The nature of the firm*. *Economica*, 16: 386-405.
- Coase, R.H., 1988. *The nature of the firm: origin*. *Journal of Law, Economics and Organisation*, 4(1): 3-47.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A., 1989. *Innovation and learning: the two faces of R&D*. *Economic Journal*, 99: 569-596.
- Cohendet, P.M. *et al.*, 1987. *Les Matériaux Nouveaux*. *Economica*, París.

- Cohendet, P.M, J.A. Héraud y E. Zuscovitch, 1993. *Technological learning, economic networks and innovation appropriability*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Coombs, R. y A. Richards, 1991. *Technologies, products and firm strategies: Part 1 – a framework for analysis*. *Technology Analysis and Strategic Management* 13(1): 77-86; *Part 2 – analysis of three cases*. *Technology Analysis and Strategic Management*, 3(2): 157-175.
- Coombs, R., P. Saviotti y V. Walsh, 1987. *Economics and Technological Change*. Macmillan, Londres.
- Coombs, R., P. Saviotti y V. Walsh, 1992. *Technological change and Company Strategies*. Harcourt Brace, Londres.
- Cooper, C., ed., 1973. *Science, Technology and Development*. Frank Cass, Londres.
- Cooper, C., 1974. *Science policy and technological change in undeveloped economies*. *World Development*, 2(3).
- Cooper, C. y F. Sercovitch, 1971. *The Channels and Mechanisms for the Transfer of Technology from Developed to Developing Countries*. UNCTAD, Ginebra.
- Cowan, R., 1990. *Nuclear Power reactors: a study in technological lock-in*. *Journal of Economic History*, 50: 541-567.
- Cressey, P y R. Williams, 1990. *Participation in change: new technology and the role of employee involvement*. “European Formulation for the Improvement of Living and Working Conditions”, Dublín.
- Cusumano, M.A., 1991. *Japan’s Software Factories: A Challenge to US Management*. Oxford University Press, Oxford.
- Cyert, R.M., y J.G. March, 1963. *A Behavioral Theory of the firm*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Dahmén, E., 1950. *Entrepreneurial Activity in Swedish Industry 1909-1939*. IUL, Estocolmo.
- Dahmén, E., 1970. *Entrepreneurial Activity and the Development of Swedish Industry 1919-1939*. American Economic Association Translation Series, Homewood.
- Dahmén, E., 1988. *Development blocks in industrial economics*. *Scandinavian Economic History Review*, 1: 3-14.
- Dalum, B., 1992. *Export specialisation, structural competitiveness and national systems of innovation*. En B.A. Lundvall, ed., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, Londres.
- Dankbaar, B., 1993. *Economic Crisis and Institutional Change: The Crisis of Fordism from the Perspective of the Automobile Industry*. University Press, Maastricht.
- Darwin, C., 1859. *The Origin of Species*. Murray, Londres.
- Dasgupta, P. y P. Stonoman, eds., 1987. *Economic Policy and Technological Progress*. Cambridge University Press.
- David, P.A., 1976. *Technical Choice, Innovation and Economic Growth*. Cambridge University Press
- David, P.A., 1985. *Clio and the economics of QWERTY*. *American Economic Review*, 75(2): 332-337 (versión ampliada en W.N. Parker, ed., 1986. *Economic History and the Modern Economist*. Blackwell, Oxford.

- David, P.A., 1986a. *Narrow windows, blind giants and angry orphans: the dynamics of systems rivalries and dilemmas of technology policy*. CEPR Working Paper 10, Universidad de Stanford.
- David, P.A., 1986b. *Technology diffusion, public policy and industrial competitiveness*. En R. Landau y N. Rosenberg, eds., *The Positive Sum Strategy*. National Academy of Sciences, Washington D.C.
- David, P.A., 1991. *Computer and dynamo: the modern productivity paradox in a not-too-distant mirror*. En *Technology and Productivity: The Challenges for Economic Policy*. OCDE, París.
- David, P.A., 1992. *Knowledge, property and the system dynamics of technological change*. Artículo presentado en la conferencia del Banco Mundial sobre Economía del Desarrollo celebrada entre el 30 de abril y el 1 de mayo, Washington D.C.
- David, P.A., 1993. *Path-dependence and predictability in dynamic systems with local network externalities: a paradigm for historical economics*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- David, P.A y S. Greenstein, 1990. *The economics of compatibility standards: an introduction to recent research*. *Economics of Innovation and New Technology*, 1(1): 43-63.
- Davies, S., 1979. *The Diffusion of Process Innovations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- DeBresson, C., 1989. *Breeding innovation clusters: a source of dynamic development*. *World Development*, 17(1): 1-6.
- DeBresson, C., 1993. *Comprendre Le Changement Technique*. Les Presses de L'Université d'Ottawa, Ottawa.
- De la Mothe, J., ed., 1990. *Science, Technology and Free Trade*. Pinter, Londres.
- Deiaco, E., 1992. *New views on innovative activity and technological performance: the Swedish innovation survey*. *STI Review*, 11: 36-62.
- Dockès, P., 1991. *Historie "raisonnée" et économie historique*. *Revue Économique*, 2: 181-208.
- Dodgson, M., 1991. *The Management of Technological Learning. Lessons from a Biotechnology Company*. De Gruyter, Berlin.
- Dodgson, M., 1993. *Technological Collaboration in Industry*. Routledge, Londres.
- Dodgson, M., ed., 1989. *Technology Strategy and the Firm: Management and public Policy*. Longman, Londres.
- Dodgson, M. y R. Rothwell, eds., 1994. *The Handbook of Industrial Innovation*. Edward Elgar, Aldershot.
- Dodgson, M. y M. Sako, 1993. *Learning and trust in inter-firm linkages*. Artículo de la conferencia *Technological Collaboration: Networks, Institutions and States*. Universidad de Manchester.
- Dore, R., 1973. *British Factory – Japanese Factory: The Origins of National Diversity in Industrial Relations*. University of California Press, Berkeley.
- Dore, R., 1985. *The sources of the will to innovate*. *Papers in Science and Technology Policy*, 4. Imperial College, Londres.
- Dore, R., 1987. *Taking Japan Seriously: A Confucian Perspective on Leading Issues*. Athlone Press.
- Dosi, G., 1982. *Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. *Research Policy*, 11(3): 147-162.
- Dosi, G., 1984. *Technical Change and Industrial Transformation*. Macmillan, Londres.

- Dosi, G., 1988. *Sources, procedures and microeconomic effects of innovation*. Journal of Economic Literature, 36: 1126-1171.
- Dosi, G., 1991. *The research in innovation diffusion: an assessment*. En N. Nakicenovic y A. Grübler, eds., *Diffusion of Technologies and Social Behaviour*. Springer, Berlín.
- Dosi, G. y M. Egidi, 1991. *Substantive and procedural uncertainty: an exploration of economic behaviour in changing environments*. Journal of Evolutionary Economics, 1(2): 145-168.
- Dosi, G. y C. Freeman, 1992. *The diversity of development patterns: on the processes of catching up, forging ahead and falling behind*. Artículo preparado para el encuentro de la "International Economics Association" celebrado en Varenna del 1 al 3 de octubre.
- Dosi, G., G. Giannetti y P.A. Toninelli, eds., 1992. *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Oxford University Press, Oxford.
- Dosi, G. y L. Orsenigo, 1988. *Coordination and transformation. An overview of structure, behaviour and change in evolutionary environments*. En Dosi et al., eds., *Technical change and Economic Theory*. Pinter, Londres. Columbia University Press, Nueva York.
- Dosi, G., K. Pavitt y L. Soete, 1990. *The Economics of Technical Change and International Trade*. Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead.
- Dunning, J.H., 1988. *Multinationals, Technology and Competitiveness*. Allen y Unwin, Londres.
- Edquist, C., 1989. *The realm of freedom in modern times: new technology in theory and practice*. Tema T, Report 18. Department of Technology and Social Change. University of Linköping.
- Eliasson, G., 1986. *Micro-heterogeneity of firms and stability of industrial growth*. En R. Day y G. Eliasson, eds., *The Dynamics of Market Economies*. North Holland, Amsterdam.
- Eliasson, G., 1988. *Schumpeterian innovation, market structure, and the stability of industrial development*. En H. Hanush, ed., *Evolutionary Economics: Applications of Schumpeter's Ideas*, 151-199. Cambridge University Press, Cambridge.
- Eliasson, G., 1990. *The firm as a competent team*. Journal of Economic Behaviour and Organisation, 13(3).
- Eliasson, G., 1991a. *Deregulation, innovative entry and structural diversity as a source of stable and rapid economic growth*. Journal of Evolutionary Economics, 1(1): 49-63.
- Eliasson, G., 1991b. *Modelling economic change and restructuring*. En P. De Wolf, ed., *Competition in Europe*. Kluwer.
- Eliasson, G., 1991c. *Modelling the experimentally organised economy: complex dynamics in an empirical micro-macro model of endogenous economic growth*. Journal of Economic Behaviour and Organisation, 16: 153-182.
- Eliasson, G., 1992. *Business competence, organisational learning and economic growth: establishing the Smith-Schumpeter-wicksell (SSW) connection*. En F. Scherer y M. Perlman, eds., *Entrepreneurship, Technological Innovation and Economic Growth*. University of Michigan Press.
- Enos, J.L., 1962. *Petroleum Progress and Profits: A History of Process Innovation*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Ergas, H., 1984. *Why do some countries innovate more than others?* Center for European Policy Studies. Paper 5.
- Fagerberg, J., 1988. *International Competitiveness*. Economic Journal, 98: 355-374.

