



Innovación y crecimiento económico

Palabras clave: innovación, crecimiento económico, libre mercado, formación, transferencia de tecnología.

Resumen:

El propósito de este artículo es analizar la relación entre **innovación** y **crecimiento económico**.

En la primera parte de la nota se fundamenta la relación entre innovación y crecimiento económico. **La conclusión que se propone es la relación causal importante entre innovación y crecimiento económico.** También es interesante analizar los sistemas socio-económicos que favorecen el desarrollo de innovación y, en consecuencia, de crecimiento económico. **La conclusión que proponemos es la relevancia de 5 sistemas básicos socio-económicos que favorecen directamente el mayor desarrollo del sistema de innovación:** Libre Mercado, Descentralización y Participación de la población, Formación, Transferencia de Tecnología y protección por Patentes, y Financiación. En la tercera y última parte de este artículo, se resumen ejemplos de gestión del sistema de innovación por determinados países.

La gestión de innovación por las empresas y por las universidades, así como la formación individual para fomentar la capacidad de innovación, serán objeto de otros artículos.

Key words: Innovation, economic growth, free market, training, technology transfer.

Abstract:

The purpose of this note is to analyze the relationship between **Innovation and Economic Growth**. In the first part of the note we underline the relationship between Innovation and Economic Growth. **The conclusion proposed is important causal relationship between Innovation and Economic Growth.** It is also interesting to analyze the socio-economic systems that favor the development of Innovation and, consequently, Economic Growth. **The conclusion we propose is the relevance of five basic socio-economic systems which directly benefit the further development of the Innovation System:** Free Market, Decentralization and people's Participation, Training, Technology Transfer and Patent protection, and Finance.

In the third and final part of this article, we summarize examples of Innovation Management System by certain countries. Innovation Management for companies and universities, as well as individual training for capacity building of Innovation, will be subject to future notes.



José Ramón Aranda

Ingeniero ICAI (promoción 1969).

Master de Economía y Dirección de Empresas IESE.

Consultor de RR.HH.

Relación entre innovación y crecimiento económico

La relación entre innovación y crecimiento económico parece un hecho real para todos los economistas, pero las precisiones y conclusiones de esta relación difieren. En el punto 1 se repasan los conceptos macroeconómicos más relacionados con la innovación. En el punto 2 se presentan hechos (históricos y actuales) que evidencian la relación entre innovación y crecimiento económico. En el último apartado 3 se analizan las precisiones y condicionantes de la relación causal entre innovación y crecimiento económico.

1. Fundamentos macroeconómicos.

La teoría económica más aceptada indica que: (1) Las fluctuaciones a corto plazo del PIB están relacionadas principalmente por fuerzas de la demanda. (2) La tendencia general ascendente del PIB se ve impulsada principalmente por factores relacionados con la oferta, entre los que destacan la innovación y la inversión de capital.

Los dos factores anteriores son claves para el objetivo de acentuar la

tendencia de crecimiento del PIB. Para el problema de finalizar una recesión (ralentización a corto plazo del PIB) será conveniente también fomentar la demanda. Pero las fuerzas relacionadas con la demanda y con la oferta, no son enteramente independientes. Por ejemplo, las nuevas tecnologías en TIC pueden inducir inversiones en capital, por parte de las empresas, y aumentos de gastos por parte de sus clientes.

Un crecimiento de la tendencia del PIB requiere diferentes causas, hoy no hay suficiente consenso para señalar un "primer motor" del crecimiento económico. Pero si se admite que el crecimiento económico se debe a interrelaciones entre varias causas, principalmente la innovación y la inversión en capital (humano y físico). La relación causa-efecto de estas interrelaciones no tiene que producirse en el mismo momento. Un ejemplo clásico, la década de 1930-40 en USA fue, en su mayor parte, años de depresión que coincidieron con importantes avances en la ingeniería química y en la de construcción de obras públicas.

Por último conviene señalar que la relación causal entre innovación y creación de nuevos mercados no es solamente unidireccional. Los mercados de gran demanda favorecen la innovación constante, en cualquier caso la innovación activa tiene que basarse en una demanda duradera de sus productos o servicios.