- Fagerberg, J., 1992. *The home market hypothesis re-examined: the impact of domestic-user-producer interaction in exports*. En B.A. Lundvall, ed., *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres.
- Faulkner, W., 1986. *Linkage between academic and industrial research: the case of biotechnological research in the pharmaceutical industry*. Tesis doctoral, Universidad de Sussex, Brighton.
- Feller, K., P. Madden, L. Kaltreider, D. Moore y L. Sims, 1987. *The new agricultural research and technology transfer policy agenda*. *Research Policy*, 16(6): 315-327.
- Flamm, K., 1987. *Targeting technology, national policy and international competition in computers*. Brookings Institute, Washington D.C.
- Flamm, K., 1988. *Creating the computer: government, industry and high technology*. Brookings Institute, Washington D.C.
- Fleck, J., 1983. *Robots in manufacturing organisations*. En G. Winch, ed., *Information technology in manufacturing processes*. Rossendale, Londres.
- Fleck, J., 1988. *Innofusion or diffusion? The nature of technological development in robotics*. ESRC Programme on Information and Communication Technologies (PICT), Working Paper. Universidad de Edinburgo.
- Fleck, J., 1993. *Configurations crystallising contingency*. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*, 3(1): 15-36.
- Foray, D., 1987. *Innovation Technologique et Dynamique Industrielle*. Presses Universitaires de Lyon, Lyon.
- Foray, D., 1991. *The secrets of industry are in the air: industrial cooperation and the organisational dynamics of the innovative firm*. *Research Policy*, 20(5): 393-405.
- Foray, D., 1992. *The economics of intellectual property rights and systems of innovation: the inevitable diversity*. Artículo de la "MERIT Conference", diciembre.
- Foray, D., 1993. *General Introduction*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Foray D. y C. Freeman, eds., 1993 *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Fransman, M., 1990. *The Market and Beyond: Cooperation and Competition in IT in the Japanese System*. Cambridge University Press.
- Freeman, C., 1962. *Research and development: a comparison between British and American industry*. *National Institute Economic Review*, 20: 21-39.
- Freeman, C., 1971. *The role of small firms in innovation in the UK since 1945*. Bolton Committee Research Report 6, HMSO, Londres.
- Freeman, C., 1974. *The economics of industrial innovation*. Primera edición: Penguin, Harmondsworth. Segunda edición (1982): Pinter, Londres.
- Freeman, C., 1987. *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Pinter, Londres.
- Freeman, C., 1991a. *Networks of innovators: a synthesis of research issues*. *Research Policy*, 20(5): 499-514.
- Freeman, C., 1991b. *Innovation, changes of techno-economic paradigm and biological analogies in economics*. *Revue Économique*, 42(2): 211-232.



- Freeman, C., 1992. *The economics of hope*. Pinter, Londres.
- Freeman, C., 1993. *The political economy of the long wave*. European Association of Political Economy. Conferencia de Barcelona.
- Freeman, C., 1987. *Output measurement in science and technology*. North-Holland, Amsterdam.
- Freeman, C., J. Clark y L. Soete, 1982. *Unemployment and technical innovation*. Pinter, Londres.
- Freeman, C., J.K. Fuller y A.J. young, 1963. *The plastics industry. A comparative study of research and innovation*. National Institute Economic Review, 26: 22-62.
- Freeman, C., C.J.E. Harlow y J.K. Fuller, 1965. *Research and development in electronic capital goods*. National Institute Economic Review, 34: 40-97.
- Freeman, C. y G. Oldham, 1992. *Requirements for science and technology policy in the 1990's*. En C. Freeman, ed., *The economics of hope*. Pinter, Londres.
- Freeman, C. y C. Perez, 1988. *Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour*. En G. Dosi et al., eds., *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, Londres. Columbia University Press, Nueva York.
- Friedman, D.B. y R.J. Samuels, 1992. *How to succeed without really flying: the Japanese aircraft industry and Japan's technology policy*. MIT Japan Program, Cambridge, Mass.
- Friedman, M., 1953. *The methodology of positive economics. Essays in Positive Economics*. Chicago University Press, Chicago.
- Gaffard, J.L., 1991. *Economie Industrielle de l'innovation*. Dalloz, París.
- Gann, D., 1992. *Intelligent Building Technologies: Japan and Singapore*. DTI Overseas Science and Technology Mission.
- Gann, D., 1993. *Innovation and the Built Environment*. SPRU, University of Sussex, Brighton.
- Gazis, D.L., 1979. *The influence of technology on science: a comment on some experiences of IBM research*. Research Policy, 8(4): 244-259.
- Gershuny, J., 1983. *Social Innovation and the Division of Labour*. Oxford University Press, Oxford.
- Gershuny, J. y I.D. Miles, 1983. *The new service economy*. Pinter, Londres.
- Gibbons, M. y R. Johnston, 1974. *The role of science in technological innovation*. Research Policy, 3: 220-242.
- Gibbons, M. y S. Metcalfe, 1986. *Technological variety and the process of competition*. En F. Arcangeli, P. David y G. Dosi, eds., *Frontiers on Innovation Diffusion*. Informe sobre la "Conferencia de Venecia sobre la Difusión de la Innovación", Venecia.
- Gilfillan, S.C., 1935. *The sociology of invention*. Follet Publishing Company: Chicago.
- Gjerding, A.N., B. Johnson, L. Kallehauge, B.A. Lundvall y P.T. Madsen, 1992. *The productivity mystery: industrial development in Denmark in the eighties*. DJOF Publishing, Copenhagen.
- Glismann, H.H. y E.J. Horn, 1988. *Comparative invention performance of major industrial countries: patterns and explanations*. Management Science, 34: 1169-1187.
- Goddard, J., A. Thwaites y D. Gibbs, 1986. *The regional dimension to technological change in Great Britain*. En A. Amin y J.B. Goddard, eds., *Technological change, industrial restructuring and regional development*. Allen and Unwin, Londres.

- Gold, B., 1981. *Technological diffusion in industry: research needs and short-comings*. Journal of Industrial Economics, 29(3): 247-269.
- Gomulka, S., 1990. *The Theory of Technological Change and Economic Growth*. Routledge, Londres.
- Goodwin, R.M., 1951. *The nonlinear accelerator and the persistence of business cycle*. Econometrica, 19: 1-17.
- Goto, A., 1982. *Business groups in a market economy*. European Economic Review, 19: 53-70.
- Granstrand, O., 1982. *Technology, Management and Markets*. Pinter, Londres.
- Granstrand, O., 1986. *The modelling of buyer/seller diffusion processes. A novel approach to modelling diffusion and simple evolution of market structure*. En F. Arcangeli, P. David y G. Dosi, eds. *Frontiers of innovation diffusion*. Informe de la "Conferencia de Venecia sobre Difusión de la innovación". DAEST, Venecia.
- Granstrand, O. y S. Sjölander, 1992. *Managing innovation in multi-technology corporations*. Research Policy, 19(1): 35-61.
- Graves, A., 1987. *Comparative trends in automobile R&D*. DRC Discussion Paper 54. SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Graves, A., 1992. *International competitiveness and technological development in the world automobile industry*. Tesis doctoral. Universidad de Sussex, Brighton.
- Greenstein, S., 1990. *Creating economic advantage by setting compatibility standards: can physical tie-in extend monopoly power?* Economics of Innovation and New Technology, 1(1): 63-85.
- Griliches, Z., 1985. *Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations*. Journal of Political Economy, 66(5): 419-431.
- Griliches, Z., 1990a. *Patent statistics as economic indicators: a survey*. Journal of Economic Literature, 28: 1661-1707.
- Griliches, Z., ed., 1984. *R&D, Patents and Productivity*. University of Chicago Press, Chicago.
- Grossman, G.M. y E. Helpman, 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press. Cambridge, Mass.
- Grübler, A., 1990. *The Rise and Fall of Infrastructures*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Grupp, H., 1991. *Innovation dynamics in OCDE countries. Towards a correlated network of R&D intensity, trade, patent and technometric indicators*. En OCDE, *Technology and Productivity: the Challenge for Economic Policy*. OCDE, París.
- Grupp, H., (ed), 1992. *Dynamics of Science-Based Innovation*. Springer Verlag, Berlín.
- Grupp, H. y O. Hofmeyer, 1986. *A technometric model for the assessment of technological standards and their application to selected technology comparisons*. Technological Forecasting and Social Change 30: 123-137.
- Grupp, H. y L. Soete, 1993. *Analysis of the dynamic relationship between technological and economic performances in ICT sectors 1*. Resumen para la DGXIII de la CE. ISI (Karlsruhe) y MERIT (Maastricht).
- Hagedoorn, J., 1990. *Organisational modes of interfirm cooperation and technology transfer*. Technovation, 10(1): 17-30.