2. Perspectiva histórica.

Aunque hay diferentes esquemas de historia económica según diferentes autores, hay coincidencia general en resaltar el cambio económico-social que se produce al final del siglo XVIII en Inglaterra. Coinciden en el tiempo y en lugar; la denominada Revolución Industrial y los fundamentos de la Ciencia Económica moderna con Adam Smith. Durante el siglo XIX, estos paradigmas se adoptan por otros países con más o menos éxito, incluso actualmente hay países que tratan de adoptarlos a sus esquemas socio-políticos.

En la era preindustrial hubo numerosos avances tecnológicos, pero no fueron decisivos para incrementar notablemente el PIB por habitante.



Las sociedades anteriores a 1800 conocieron muy diversos niveles tecnológicos, pero su ritmo de innovación era muy bajo en comparación con lo que sucedería después. Se estima que en 1750 la productividad agrícola, en el conjunto de todas las economías, era un 24 % más por hectárea que en la época del Imperio Romano, aunque evidentemente había más hectáreas explotadas que en esta fecha. Tampoco la tecnología minera extractiva y la metalurgia tenían incrementos productivos muy notables en ese período. El transporte sólo había conseguido el avance de las grandes rutas marítimas.

Vamos a ver con detalle dos casos de relación de innovación con crecimiento económico, USA entre 1865-1914 y Europa entre 1945-1992. Finalizaremos con estudio de la relación actual entre innovación y crecimiento económico, a través de la competitividad de diferentes países.

USA, 1865-1900.

En el último tercio del siglo XIX, la rápida industrialización fue el tema dominante en USA. En las décadas de su posguerra civil, USA hizo la transición a la sociedad industrial moderna. En UK, la Revolución Industrial había abarcado un siglo, en USA sólo supuso un tercio de ese tiempo.

¿Cómo fue el crecimiento económico en este período?

Entre 1865 y 1900:

- La producción industrial pasó de 2.000 a más de 13.000 millones \$.
- El capital invertido en la industria fue de 1.000 y 10.000 millones de \$, respectivamente.
- Las personas empleadas en industria, minería y servicios fueron de 4, a más de 18 millones.

Al final del siglo XIX, USA ya producían cerca del 30% de los artículos manufacturados del mundo.

Antes de 1900 los europeos realizaron la mayor parte de los descubrimientos científicos clave para la innovación, pero los americanos los aplicaron con mayor disposición:

- El número anual de patentes creció de 2.000 (década de 1860) a 21.000 (década de 1890).

- Máquina de escribir y máquina sumadora comercializada en 1873 y 1891, respectivamente.

- Telégrafo, en 1866 Cyrus W. Field concluyó con éxito el cable transatlántico, y en 1878 sólo la Western Union tenía 312.000 km de rutas telegráficas. En 1879 la Bell Telephone Company ya había instalado 56.000 teléfonos, y en 1900 USA tenía 800.000, el doble que en toda Europa.

- En 1876, Thomas A. Edison establece el primer laboratorio de investigación, era una "fábrica de inventos" basada en el concepto de equipo de investigación organizado. Produjeron, entre otros, el fonógrafo, baterías de acumuladores, fluoroscopio, lámpara incandescente de filamento de carbón en 1879.

- George M. Westinghouse, en 1886, utiliza la corriente alterna y los transformadores para transmitir la corriente de alto voltaje de forma segura y barata a grandes distancias. Nikola Tesla desarrolla el motor eléctrico en 1888.

Evidentemente la innovación descrita no explica sólo el gran crecimiento económico de USA entre 1865-1900, hay que considerar la enorme inversión de capital que representaron: la puesta en valor económico de todos los territorios del Oeste, la explotación de yacimientos de carbón, hierro, plomo, cobre, manganeso y petróleo y el capital humano de la inmigración, la población en el período indicado pasó de 31 a 76 millones de personas.