- Hagedoorn, J. y J. Schakenraad, 1990. *Strategic partnering and technological cooperation*. En C. Freeman y L. Soete, eds. *New Explorations in the Economics of Technical Change*. Pinter, Londres
- Hagedoorn, J. y J. Schakenraad, 1992. *Leading companies and networks of strategic alliances in information technologies*. *Research Policy*, 21(2): 163-191.
- Hahn, F., 1987. *Information dynamics and equilibrium*. *Scottish Journal of Political Economy*, 34(4): 321-334.
- Hakanson, H., 1989. *Corporate Technological Behaviour: Cooperation and Networks*. Routledge, Londres.
- Hakanson, H. y Johansson, J., 1988. *Formal and informal cooperation strategies in international industrial networks*. En F.J. Contractor y P. Lorange, eds. *Cooperative Strategies in International Business*. Lexington Books, Lexington, Mass.
- Hamberg, D., 1964. *Size of firm, oligopoly and research: the evidence*. *Canadian Journal of Economic and Political Science*, 30(1): 62-75.
- Hamberg, D., 1966. *Essays on the Economics of Research and Development*. Random House, Nueva York.
- Hanush, H., ed., 1988. *Evolutionary Economics: Applications of Schumpeter's Ideas*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Harris, R., 1988. *Technological change and regional development in the UK: evidence from the SPRU database*. *Regional Studies*, 22: 361-374.
- Hawkins, R., 1992. *Standards for technologies of communication: policy implications of the dialogue between technical and non-technical factors*. Tesis doctoral, SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Heertje, A., 1977. *Economic and Technical Change*. Weidenfeld y Nicolson, Londres.
- Heertje, A., 1992. *Capitalism, socialism and democracy after fifty years*. International Economics Association. Décimo congreso mundial, Moscú.
- Heertje, A., ed., 1988. *Innovation, Technology and Finance*. Blackwell, Oxford.
- Heertje, A. y M. Perlman, eds., 1990. *Evolving Technology and Market Structure*. University of Michigan Press.
- Heiner, R., 1983. *The origin of predictable behavior*. *American Economic Review*, 73(4): 560-595.
- Heiner, R., 1988. *Imperfect decisions, routinized behavior and inertial technical change*. Dosi et al., eds., *Technical change and Economic Theory*. Pinter, Londres. Columbia University Press, Nueva York.
- Hessen, B., 1931. *The social and economic roots of Newton's Principia*. En N. Bukharin, ed. *The science and the crossroads*. Reeditado en 1971. Frank Cass, Londres.
- Hicks, D. et al, 1992a. *Japanese corporations, scientific research and globalisation*. DRC Discussion Paper 91, ESRC Research Centre. SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Hicks, D., P. Isard y M. Hirooka, 1992b. *Science in Japanese Companies*. *Japan Journal of Science, Technology and Society*, 1: 108-149.
- Hill, C., y J. Utterback, 1979. *Technological Innovation for a Dynamic Economy*. Pergamon, Oxford.
- Hilpert, U., 1991. *State policies and techno-industrial innovation*. Routledge, Londres.
- Hobday, M., 1992. *Foreign investment, exports and technology development in the four dragons*. UN TNC Division, Conferencia de Campinas, Brasil.

- Hodgson, G.M., 1991. *Evolution and intention in economic theory*. En P. Saviotti y S. Metcalfe, eds., *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change*. Harwood Academic Publishers, Reading.
- Hodgson, G.M., 1992. *Optimisation and evolution: Winter's critique of Friedman revisited*. Departamento de Economía, Newcastle Polytechnic.
- Hodgson, G.M., 1993. *Economics and Evolution: Bringing Life Back Into Economics*. Polity Press, Cambridge.
- Hoffman, K. y H. Rush, 1988. *Microelectronics and the clothing industry*. Praeger, Nueva York.
- Holbek, J., 1988. *The innovation-design dilemma*. En K. Gronlaug y E. Kaufmann, eds. *Innovation: A Cross-Disciplinary Perspective*. Norwegian University Press.
- Hollander, S., 1965. *The sources of increased efficiency: a study of Du Pont rayon plants*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Hounshell, D.A., 1992a. *Du Pont and large scale R&D*. En P. Galison y B. Herly. *Big Science: The Growth of Large-Scale Research*. Stanford University Press, Stanford.
- Hounshell, D.A., 1992b. *Continuity and change in the management of industrial research: the DuPont Company 1902-1980*. En G. Dosi, R. Gianetti y P.A. Toninelli, eds. *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Oxford University Press, Oxford.
- Hounshell, D.A. y J.K. Smith, 1988. *Science and Corporate Strategy: DuPont R&D 1902-1980*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hu, Y-S., 1975. *Global or transnational corporations are national firms with international operations*. California Management Review, 34(2): 107-126.
- Hufbauer, G.C., 1966. *Synthetic Materials and the Theory of International Trade*. Duckworth, Londres.
- Hughes, T.P., 1982. *Networks of Power: Electrification in Western Society 1800-1930*. John Hopkins University Press.
- Hughes, T.P., 1989. *American Genesis*. Viking, Nueva York.
- Hughes, T.P., 1992. *The dynamics of technological change: salients, critical problems and industrial revolutions*. En G. Dosi, R. Gianetti y P.A. Toninelli, eds. *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Oxford University Press, Oxford.
- Imai, K., 1989. *Evolution of Japan's corporate and industrial networks*. En B. Carlsson, ed. *Industrial Dynamics*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Imai, K. y Y. Baba, 1989. *Systemic innovations and cross-border networks: transcending markets and hierarchies to create a new techno-economic system*. Conferencia de la OCDE sobre Ciencia, Tecnología y Crecimiento Económico, París.
- Imai, K. y H. Itami, 1984. *Interpenetration in organisation and market: Japan's firm and market in comparison with US*. International Journal of Industrial Organisation, 2: 285-310.
- Iwai, K., 1984a. *Schumpeterian dynamics Part I: an evolutionary model of innovation and imitation*. Journal of Economic Behaviour and Organisation, 5: 159-190.
- Iwai, K., 1984b. *Schumpeterian dynamics Part II: technological progress, firm growth and economic selection*. Journal of Economic Behaviour and Organisation, 5: 321-351.
- Jacobsson, S., 1986. *Electronics and Industrial Policy: The Case of Computer-Controlled Machine Tools*. Allen y Unwin, Londres.

- Jagger, N.S.B. y I.D. Miles, 1991. *New telematic services in Europe*. En C. Freeman, M. Sharp y W. Walker, eds. *Technology and the Future of Europe*. Pinter, Londres.
- Jaikumar, R., 1988. *From filing and fitting to flexible manufacturing*. Working Paper 88-045, Harvard Business School.
- Jang-Sup Shin, 1992. *Catching up and technological progress in late industrialising countries*. Lectura de tesis doctoral, Cambridge.
- Jewkes, J., D. Sawers y R. Stillerman, 1958. *The sources of invention*. Macmillan, Londres y Nueva York (edición revisada en 1969).
- Johnson, B., 1992. *Institutional learning*. En B.A. Lundvall, Ed. *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres.
- Kamien, M. y N. Schwartz, 1975. *Market structure and innovation: a survey*. *Journal of Economic Literature*, 13(1): 1-37.
- Kamien, M. y N. Schwartz, 1982. *Market structure and innovation*. Cambridge University Press.
- Kaplinsky, R., 1983. *Firm size and technical change in a dynamic context*. *Journal of Industrial Economics*, 32. 39-59.
- Katz, B.G. y A. Phillips, 1982. *Government, technological opportunities and emergence of the computer industry*. En H. Giersch, ed. *Emerging Technologies*. J.C.B. Mohr.
- Kay, N., 1979. *The innovating firm*. Macmillan, Londres.
- Kay, N., 1982. *The evolving firm*. Macmillan, Londres.
- Keck, O., 1982. *Policy-Making in a Nuclear Reactor Programme: The Case of the West German Fast-Breeder Reactor*. Lexington Books, Lexington.
- Kelley, M.B. y H. Brooks, 1991. *External learning opportunities and the diffusion of process innovations to small firms: the case of programmable automation*. En N. Nakicenovic y A. Grübler, eds., *Diffusion of Technologies and Social Behaviour*. Springer, Berlín.
- Kennedy, C., y A.P., Thirwall. *Technical Progress*. *Surveys in Applied Economics* vol. I. Macmillan, Londres.
- Klein, B.H., 1977. *Dynamic Economics*. Harvard University press, Cambridge, Mass.
- Kleinknecht, A., 1987. *Innovation patterns in crisis and prosperity: Schumpeter's long cycle reconsidered*. Macmillan, Londres.
- Kleinknecht, A., 1990. *Are there Schumpeterian waves of innovation?* *Cambridge Journal of Economics*, 14(1): 81-92.
- Kleinknecht, A. y J.O. Reijnen, 1992. *The experience with new innovation data in the Netherlands*. *STI Review*, 11: 64-76.
- Kleinknecht, A. y J.O. Reijnen, 1992a. *Why do firms cooperate on R&D? An Empirical Study*. *Research Policy*, 21(4): 347-360.
- Kline, S., y N. Rosenberg, 1985. *An overview of the process of innovation*. En R. Landau y N. Rosenberg, eds., *The Positive Sum Strategy*. National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Kodama, F., 1986. *Japanese innovation mechatronics*. *Science and Public Policy*, 13(1): 44-51.
- Kodama, F., 1991. *Analysing Japanese High Technologies*. Pinter, Londres.

- Kodama, F., 1992. *Japan's unique capacity to innovate: technology fusion and its international implications*. En T.S. Arrison, C.F. Bergsten, E.M. Graham y M.C. Harris, eds. *Japan's Growing Technological Capability: Implications for the US Economy*. National Academy Press, Washington D.C.
- Krugman, P., 1990. *Rethinking International Trade*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Krupp, H., 1992. *Energy Politics and Schumpeter Dynamics*. Springer, Tokyo.
- Kuhn, T.S., 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago University Press, Chicago.
- Landes, M., 1970. *The Unbound Prometheus: Technological and Industrial Development in Western Europe from 1750 to Present*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Langrish, J., M.Gibbons, P. Evans y F. Jevons, 1972. *Wealth from Knowledge*. Macmillan, Londres.
- Lastres, H., 1992. *Advanced materials and the Japanese national system of innovation*. Tesis doctoral. SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Lazonick, W., 1990. *Competitive Advantage on the Shop Floor*. Harvard, Cambridge, Mass.
- Lazonick, W., 1992a. *Business organisation and competitive advantage: capitalist transformations in the twentieth century*. En G. Dosi, R. Gianetti y P. Toninelli, eds. *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Oxford University Press, Oxford.
- Lazonick, W., 1992b. *Controlling the market for corporate control: the historical significance of managerial capitalism*. En F.M. Scherer y M. Perlman, eds. *Entrepreneurship, Technological Innovation and Economic Growth: Studies in the Schumpeterian Tradition*. University of Michigan Press.
- Levin, R.C., 1986. *A new look at the patent system*. American Economic Review, 76: 199-201.
- Levin, R.C., 1988. *Appropriability, R&D spending and technological performance*. American Economic Review Papers & Proceedings, 78: 424-428.
- Levin, R.C., W.Cohen y D. Mowery, 1985. *R&D appropriability, opportunity and market structure: new evidence on some Schumpeterian hypotheses*. American Economic Review, 75(2): 20-24.
- Levin, R.C., A.K. Klevorick, R.R. Nelson y S. Winter, 1987. *Appropriating the returns from industrial research and development*. Brookings Papers on Economic Activity, 3: 783-820.
- Limpens, I., B. Verspagen y E. Beelen, 1992. *Technology policy in eight European countries: a comparison*. MERIT, University of Limberg.
- Lovio, R., 1993. *Evolution of firm communities in new industries. The case of the Finnish electronics industry*. Lectura de tesis doctoral. School of Economics and Business Administration, Helsinki.
- Lucas, R., 1986. *Adaptive Behaviour and economic theory*. Journal of Business, 59: 401-476.
- Lundgren, A., 1991. *Technological innovation and industrial evolution: the emergence of industrial networks*. Lectura de tesis doctoral. Stockholm School of Economics.
- Lundvall, B.A., 1985. *Product innovation and user-producer interaction*. Industrial Development Research Series, 31. Aalborg University Press, Aalborg.
- Lundvall, B.A., 1988. *Innovation as an interactive process. From user-producer interaction to the national system of innovation*. En G. Dosi et al., eds., *Technical change and Economic Theory*. Pinter, Londres.

- Lundvall, B.A., 1993. *User-producer relationships, national systems of innovation and internationalisation*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Lundvall, B.A., ed., 1992. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, Londres.
- Mackenzie, D., 1990a. *Inventing Accuracy: A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Mackenzie, D., 1990b. *Economic and sociological exploration of technical change*. Artículo presentado en la Conferencia de Manchester sobre Estrategia de la Empresa y Cambio Técnico.
- Mackerron, G.S., 1991. *De-commissioning costs and British nuclear policy*. *Energy Policy*, 12: 13-28.
- MacQueen, D.H. y J.T. Wallmark, 1983. *100 Viktige Innovationer i Sverige 1945-1980*. STU, Stockholm.
- Mahajan, V. y R.A. Peterson, 1979. *Integrating firm and space in technological diffusion models*. *Technological Forecasting and Social Change*, 14: 127-146.
- Malerba, F., 1985. *The Semiconductor Business: The Economics of Rapid Growth and Decline*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Malerba, F., S. Torrisi y N. von Tunzelmann, 1991. *Electronic computers*. Freeman et al. (eds) *Technology and the Future of Europe: Global Competition and the Environment in the 1990s*. Pinter, Londres y Nueva York.
- Mansell, R., 1988. *Telecommunication network-based services: regulation and market structure in transition*. *Telecommunication Policy*, 12(3): 243-255.
- Mansell, R., 1989. *Technology Network-Based Services: Policy Implications*. OCDE, París.
- Mansell, R., 1990a. *Rethinking the telecommunication infrastructure. The new black box*. *Research Policy*, 19(6): 507-515.
- Mansell, R., 1990b. *Multinational relationships. Shaping telecommunication markets*. En C. Wilkinson, ed. *International Aspects of Industrial Policies*. Institut Universitaire International: 65-80.
- Mansell, R. y K. Morgan, 1991. *Evolving telecommunication infrastructures: organising the new European community market-place*. Freeman et al., eds., *Technology and the Future of Europe*. Pinter, Londres.
- Mansfield, E., 1961. *Technical change and the rate of imitation*. *Econometrica*, 29(4): 741-766.
- Mansfield, E., 1968. *The Economics of Technological Change*. Norton, Nueva York.
- Mansfield, E., 1977. *The Production and Application of New Industrial Technology*. Norton, Nueva York.
- Mansfield, E., 1980. *Basic research and productivity increase in manufacturing*. *American Economic Review*, 70: 863-873.
- Mansfield, E., 1985. *How rapidly does new industrial technology leak out?* *Journal of Industrial Economics*, 34(2). 217-223.
- Mansfield, E., 1988. *Industrial innovation in Japan and the United States*. *Science*, 241: 1760-1764.
- Mansfield, E., 1989. *The diffusion of industrial robots in Japan and the United States*. *Research Policy*, 18: 183-192.
- Mansfield, E., 1991. *Academic research and industrial innovation*. *Research Policy*, 20(1): 1-13.