Tampoco hay que pretender que el gran crecimiento económico entre

1865 y 1900, significara por sí mismo la "... Justice, insure domestic Tranquility, ..., promote the general Welfare... ", que proclama el preámbulo de la Constitución Federal de los USA de 1787. Junto al crecimiento económico, entre 1865 y 1900, se produjeron: períodos de gran corrupción política, especialmente en el inicio del período, grandes conflictos laborales y huelgas muy violentas, especialmente en el período 1873-1894, y la tendencia monopolística de los "trusts" contra la libre competencia del mercado, que fue combatida por la Ley Antitrust Sherman de 1890.

Europa, 1950-1992.

El crecimiento económico de Europa, en la segunda mitad del siglo XX, es un buen ejemplo que ilustra de la relación entre innovación y crecimiento económico. Pero conviene diferenciar entre dos tipos de crecimiento económico: intensivo y extensivo. Por crecimiento económico extensivo se entiende el crecimiento basado en tecnologías conocidas, se aumenta la producción poniendo más personal, se aumenta la productividad laboral mediante la construcción de más fábricas al estilo de las ya existentes. El crecimiento económico intensivo se refiere, en cambio, al crecimiento por innovación. Europa dependía más del crecimiento económico extensivo antes de 1973, y desde entonces ha pasado a depender más del crecimiento económico intensivo.

El crecimiento económico intensivo se refiere al crecimiento por

Tabla 1. Crecimiento del PIB en distintas regiones de Europa (tasa media de crecimiento compuesto anual)

Región	1950-73	1973-92
Europa del Este (1)	4,7	-0,4
Europa Occidental (2)	4,7	2,2
Europa Meridional (3)	6,3	3,1
Mundo	4,9	3,0

(1) URSS, Bulgaria, Checoslovaquia, Hungría, Polonia, Rumanía, Yugoslavia.

(2) UK, Francia, Alemania, Austria, Dinamarca, Países Escandinavos, Benelux, Italia, Suiza.

(3) Grecia, España, Portugal, Turquía, Irlanda

Fuente: Angus Maddison, Monitoring the World Economy 1820-1992 (Paris: OCDE, 1995)

Tabla 2. 19 indicadores económicos de innovación que se utilizaron en el análisis estadístico

Indicador	Definición
1. Protección de la propiedad intelectual	Calificación de las medidas de protección de la propiedad intelectual incluyendo medidas contra la falsificación
2. Disponibilidad de las últimas tecnologías (encuesta)	Medida en que las últimas tecnologías están disponibles en el país
3. Absorción de tecnología por las empresas (encuesta)	Medida en que las empresas absorben nuevas tecnologías
4. Inversiones directas extranjeras y transferencia de tecnología (encuesta)	Medida en que las inversiones directas extranjeras traen nuevas tecnologías al país
5. Calidad de las instituciones de investigación científica (encuesta)	Evaluación de la calidad de las instituciones de investigación científica: desde muy pobre hasta la mejor internacionalmente en ese campo
6. Colaboración Universidad-Empresa en I+D (encuesta)	Medida en que universidades y empresas colaboran en Investigación y Desarrollo (I+D)
7. Compra pública de productos de tecnología avanzada (encuesta)	Medida en que las decisiones de compra del Gobierno fomentan la innovación tecnológica
8. Leyes relacionadas con las TIC (encuesta)	Evaluación de la leyes del país relacionadas con el uso de tecnologías de la información (comercio electrónico, firmas digitales, protección del consumidor)
9. Acceso a Internet de los colegios (encuesta)	Calificación del nivel de acceso a Internet en los colegios en el país
10. Empresas que invierten en I+D (encuesta)	Medida en que las empresas invierten en I+D: No invierten o invierten fuertemente
11. Capacidad para innovar (encuesta)	Modo en que las empresas obtienen tecnología en el país
12. Disponibilidad de científicos e ingenieros (encuesta)	Medida en que hay disponibilidad de científicos e ingenieros en el país
13. Suscripciones de teléfonos móviles	Suscripciones de teléfonos móviles por cada 100 habitantes
14. Usuarios de Internet	Usuarios de Internet estimados por cada 100 habitantes
15. Ordenadores personales	Número de ordenadores personales por cada 100 habitantes
16. Suscripciones de Internet de banda ancha	Total de suscriptores de Internet de banda ancha fija por cada 100 habitantes
17. Patentes	Número de patentes concedidas entre enero y diciembre de 2008, por millón de habitantes
18. Líneas de teléfono fijo	Líneas de teléfono fijo por cada 100 habitantes
19. Tasa de matriculación en educación de tercer ciclo	Tasa bruta de matriculación en educación de tercer ciclo

innovación, mientras que el crecimiento económico extensivo es el crecimiento basado en las tecnologías conocidas. Por ejemplo, en el período 1945-1973, Europa creció mediante el modo extensivo. Después de 1973 hasta 1992, Europa tuvo que crecer por modo intensivo. Si analizamos lo ocurrido desde 1973 vemos que los países con economía de mercado crecieron a una media anual de 2,2%, mientras que los países con economía centralizada decrecieron a una media de 0,4%. La conclusión parece clara: (1) La aplicación de tecnología conocida, con más recursos de capital, proporciona crecimiento económico hasta que la reserva de conocimiento tecnológico se agota. (2) Después del

crecimiento económico extensivo, sólo la innovación genera más crecimiento económico, las economías de mercado favorecieron la innovación más que las economías planificadas centralizadamente.

Al principio de la segunda mitad del siglo XX, la enorme reserva de conocimiento tecnológico y organizativo acumulado estimuló el crecimiento económico en todo el continente, con independencia de que Europa Occidental tuviera un sistema económico de mercado y la Europa Oriental un sistema económico de planificación centralizada. En Europa Occidental, el crecimiento económico se debió, además de la reserva de conocimiento tecnológico, por la oferta elástica de

trabajadores (refugiados del Este, repatriados de las colonias, subempleo en las zonas agrícolas) susceptible de ser añadida a la mano de obra industrial sin aumentar la presión sobre los salarios. En Europa Oriental, los gobiernos decidían cuántas fábricas se construían, dirigían a los bancos para movilizar los recursos financieros, y limitaban el consumo a lo que sobraba.

Una vez agotada, en los dos sistemas económicos, la reserva tecnológica, Europa Occidental utilizó los resultados de su esfuerzo innovador anterior. Durante los años 60, los gobiernos europeos occidentales dedicaron inversión en I+D, a los sectores modernos basados en la ciencia y en la investigación aplicada relevante

para su base industrial existente. De esta forma se situaron mejor para la transición hacia el crecimiento económico intensivo y para resolver las sucesivas crisis económicas que soportaron: incremento del precio del petróleo y presión inflacionaria, en los años 70 y 80.

En la Europa Oriental de planificación centralizada, la estrategia del crecimiento económico extensivo (emplear más capital) topó con rendimientos decrecientes. Las limitaciones de la planificación centralizada no permitían tomar en cuenta la compleja funcionalidad interna de una moderna economía industrial.

Análisis estadístico de la relación entre innovación tecnológica y competitividad por países. 2012.

Últimamente se han desarrollado análisis estadísticos que confirman la relación entre innovación y competitividad y/O CE. Mónica García-Ochoa (Universidad Complutense), Nuria Bajo (Universidad Autónoma Madrid) y María L. Blázquez (IESE Business School) analizaron la innovación y la competitividad en 57 países, llegando a las conclusiones siguientes:

- Los 57 países se pueden clasificar en cinco grupos que muestran un comportamiento competitivo y de innovación homogéneo dentro de cada grupo. Cada grupo se caracteriza por

distintos niveles de competitividad y de innovación tecnológica. Este análisis se presenta en detalle más adelante, en ejemplos de Gestión de la innovación.

- Se comprueba que existe una relación directa entre la capacidad de innovación y la Competitividad entre los países que forman los distintos grupos. La ecuación de regresión ofrece un buen ajuste a la nube de puntos, $R = 0,918$ y nivel de significación = 0,00.