- Mansfield, E., *et al.*, 1971. *Research and Innovation in the Modern Corporation*. Norton, Nueva York. y Macmillan, Londres.
- March, J.G. y H.A. Simon, 1958. *Organisations*. Wiley, Nueva York.
- Marsden, D., 1993. *Skill flexibility, labour market structure, training systems and competitiveness*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Marshall, A., 1890. *Principles of Economics*. Macmillan, Londres.
- Matthews, J., 1989. *Tools of Change: New Technology and the Democratisation of Work*. Pluto Press, Sydney.
- Mensch, G., 1975. *Das technologische Patt*. Umschau, Frankfurt.
- Metcalf, J.S., 1981. *Impulse and diffusion in the study of technical change*. *Futures*, 13(5): 347-359.
- Metcalf, J.S., 1988. *The diffusion of innovations: an interpretative survey*. En Dosi *et al.*, eds., *Technical change and Economic Theory*. Pinter, Londres. Columbia University Press, Nueva York.
- Meyer-Krahmer, F., 1990. *Science and technology in the Federal Republic of Germany*. Longman, Londres.
- Meyer-Krahmer, F., 1992. *The German R%D system in transition: empirical results and prospects of future development*. *Research Policy*, 21(5): 423-437.
- Midgley, D.F., P.D. Morrison y J.H. Roberts, 1992. *The effect of network structure in industrial diffusion processes*, *Research Policy*, 21(6): 533-552.
- Miles, I., 1989. *Home Informatics: Information Technology and the Transformation of Everyday Life*. Pinter, Londres.
- Miles, I., 1990. *Teleshopping: just around the corner?* *Journal of the RSA*, 138: 180-9
- Miles, I. y G. Thomas, 1990. *The development of new telematics services*. *STI Review*, 7: 35-63.
- Miles, I. H. Rush, K. Turner y J. Bessant, 1988. *Information Horizons: The Long-Term Social Implications of new IT*. Edward Elgar, Londres.
- Miles, I., V. Schneider, y G. Thomas, 1991. *The dynamics of videotext development in Britain, France and Germany: a cross-national comparison*. *European Journal of Communication*, 6:187-212.
- Miller, R., M. Hobday, T. Leroux-Demers, y X. Olleros, 1993. *Innovation in complex systems industries; the case of flight simulation*. *Industrial and Corporate Change*, 3(4).
- Mjøset, L., 1992. *The Irish Economy in a Comparative Institutional Perspective*. National Economic and Social Council, Dublín.
- Molina, A.H., 1989. *Transputers and parallel computers: building technological competition through socio-technical constituencies*. PICT paper 7, Research Centre for Social Services, Edinburgh.
- Molina, A.H., 1990. *Transputers and transputers-based parallel computers*. *Research Policy*, 19(4): 309-35
- Morgan, K. y A. and Sayer, 1988. *Microcircuits of capital*. Polity Press, Cambridge.
- Morris, P. J. T., 1982. *The development of acetylene chemistry and synthetic rubber by IG Farben AG 1926-1945*. Tesis doctoral, Universidad de Oxford.



- Morton, J.A., 1971. *Organizing for Innovation*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Mowery, D. C., 1980. *The emergence and growth of industrial research in American manufacturing 1899-1946*. Lectura de tesis doctoral. Universidad de Stanford.
- Mowery, D. C., 1983. *The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing 1900-1940*. *Explorations in Economic History*, 20(4): 351-74.
- Mowery, D. C., 1989. *Collaborative ventures between US and foreign manufacturing firms*. *Research Policy*, 18(1): 19-33.
- Mowery, D. C., 1992a. *Finance and corporate evolution in firm industrial economics 1900-1950*. *Industrial Corporate Change*, 1(1):1-37.
- Mowery, D. C., 1992b. *The US national innovation system: origins and prospects for change*. *Research Policy*, 21(2): 125-45.
- Mowery, D. C., ed., 1988. *International Collaborative Ventures*. Ballinger, Cambridge.
- Mowery, D. C. y N. Rosenberg, 1979. *The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies*. *Research Policy*, 8:102-53.
- Mulder, K. F. y P.J. Vergragt, 1990. *Synthetic fibre technology and company strategy*. *R&D Management*, 20(3):247-256.
- Myers, S. y D.G. Marquis, 1969. *Successful Industrial Innovation*. National Science Foundation, Washington, D.C.
- Nabseth, L. y G.F. Ray, 1974. *The Diffusion of New Industrial Processes*. Cambridge University Press.
- Nakicenovic, N. y A. Grübler, eds., 1991. *Diffusion of Technologies and Social Behaviour*. Springer Verlag, Berlin.
- Narin, F., E. Noma, y R. Perry, 1985. *Is technology becoming science?* *Scientometrics*, 7(3): 369-381
- Narin, F., E. Noma, y R. Perry, 1987. *Patents as indicators of corporate technological strength*. *Research Policy*, 16 (2-4): 143-157.
- Narin, F. y D. Olivastro, 1992. *Status report: linkage between technology and science*. *Research Policy*, 21: 237-251.
- National Science Foundation, 1969. *Report on Project TRACES by Illinois Institute of Technology Research Institute*. Washington, D.C.
- Nelson, R. R., 1959a. *The simple economics of basic scientific research*. *Journal of Political Economy*, 67(3): 297-306.
- Nelson, R. R., 1959b. *The Economics of invention: a survey of the literature*. *Journal of Business*, 32(2):101-127.
- Nelson, R. R., 1962. *The link between science and invention: the case of the transistor*. En R. Nelson, ed. *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press, Princeton.
- Nelson, R. R., 1984. *High Technology Policies: A Five-Nation Comparison*. American Enterprise Institute, Washington, D.C.
- Nelson, R. R., 1985. *Institutions supporting technical advance in industry*. *American Economic Review*, 85: 186-189.
- Nelson, R. R., 1991a. *Capitalism as an engine of progress*. *Research Policy*, 19: 193-214.

- Nelson, R. R., 1991. *Why do firms differ, and how does it matter?* Strategic Management Journal, 12(1).
- Nelson, R. R., 1992a. *What is 'commercial' and what is 'public' about technology, and what should be.* En N. Rosenberg, R. Landau y D. Mowery, eds. *Technology and the Wealth of Nations*. Stanford University Press, Stanford.
- Nelson, R. R., 1992b. *National innovation systems: a retrospective on a study.* Industrial and Corporate Change, 1(2): 347-374.
- Nelson, R. R., ed., 1993. *National Innovation System: A Comparative Study*. Oxford University Press, Oxford.
- Nelson, R. R., M.J. Peck, y E.D. Kalachek, 1967. *Technology, Economic Growth and Public Policy*. Allen and Unwin, Londres.
- Nelson, R. R. y S.G. Winter, 1974. *Neoclassical versus evolutionary theories of economic growth.* Economic Journal, 84: 886-905.
- Nelson, R. R. y S.G. Winter, 1977. *In search of a useful theory of innovation.* Research Policy, 6(1): 36-76.
- Nelson, R. R. y S.G. Winter, 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Niosi, J., ed., 1991. *Technology and National Competitiveness*. McGill-Queens University Press, Montreal.
- Oakey, R., 1984. *High Technology Small Firms*. Pinter, Londres.
- OECD (1963, 1970,1976, 1981, 1993). *The Measurement of Scientific and Technical Activities*. Directorate for Scientific Affairs, París.
- OECD, 1986. *Technological Agreements between Firms*. OECD, París.
- OECD, 1988. *A survey of technology licensing*. STI Review, 4: 7-51.
- OECD, 1991a. *TEP: Technology in a Changing World*. OECD, París.
- OECD, 1991b. *Technology and Productivity: The Challenges for Economic Policy*. OECD, París.
- OECD, 1992a. *Technology and the Economy: The Key Relationships*. OECD, París.
- OECD, 1992b. *Special Issue on Innovation Measurement*. STI Review, 11. OECD, París.
- Ohmae, K., 1990. *The Borderless World*. Harper, Nueva York.
- Olson, M., 1992. *The Rise and Decline of Nations*. Yale University Press, New Haven.
- Orsenigo, L., 1989. *The Emergence of Biotechnology: Institutions and Markets in Industrial Innovation*. Pinter, Londres.
- Orsenigo, L., 1993. *The dynamics of competition in a science-based technology: the case of biotechnology*, En D. Foray, y C. Freeman, eds. *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Patel, P. y K. Pavitt, 1991. *Large firms in the production of the world's technology: an important case of 'non-globalisation'*. Journal of International Business Studies, 22 (1): 1-21.