El método del análisis se basó en: un estudio empírico apoyado en los indicadores de innovación publicados en el Global Competitiveness Report (CGR) 2009-2010 y en el Índice de Competitividad que elabora el International Institute for Management Development (IMD, 2010), y en un análisis de regresión para examinar la relación entre las variables de innovación tecnológica y la variable de competitividad, indicadas anteriormente.

3. Condiciones en la relación entre innovación y crecimiento económico.

En el propósito inicial se indica que la conclusión de este artículo es manifestar la relación causal importante entre innovación y crecimiento económico. Se ha precisado: (1) Se entiende por crecimiento económico su tendencia en el tiempo, no sus fluctuaciones. (2) Puede haber crecimiento económico apoyándose en

innovación ya existente e inversión de capital, aunque este crecimiento económico se agotará cuando se agote la bolsa de innovación. (3) El desarrollo de la innovación es necesario para garantizar una tendencia continua de crecimiento económico.

Además es conveniente comentar otros factores económicos necesarios para lograr una tendencia continuada de crecimiento económico:

- La inversión de capital. R. Slow, premio Nobel, estimó en 1957 que el crecimiento económico de USA procedía en un 87% de la innovación, el porcentaje restante de la Inversión de Capital. Otro economista G Clark estima que la innovación es la responsable en un 75% del crecimiento económico global de los 250 años últimos.

- El comercio internacional. Aunque ya existía antes del siglo XVIII, es clave para el crecimiento económico. La apertura de un estado al comercio internacional y la desaparición de sus barreras arancelarias contribuyen a su crecimiento económico. Los beneficios de la desaparición de las barreras al comercio fue la razón para la creación de la Unión Europea, ahora es el argumento para alcanzar el acuerdo en la negociación TAFTA, en inglés "Transatlantic Trade and Investment Partnership" (TTIP), entre Usa y la Unión Europea.

Lamentablemente, desde el punto de vista social, el desarrollo de la innovación viene acompañado por un fenómeno de "destrucción creativa" de capital y de puestos de trabajo, que ha sido necesaria para que la innovación contribuya a la tendencia continua de crecimiento económico. Hasta ahora se ha confiado en que los nuevos mercados que se crean por la innovación proporcionan más puestos de trabajo que los que destruía, de esta forma el desempleo creado era pasajero. Hay razones para creerlo así hasta ahora: Entre 1760 y 1860 los salarios reales de los trabajadores ingleses no especializados crecieron más rápidamente que el PIB per cápita, a pesar de todos los puestos que desaparecieron por los avances de innovación.

Pero en la actualidad hay dudas de que los avances de innovación propi-



ciados por las TIC puedan crear tantos puestos de trabajo como se suprimen. El MIT (Massachusetts Institute of Technology) siempre ha defendido las ventajas de la era digital. Pero últimamente McAfee A. y Brynjolfsson E., dos profesores del MIT Center for Digital Business, están revisando su primer optimismo. A pesar de los millones de puestos de trabajo creados por las empresas TIC, McAfee afirma que “la lista de actividades en las que las personas son mejores que las máquinas está disminuyendo rápidamente”.

En USA, la primera década de este siglo terminó con una pérdida neta de puestos de trabajo, a pesar de que el PIB per cápita fue 33% superior al de 20 años antes. La regla de que un crecimiento del 3% del PIB implicaba 1% de crecimiento del empleo, ya no es válida. Google está experimentando un coche sin conductor; ¿cuántos puestos de conductores de autobuses, camiones, taxis, etc., pueden desaparecer?

Análisis de los sistemas socio-económicos que favorecen el desarrollo de innovación

En la primera parte del artículo hemos analizado la relación entre innovación y crecimiento económico considerando los factores económicos que intervienen en la relación entre ambas. La principal conclusión es que, desde finales del siglo XVIII, el desarrollo de innovación es necesario para garantizar una tendencia continua de crecimiento económico.

Posteriormente, hemos tratado de analizar los sistemas socio-económicos básicos, que favorecen el desarrollo de innovación. La conclusión que se propone es la existencia de cinco sistemas socio-económicos básicos, que favorecen directamente el desarrollo de innovación, y que trabajan en parte como subsistemas del Sistema de innovación. Fomentar y facilitar estos sistemas socio-económicos redundará en crecimiento de la innovación. Estos cinco sistemas son: Libre Mercado, Descentralización económica y Participación de la mayoría de la población, Formación, Transferencia de Tecnología y Protección por Patentes, y Financiación. A continuación se ex-



plican los cinco sistemas y su relación con la innovación.

1. Sistema de libre mercado. Las decisiones de innovación (inversiones y precios) se toman por inversores, empresarios y consumidores

La experiencia demuestra que la innovación se desarrolla mejor si las decisiones de inversiones y precios se toman por inversores, empresarios y consumidores. Estos sistemas de “Libre Mercado” (tanto la versión radical de USA, como la Economía Social de Mercado de Europa, concretamente de Alemania) establecen, de forma natural, incentivos a la innovación y penalizaciones a las empresas que no innovan suficientemente. Pero el funcionamiento del libre mercado como sistema para fijar precios y decidir inversiones, necesita de una autoridad que supervise su funcionamiento para evitar casos de trust, monopolios, corrupción, etc., que distorsionan el funcionamiento del libre mercado para decidir eficientemente precios e inversiones. Deben existir sistemas, legislación, etc., para evitar la concentra-

ción de poder económico en pocos agentes empresariales.

2. Sistema económico descentralizado. La participación de la mayoría de la población.

Para desarrollar innovación conviene que: las personas pueden crear las empresas que quieran y que la participación de la gran mayoría de la población en actividades económicas que aprovechan su talento y habilidades y la posibilidad de que cada persona pueda elegir el trabajo que desee. Si una élite de ciudadanos concentra el poder económico, así como político y el judicial, actuará para defender sus privilegios y no tendrá incentivos para innovación.

La participación de la mayoría de ciudadanos va unida a una mayor descentralización de las actividades económicas. De la misma forma, suele ser más eficiente la gestión descentralizada de la innovación que la centralizada.

3. Sistema de formación.

El nivel de la educación, las habilidades, las competencias y el saber hacer de la población, están directamente



relacionados con la innovación y la eficiencia de las inversiones de capital humano. Las personas deben disponer de igualdad de oportunidades para su formación. El papel investigador de las universidades, y sus relaciones con las empresas, es importante para la innovación.

4. Sistema de transferencia de tecnología y protección por patentes.

La innovación es un bien público, pero su difusión debe premiar a las personas, instituciones (públicas y privadas) y empresas que realizaron el esfuerzo para lograr la innovación. Los desarrolladores de los avances en innovación deben poder vender, o ceder licencias, de su innovación a otras personas, instituciones y empresas que se lo demanden. Es necesario que esta transferencia de tecnología esté regulada y promovida en la sociedad. El Registro de la Propiedad Intelectual tiene un papel importante para el desarrollo de innovación.

Solamente las personas que disfruten del derecho a tener propiedad privada estarán dispuestas a innovar,

invertir, aumentar la productividad, etc. Los derechos seguros de propiedad para la mayor parte de la población, favorecerán la innovación. Es necesario un sistema jurídico imparcial y servicios públicos del Estado, o privados coordinados por el Estado, que proporcionen igualdad de condiciones en los que las personas puedan realizar intercambios y firmar contratos. También un marco fiscal equitativo, y sin modificaciones arbitrarias, es un elemento importante para la seguridad de la propiedad privada.

5. Sistema de financiación.

Para el desarrollo de innovación es necesario contar con financiación específica para las empresas, especialmente las creadas a partir de una idea de negocio, o de un proyecto innovador. En determinados casos las Administraciones Públicas pueden concentrar los recursos de que disponen en determinados sectores económicos, pero siempre con el objetivo de favorecer a la generalidad de la población.

A pesar de su relevancia, no se han incluido entre los sistemas socio-económicos que favorecen el desarrollo

de innovación a dos instituciones que numerosos autores han propuesto: las instituciones políticas liberales y democráticas, y los valores sociales del cristianismo reformado del siglo XVI.