- Patel, P. y K. Pavitt, 1992a. *The innovative performance of the world's largest firms: some new evidence*. *Economics of Innovation and New Technology*, 2: 91-102.
- Patel, P. y K. Pavitt, 1992b. *The continuing widespread (and neglected) importance of improvements in mechanical technologies*. Artículo presentado en la Conferencia de Stanford sobre 'El papel de la tecnología en la economía' en honor de Nathan Rosenberg. SPRU, University of Sussex, Brighton.
- Patel, P. y K. Pavitt, 1995. *Patterns of technological activity: their measurement and interpretation*. En P. Stoneman, ed. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford.
- Patel, P. y L. Soete, 1988. *Measuring the economic effects of technology*. *STI Review*, 4:121-166.
- Paulinyi, A., 1982. *Der Technologietransfer für die Metallbearbeitung und die preussische Gewerbeförderung 1820-1850*. En F. Blauch, ed., *Die Rolle des Staates für die wirtschaftliche Entwicklung*. Blauch, Berlín.
- Pavitt, K., 1971. *The Conditions for Success in Technological Innovation*. OECD, París.
- Pavitt, K., 1982. *R&D, patenting and innovation activities: a statistical exploration*. *Research Policy*, 11 (1): 35-51
- Pavitt, K., 1984. *Sectoral patterns of technical change*. *Research Policy*, 13: 343-373
- Pavitt, K., 1985. *Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems*. *Scientometrics*, 7 (1-2): 77-99
- Pavitt, K., 1986a. *Chips and Trajectories: how does the semiconductor influence the sources and directions of technical change?* En R. MacLeod, ed. *Technology and the Human Prospect*. Pinter, Londres.
- Pavitt, K., 1986b. *Technology, innovation and strategic management*. En J. McGee y H. Thomas, eds. *Strategic Management Research: A European Perspective*. Willey, Nueva York. .
- Pavitt, K., 1988. *International patterns of technological accumulation*. En N. Hood, y J.E. Vahlne, eds. *Strategies in Global Competition*. Croom Helm, Londres.
- Pavitt, K., 1990. *What we know about the strategic management of technology*. *California Management Review*, 32: 3-26
- Pavitt, K., 1993. *What do firms learn from basic research?* En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Pavitt, K., M. Robson, y J. Townsend, 1987. *The size distribution of innovative firms in de UK: 1945-1983*. *Journal of Industrial Economics*, 35 (3): 297-319
- Pavitt, K. y W. Walker, 1976. *Government policies towards industrial innovation*. *Research Policy*, 5 (1): 1-96
- Pearce, R., 1990. *The Internationalisation of R&D by Multinational Enterprises*. Macmillan, Londres.
- Pearce, R. y S. Singh, 1992. *Globalising Research and Development*. Macmillan, Londres.
- Penrose, E., 1952. *Biological analogies in the theory of the firm*. *American Economic Review*, 41: 804-819
- Penrose, E., 1959. *The Theory of the Growth of the Firm*. Basil Blackwell, Oxford.

- Perez, C., 1983. *Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social system*. *Futures*, 15 (5): 357-375
- Perez, C., 1985. *Microelectronics, long waves and the world structural change: new perspectives for developing countries*. *World Development*, 13 (3): 441-463.
- Perez, C., 1989. *Technical change, competitive restructuring and institutional reform in developing countries*. World Bank Strategic Planning and Review, Discussion Paper 4, Washington, DC: World Bank
- Perrin, J., 1988. *Comment naissent les techniques?* Publisud, Paris.
- Petit, P., 1991. *New technology and measurement of services: the case of financial activities*. En OECD, 1991b. *Technology and Productivity: The Challenges for Economic Policy*. OECD, París.
- Petroski, H., 1989. *H.D. Thoreau, engineer*. American Heritage of Invention and Technology. Yale University Press, New Haven.
- Phillips, A., 1971. *Technology and Market Structure*. Lexington, Mass.
- Piore, M.J., 1993. *The revival of prosperity in industrial economies: technological trajectories, organisational structure, competitiveness*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Poon, A., 1993. *Tourism, Technology and Competitive Strategies*. Wallingford CAB International.
- Porter, M., 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. Free Press y Macmillan, Nueva York.
- Posner, M., 1961. *International trade and technical change*. *Oxford Economic Papers*, 13(3): 323-343
- Posthuma, A., 1986. *The internationalisation of clerical work: a study of offshore office services in the Caribbean*. Occasional Paper 24. SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Prais, S. J., 1981. *Vocational qualifications of the labour force in Britain and Germany*. National Institute Economic Review, 98: 47-59.
- Prais, S. J., 1987. *Education for productivity: comparisons of Japanese and English schooling for vocational preparation*. National Institute Economic Review 119: 40-56.
- Prais, S.J. and K. Wagner, 1983. *Some practical aspects of human capital investment: training standards in five occupations in Britain and Germany*. National Institute Economic Review, 195: 46-65.
- Prais, S.J. and K. Wagner, 1988. *Productivity and management: the training of foremen in Britain and Germany*. National Institute Economic Review, 123: 34-47.
- Price, D., 1984. *The science/technology relationship, the craft of experimental science and policy for the improvement of high technology innovation*. *Research Policy*, 13(1): 3-20.
- Quinn, J.B., 1986. *The impacts of technology in the services sector*. En B. Guile y H. Broods, eds. *Technology and Global Industry*. National Academy Press, Washington D.C.
- Quintas, P., ed., 1993. *Social dimensions of Systems Engineering*. Ellis Harwood, Chichester.
- Quintella, R., 1993. *The Relationship between business and technology strategies in the chemical industry*. Tesis doctoral. Universidad de Brighton.
- Ray, G.F., 1984. *The Diffusion of Mature Technologies*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Reekie, W.D., 1973. *Patent data as a guide to industrial activity*. *Research Policy*, 2 (3, October): 246-266.

- Reich, L.S., 1985. *The Making of American Industrial Research: Science and Business at GE and Bell 1876-1926*. Cambridge University Press.
- Roberts, E.B., 1991. *Entrepreneurs in High Technology: Lessons from MIT and Beyond*. Oxford University Press, Nueva York.
- Rogers, E.M., 1961. *Diffusion of Innovations*. Free Press of Glencoe, Nueva York.
- Romeo, A.A., 1975. *Interindustry and interfirm differences in the rate of diffusion of an innovation*, Review Economic Statistics, 57(3, August): 311-319.
- Romer, P.M., 1986. *Increasing returns and long-run growth*. Journal of Political Economy, 94(5): 1002-1037.
- Romer, P.M., 1990. *Endogenous technological change*. Journal of Political Economy, 98(2): S71-S102.
- Roobeek, A.J.M., 1987. *The crisis in Fordism and the rise of a new technological paradigm*. Futures, 19: 129-154.
- Rosario M. y S.K. Schmidt, 1991. *Standardisation in the EC: the example of ICT*. En C. Freeman, et al., eds. *Technology and the Future of Europe*. Pinter, Londres.
- Rosenberg, N., 1963. *Technological change in the machine tool industry*. Journal of Economic History, 23: 414-443.
- Rosenberg, N., 1976. *Perspectives on Technology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N., 1982. *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N., 1990. *Why do firms do basic research with their own money?* Research Policy, 19(2) 165-175.
- Rosenberg, N., 1992. *Scientific instrumentation and university research*. Research Policy, 21(4): 381-90.
- Rosenberg, N., 1994. *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N., R. Landau, y D. Mowery, eds., 1992. *Technology and the Wealth of Nations*. Stanford University Press, Stanford.
- Rothwell, R., 1977. *Innovations in textile machinery*, R&D Management, 6(3): 131-138.
- Rothwell, R., 1991. *External networking and innovation in small and medium-sized manufacturing firms in Europe*. Technovation, 11(2): 93-112.
- Rothwell, R., 1992. *Successful industrial innovation: critical factors for the 1990's*. 25 aniversario del SPRU, Universidad de Sussex, Brighton. Reimpreso en R&D Management, 22 (3): 121-139.
- Rothwell, R. y P. Gardiner, 1998. *Re-innovation and robust design: producer and user benefits*. Journal of Marketing Management, 3(3): 372-387.
- Rothwell, R. y W. Zegveld 1982. *Industrial Innovation and Public Policy*. Pinter, Londres.
- Rothwell, R. et al, 1974. *SAPPHO Updated*, Research Policy, 3(5): 258-291.
- Russo, M., 1985. *Technical change and the industrial district: the role of inter-firm relations in the growth and transformation of ceramic tile production in Italy*. Research Policy, 14(6): 329-344.

- Ruttan, V., 1959. *Usher and Schumpeter on innovation, invention and technological change*. Quarterly Journal of Economics, 73(4): 596-606.
- Ruttan, V., 1982. *Agricultural Research Policy*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Sabel, C.F., 1993. *Studied trust: building new forms of cooperation in a volatile economy*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Sahal, D., 1977. *The multi-dimensional diffusion of technology*. Technological Forecasting and Social Change, 10: 277-98.
- Sahal, D., 1981. *Patterns of Technological Innovation*. Addison-Wesley, Nueva York.
- Sahal, D., 1985. *Technological guide-posts and innovation avenues*. Research Policy, 14(2): 61-82.
- Sako, M., 1992. *Contracts, Prices and Trust: How the Japanese and British Manage Their Subcontracting Relationships*. Oxford University Press, Oxford.
- Salomon, J.-J., 1985. *Le Gauloise, le Cowboy et le Samurai*, Centre de Perspective et d'Évolution, Paris: CNAM.
- Salter, W., 1960. *Productivity, Growth and Technical Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Samuels, R.J., 1987. *Energy Markets in Comparative and Historical Perspective*. Cornell University Press, Ithaca.
- Santa Fé Institute (1990, 1991, 1992, 1993), Working Papers, Economics Research Programme, New Mexico.
- Saviotti, P.P., 1991. *The role of variety in economic and technological development*, En P.P. Saviotti y J.S. Metcalfe, eds. *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change*. Harwood Academic Publishers.
- Saviotti, P.P. and J.S. Metcalfe, eds., 1991. *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change*. Harwood Academic Publishers.
- Saxenia, A., 1991. *The origins and dynamics of production networks in Silicon Valley*. Research Policy, 20(5): 423-437.
- Scherer, F.M., 1965. *Firm size, market structure, opportunity and the output of patented inventions*. American Economic Review, 55(5): 1097-1123.
- Scherer, F.M., 1973. *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Rand McNally, Chicago.
- Scherer, F.M., 1980. *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Segunda edición, Rand McNally, Chicago.
- Scherer, F.M., 1982a. *Inter-industry technology flows in the US*. Research Policy, 11(4): 227-245.
- Scherer, F.M., 1982b. *Demand pull and technological innovation revisited*. Journal of Industrial Economics, 30: 215-218.
- Scherer, F.M., 1983. *The propensity to patent*. International Journal of Industrial Organisation, 1: 107-128.
- Scherer, F.M., 1986. *Innovation and Growth, Schumpeterian Perspectives*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Scherer, F.M., 1992. *International High Technology Competition*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

- Scherer, F.M. y M. Perlman, eds., 1992. *Entrepreneurship, Technological Innovation and Economic Growth: Studies in the Schumpeterian Tradition*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Schmookler, J., 1966. *Invention and Economic Growth*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Scholz, L., 1992. *Innovation surveys and the changing structure of investment in different industries in Germany*. STI Review, 11: 97-117.
- Schon, D.A., 1973. *Product champions for radical new innovations*. Harvard Business Review, March-April.
- Schumpeter, J.A., 1912 [1934]. *The theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Schumpeter, J.A., 1928. *The instability of capitalism*. Economic Journal, 38:361-386.
- Schumpeter, J.A., 1939. *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical analysis of the Capitalism Process*. 2 vols. McGraw-Hill, Nueva York.
- Schumpeter, J.A., 1942. *Capitalism, Socialism and Democracy*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Sciberras, E., 1997. *Multinational Electronic Companies and National Eco Policies*. JAI Press, Greenwich, CT.
- Scott, A.J., 1991. *The aerospace-electronics industrial complex of South California: The formative years 1940 - 1960*, Research Policy, 20(5).
- Scott, M.F., 1989. *A New View of Economic Growth*. Clarendon Press, Oxford.
- Senker, J., 1993. *The role of tacit knowledge in innovation*. Mimeo, SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Senker, P.J., N. Swords-Isherwood, T.M. Brady y C.M. Hugget, 1985. *Maintenance of Skills in the Engineering Industry: The Influence of Technological Change*. EITB Occasional Paper 8, segunda edición revisada.
- Sharp, M., 1985. *The New Biotechnology: European Governments in Search Strategy*. Sussex European Paper 15, Universidad de Sussex, Brighton.
- Sharp, M., 1991. *Pharmaceuticals and biotechnology: perspectives for the European industry*. En C. Freeman, M. Sharp y W. Walker, eds. *Technology and the Future of Europe*. Pinter, Londres
- Sharp, M. y P. Holmes, eds., 1988. *Strategies for New Technologies*. Phillip Allan, Londres.
- Shionoya, Y., 1986. *The science and ideology of Schumpeter*. Internazionale di scienze Economiche e Commerciali, 33(8): 729-762.
- Silverberg, G., 1984. *Embodied technical progress in a dynamic economic model: the self-organisation paradigm*. En Goodwin R.M. y Krüger, M. eds., *Nonlinear Models of Fluctuating Growth*. Heidelberg, Berlín. Springer Verlag, Nueva York, Tokyo:
- Silverberg, G., 1987. *Technical progress, capital accumulation and effective demand: organisation model*. En D. Batten, J. Casti, y B. Johansson, eds. *Economic Evolution and Structural Adjustment*. Heidelberg, Berlín. Springer Verlag, Tokyo, Nueva York.
- Silverberg, G., 1988. *Modelling economic dynamics and technical change*. En G. Dosi et al., eds., *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, Londres.
- Silverberg, G., 1990. *Adoption and diffusion of technology as a collective evolutionary Process*. En C. Freeman y L. Soete, eds. *New Explorations in the Economics of Technical Change*. Pinter, Londres

- Silverberg, G., G. Dosi y L. Orsenigo, 1988. *Innovation, diversity and diffusion: a self-organising model*. *Economic Journal*, 98: 1032-1055.
- Silverberg, G. y D. Lehnert, 1992. *Long waves and evolutionary change. A simple Schumpeterian model of technical change*. Artículo de la conferencia del MERIT, Maastricht.
- Simon, H.A., 1955. *A behavioural model of rational choice*. *Econométrica*.
- Simon, H.A., 1959. *Theories of decision-making in economics and behavioural science*. *American Economic Review*, 41: 253-283.
- Simon, H.A., 1978. *Rationality as process and as product of thought*. *American Economic Review*, 68: 1-16.
- Simon, H.A., 1979. *Rational decision-making in business organisations*. *American Economic Review*, 69(4): 493-513.
- Simon, H.A., M. Egidi, R. Marris y R. Viale, 1992. *Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution*. Edward Elgar, Aldershot.
- Slaughter, S., 1993. *Innovation and learning during implementation: a comparison of user and manufacturer innovation*. *Research Policy*, 22(1): 81-97.
- Smith, A., 1976. *Wealth of Nations*. Dent, Londres (1910).
- Smith, K., 1991. *Innovation policy in an evolutionary context*. En P.P. Saviotti, y J.S., Metcalfe, eds. *Evolutionary Theories of Economic and technological Change*. Harwood Academic Publishers, Reading.
- Smith, K. y T. Vidrei, 1992. *Innovation activity and innovation outputs in Norwegian industry*. *STI Review*, 11:11-35.
- Smith, S., 1991. *A computer simulation of economic growth and technical progress in a multi-sectoral economy*. En P.P. Saviotti, y J.S., Metcalfe, eds. *Evolutionary Theories of Economic and technological Change*. Harwood Academic Publishers, Reading.
- Soete, L., 1979. *Firm size and innovative activity: the evidence reconsidered*. *European Economic Review*, 12(4): 319-340.
- Soete, L., 1981. *A general test of the technological gap trade theory*. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 117(4): 638-660.
- Soete, L., 1987. *The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered*. *Research Policy*, 16(2-4): 101-130.
- Soete, L., 1991. *Technology in a changing world*. Synthesis Report, TEP. OCDE, París.
- Soete, L. y S. Wyatt, 1983. *The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator*. *Scientometrics*, 5(1): 31-54.
- Soete, L., B. Verspagen, K. Pavitt y P. Patel, 1989. *Recent comparative trends in technology indicators in the OCDE area*. Conferencia sobre Ciencia, Tecnología y Crecimiento, París.
- Sorge, A., 1993. *Introduction to part IV*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Sorge, A., A. Campbell y M. Warner, 1990. *Technological change, production strategies and human resources: defining Anglo-American differences*. *Journal of General Management*, 15(3): 39-54.
- Steele, I., 1991. *Managing Technology: A Strategic View*. McGraw-Hill, Nueva York.



Sternberg, E., 1992. *Photonic Technology and Industrial Policy*. University of New York Press, Nueva York.

Stiglitz, J., 1987. *Learning to learn: localised learning and technological progress*. En Dasgupta, P. y P. Stoneman, eds., 1987. *Economic Policy and Technological Progress*. Cambridge University Press.

Stobaugh, R., 1988. *Innovation and Competition: The Global Management Petrochemical Products*. Harvard Business School Press, Boston, Mass.

Stoneman, P., 1976. *Technological diffusion and the computer revolution*. Clarendon Press, Oxford.

Stoneman, P., 1983. *The economic analysis of technological change*. Oxford University Press, Oxford.

Stoneman, P., 1987. *The economic analysis of technology policy*. Oxford University Press, Oxford.

Stoneman, P., ed., 1995. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford.

Storper, M. y B. Harrison, 1991. *Flexibility, hierarchy and regional development: the changing structure of industrial production systems and their form of governance in the 1990's*. *Research Policy*, 20(5): 407-422.

Surrey, A.J., 1973. *The future growth of nuclear power: Part I demand and supply, Part II choices and obstacles*. *Energy Policy*, 1(1): 107-129. 1(2).

Surrey, A.J., 1992. *Technical change and productivity growth in the British industry 1974-1990*. *Technovation*, 12(1): 15-37.