Sobre la relevancia de las instituciones políticas, ya antes de Adam Smith hubo autores que las destacaron. Por ejemplo, N. Maquiavelo en sus "Discursos sobre la primera década de Tito Livio" de 1521, afirma: "se ve por experiencia que las ciudades nunca aumentan su dominio y sus riquezas sino cuando viven en libertad... todas las tierras y provincias que viven libres, en todas partes, hacen enormes progresos... el pueblo es más prudente, más estable y tiene mejor juicio que un príncipe". Actualmente autores como D. Acemoglu y D. North destacan la relación entre crecimiento económico y las Instituciones Políticas liberales y democráticas.

Sobre la relevancia de los valores sociales del cristianismo reformado del siglo XVI, es capital la obra de M. Weber, "La ética protestante y el espíritu del capitalismo". Pero el mismo autor pide, al final de su obra, que ésta no se interprete como que el espíritu

del capitalismo sólo se encuentra en los valores sociales protestantes.

Suponemos que las instituciones políticas liberales y a los valores sociales protestantes, favorecen la creación y desarrollo de los cinco Sistemas socio-económicos citados como directamente favorecedoras de innovación, pero no son las únicas instituciones que pueden hacerlo. Un ejemplo cercano: la innovación y el crecimiento económico de España entre 1959-1977 no coincidieron con instituciones políticas liberales ni democráticas, ni la influencia de los valores sociales protestantes era relevante. Pero de alguna forma, en España en ese período, se desarrollaron algunas de los cinco sistemas socio-económicos indicadas en este artículo.

Sistema de innovación y ejemplos de países

En este apartado del artículo tratamos de presentar ejemplos que concretan conceptos de las dos partes anteriores. Primero se presenta el concepto de "sistema de innovación", para después poner ejemplos de países y de cada uno de los cinco sistemas socio-económicos que favorecen directamente la innovación. La conclusión que se propone es la conveniencia, para la mayoría de los países, de aprovechar las experiencias, éxitos y fracasos, de los países más avanzados en innovación.

1. Sistema de innovación

El concepto de sistema de innovación hace referencia al conjunto de instituciones, y sus interrelaciones, que contribuyen a la dinámica del proceso de innovación. Por lo tanto son un sistema de instituciones interconectadas, para crear, almacenar y transferir conocimiento, habilidades, etc. Referido a un país, son los sistemas constituidos por:

- Las organizaciones e instituciones, como las empresas, universidades, organismos públicos, unidades de enlace, etc.
- Factores de oferta a la innovación, las estrategias de gestión, el conocimiento y la disponibilidad de capital riesgo.
- Factores de demanda a la innova-

ción, los resultados de la innovación valorados por la sociedad, tales como la calidad, la seguridad, la adaptabilidad y la eficiencia de la innovación.

2. Comparación entre países

En el análisis estadístico (García-Ochoa, Bajo y Blázquez) citado anteriormente, se realizó el análisis clúster de países por su innovación, con los resultados que se aprecian en la Tabla 3.

Describimos a continuación los 3 primeros grupos, donde están la mayoría de los países de la Unión Europea (en adelante UE) y USA

- **Mejores:** Estos países presentan los mejores resultados junto con el grupo 2 en 15 de las variables citadas en el análisis (ver Tabla 2). Los % superiores a la media entre el 12% (7. Compra pública de productos de tecnología avanzada) y el 118% (17. Patentes). En la variable de competitividad IMD, obtiene un resultado de 84,05, un 23% por encima del valor medio y prácticamente igual que el grupo 2 que es el mejor en esta variable.
- **Buenos:** Este grupo obtiene los mejores resultados en 4 variables: 1. Protección de la propiedad intelectual (+29% superior a la media), 4. Inversiones directas extranjeras y transferencia de tecnología (+8%), y 8. Leyes relacionadas con las TIC (+15%). Situándose el resto de las variables, ex-

cepto en la variable 13. Móviles, en segunda posición y siempre por encima de los valores medios. Los resultados de los grupos 1 y 2 indican que los países que forman estos dos grupos son los más avanzados en innovación, como lo muestran sus 19 variables y esto se refleja en su nivel de competitividad.