Surrey, A.J. y S. Thomas, 1980. *World-wide nuclear plant programmes*. *Futures*, 12(1): 3-18.

Svedberg, R., 1991. *Joseph A. Schumpeter: His Life and Work*. Cambridge University Press, Cambridge.

Swann, P.L., ed., 1992. *New Technology and the Firm*. Routledge, Londres.

Sylos Labini, P., 1962. *Oligopoly and Technical Progress*. Harvard University Press, Cambridge.

Takeuchi, H. y Nonaka, I., 1986. *The new product development*. *Harvard Business Review*, Enero/Febrero: 285-305.

Tanaka, M., 1991. *Government policy and biotechnology in Japan*. En *The Promotion and Regulation of Industry in Japan*. Macmillan, Londres.

Taylor, C.T. y Z.A. Silberston, 1973. *The economic impact of the patent system*. Cambridge University Press.

Teece, D.J., 1982. *Toward an economic theory of the multiproduct firms*. *Journal of Economic Behaviour and Organisation*, 3(1): 39-63.

Teece, D.J., 1987. *Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy*. En D.J. Teece, ed., *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*. Ballinger, Cambridge, Mass.

Teece, D.J., 1988. *The nature and the structure of firms*. En Dosi et al., eds., *Technical change and Economic Theory*. Pinter, Londres. Columbia University Press, Nueva York.

Teece, D. J., Pisano, G. y Shuen, A., 1990. *Firms capabilities, resources and the concept of strategy*. CCC Working Paper 90-8, Centre for Research in Management, Berkeley.

- Teubal, , 1987. *Innovation, Performance, Learning and Government Policy: Selected Essays*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Teubal, M., Yinnon, T. y Zuscovitch, E., 1991. *Networks and market creation*. Research Policy, 20(5): 381-392.
- Thomas, G. y I. Miles, 1989. *Telematics in transition: the development of new interactive services in the UK*. Longman, Harlow.
- Thomas, S.D., 1988. *The realities of nuclear power: international economic and regulatory experience*. Cambridge University Press.
- Thwaites. A.T., 1978. *Technological change, mobile plants and regional development*. Regional Studies, 12. 455-461.
- Thwaites. A.T. y R.P. Oakey, eds., 1985. *The regional impact of technological change*. Pinter, Londres.
- Tidd, J., 1991. *Flexible manufacturing technology and international competitiveness*. Pinter, Londres.
- Tilton, J., 1971. *International diffusion of technology: the case of semiconductors*. Brookings Institution, Washington DC.
- Tisdell, C., 1981. *Science and Technology Policy: Priorities of Governments*. Chapman and Hall, Londres.
- Townsend, J., 1976. *Innovation in coal-mining machinery*. Occasional Paper no. 3, SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- UNESCO, 1969. *The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris (1963-1990), Statistical Yearbooks, Paris.
- Utterback, J. M., 1979. *The dynamics of product and process innovation in industry*. En C. Hill y J.M. Utterback,, eds., *Technological Innovation for a Dynamic Economy*. Pergamon, Oxford.
- Utterback, J. M., 1993. *Mastering the Dynamics of Innovation*. Harvard Business School Press, Boston, Mass.
- Utterback, J. M. y W.J. Abernathy, 1975. *A dynamic model of product and process innovation*. Omega, 3(6): 639-656.
- Utterback, J. M. y F.F. Suarez, 1993. *Innovation, competition and industry structure*. Research Policy, 22(1): 1-23.
- Van de Ven, A.H. *et al.*, 1989. *Research on the Management of Innovation*. Harper Row, Nueva York.
- Van Vianen, B. G., Moed H.F. y Van Raan, A. J. F., 1990. *An exploration of the science base of recent technology*. Research Policy, 19(1): 61-81.
- Vernon, R., 1966. *International investment and international trade in the product cycle*. Quarterly Journal of Economics, 80: 190-207.
- Verspagen, B., 1992. *Endogenous innovation in neo-classical growth models: a survey*. Journal of Macroeconomics, 14(4): 631-662.
- Verspagen, B. y A. Kleinknecht, 1990. *Demand and innovation: Schmookler re-examined*. Research Policy, 19: 387-394.
- Villaschi, A.F., 1992. *The Brazilian National System of Innovation: opportunities and constraints for transforming technological dependency*. Tesis doctoral, Universidad de Londres.

- Von Hippel, E., 1978. *A customer-active paradigm for industrial product idea generation*. Research Policy, 7: 240-266.
- Von Hippel, E., 1980. *The user's role in industrial innovation*. En D. Burton y J. Goldhar,, eds., *Management of Research and Innovation*. North-Holland, Amsterdam.
- Von Hippel, E., 1982. *Appropriability of innovation benefit as a predictor of the source of innovation*. Research Policy, 11(2), 95-115.
- Von Hippel, E., 1987. *Cooperation between rivals: informal know-how trading*. Research Policy, 16(5): 291-302.
- Von Hippel, E., 1988. *The Sources of Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Von Tunzelmann, G.N., 1989. *Market forces and the evolution of supply in the British telecommunications and electricity supply industries*. En A. Silberston, ed. *Technology and Economic Progress*. Macmillan, Londres.
- Wade, R., 1990. *Governing the market: economic theory and the role of government in the East Asian Industrialisation*. Princeton University Press, Princeton.
- Walker, W.B., 1977. *Industrial Innovation and International Trading Performance*. JAI Press, Connecticut.
- Walker, W.B., 1993. *From leader to follower: Britain's dwindling technological aspirations*. En R.R. Nelson, ed. *National Innovation Systems: A Comparative Study*. Oxford University Press, Oxford.
- Walker, W.B. y M. Lönnroth, 1983 a. *Nuclear power struggles: industrial competition and proliferation control*. Allen y Unwin, Londres.
- Walker, W.B. y M. Lönnroth, 1983 b. *The viability of the civil nuclear industry*. En J. Somat, ed. *World Nuclear Energy*. John Hopkins Press, Baltimore.
- Walsh, V., 1984. *Invention and innovation in the chemical industry: demand pull or technology push*. Research Policy, 13: 211-234.
- Wanatabe, S., 1993. *Work organisation technical progress and culture*. En D. Foray y C. Freeman, eds., *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter, Londres.
- Weidlich, W. y M. Braun, 1992. *The master equation approach to non-linear economics*. Journal of Evolutionary Economics, 2(3): 233-267.
- Whiston, T., 1989, 1990. *Managerial and organisational integration needs arising out of technical change and UK commercial structures*. Technovation, 9(6), 10(1,2,3): 47-58, 95-118, 143-161.
- Whittaker, M., H. Rush y W. Haywood, 1989. *Technical change in the British clothing industry*. Occasional Paper, Center for Business Research, Brighton.
- Williamson, O.E., 1975. *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications. A Study in the Economics of Internal Organisation*. Free Press, Nueva York.
- Williamson, O.E.(1985), *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press, Nueva York.
- Winter, S.G., 1964. *Economic natural selection and the theory of the firm*. yale Economic Essays, 4: 225-272.
- Winter, S.G. 1971. *Satisficing, selection and the innovating remnant*. Quarterly Journal of Economics, 85(2): 237-261.

- Winter, S.G., 1986 a. *Comments on Arrow and Lucas*. Journal of Economics, 54: 427-434.
- Winter, S.G., 1986 b. Schumpeterian competition in alternative technological regimes. En R. Day y G. Eliasson, eds. *The dynamics of market economies*. North-Holland, Amsterdam.
- Winter, S.G., 1987. *Knowledge and competence as strategic assets*. En D.J. Teece., ed., *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*. Ballinger, Cambridge, Mass.
- Winter, S.G., 1988. *On Coase, competence and corporation*. Journal of Law, Economics and Organisation, 4(1): 163-180.
- Winter, S.G., 1989. *Patents in complex contexts: incentives and effectiveness*. En V. Weil y J.W. Snapper, eds. *Owning Scientific and Technical Information*. Rutgers University Press, New Brunswick.
- Winter, S.G., 1993. *Patents and welfare in an evolutionary model*. Industrial and Corporate Change, 2(2): 211-232.
- Wit, G.R., 1990. *The character of technological change and employment in banking*. En C. Freeman y L. Soete, eds. *New Explorations in the Economics of Technical Change*. Pinter, Londres.
- Witt, U., ed., 1993. *Evolutionary Economics*. Edward Elgar, Aldershot.
- Womack, J., Jones, D. y Roos, D., 1990. *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates (Macmillan), Nueva York.
- Zuscovitch, E., 1984. *Une Approche meso-économique du progrès technique: Diffusion de l'innovation et apprentissage industriel*. Tesis doctoral, Universidad Louis Pasteur, Estrasburgo.