- **Medios.** Este grupo se sitúa en la tercera posición en todas las variables excepto en la variable 13. Móviles donde obtiene el mejor resultado con un 4,96 y un 19% por encima de la media. En el resto de las variables sus resultados no varían en más del 10% de los valores medios excepto en la variable 15. Ordenadores personales (-18%) y en la 17. Patentes (-45%).

Por lo tanto, procede a comparar el funcionamiento de la innovación en USA y la UE para conocer los mejores ejemplos del funcionamiento de Instituciones para la innovación.

Como conclusión de las cifras indicadas, parece interesante conocer el funcionamiento en USA de los cinco sistemas socio-económicos básicos que favorecen directamente la innovación.

3. Libre mercado.

El funcionamiento de la libertad de mercado es de sobra conocido en USA. Veremos detalles sobre el fun-

Tabla 3. Análisis clúster de países por su innovación

Mejores (1)	Buenos (2)	Medios (3)	Mediocres (4)	Peores (5)
Alemania	Australia	Eslovenia	Brasil	Argentina
Corea del Sur	Austria	España	Chile	Bulgaria
Dinamarca	Bélgica	Estonia	China	Croacia
USA	Canadá	Hungría	Colombia	Grecia
Finlandia	Francia	Lituania	Eslovaquia	Italia
Islandia	Holanda	Malasia	Filipinas	Rusia
Israel	Hong Kong	Portugal	India	Ucrania
Japón	Irlanda	Qatar	Indonesia	Venezuela
Noruega	Luxemburgo	Chequia	Méjico	
Suecia	Nueva Zelanda		Perú	
Suiza	UK		Polonia	
Taiwán	Singapur		Sudáfrica	
			Turquía	

Tabla 4. Resumen de un estudio de la Comisión Europea de 2006

INSTITUCIÓN	Indicador	UE	USA
MERCADO	Gasto público en innovación (% PIB)	0,6	0,7
	Gasto empresarial en innovación (% PIB)	1,2	1,9
	Gasto en innovación en el sector TIC (% PIB)	6,4	6,7
	Exportación tecnología (% total exportaciones)	18,4	26,8
FORMACIÓN	Nuevos graduados en Ciencia y Tecnología (%)	1,3	1,0
	Población educación superior (% toda población)	22,8	38,4
	Empleo en empresa tecnológica (% total empleo)	6,7	3,8
PROPIEDAD	Solicitud patentes OEP (por millón de habitantes)	137	143
	Concesión patentes USPTO (millón habitantes)	51	277

cionamiento de las empresas USA en innovación.

La inversión en innovación de las empresas supone cerca del 70% del gasto total. La mitad de esta inversión se realiza por empresas grandes. Pero las empresas pequeñas invierten más en proporción a sus ventas. Si estimamos el "Esfuerzo en innovación" (cociente entre la inversión en innovación y las ventas netas): Empresas con menos de 100 empleados (9%), empresas entre 100 y 1.000 empleados (5,5%), y empresas de más de 1.000 empleados (3%). El Sistema de innovación en USA fomenta el acceso de las pequeñas empresas a los fondos públicos.

La distribución de la inversión em-

presarial en innovación por sectores se concentra, el 80% del total de sectores, en 4 sectores: TIC, 35% (sin considerar la investigación de software que hacen empresas de otros sectores). Los otros tres sectores mayoritarios en innovación son: Automóvil, Farmacia más Química, y Aeroespacial más Defensa (este último con aportación de fondos públicos cercanos al 50%).

En cuanto a la Gestión de innovación por las empresas americanas se tiende a: contratación externa (subcontratación), alianzas inter-empresariales, e internacionalización (las empresas americanas invierten en proyectos de innovación fuera de USA, principalmente en Europa).

4. Sistema económico descentralizado. La participación de la mayoría de la población.

La gestión de innovación en USA es muy descentralizada y realizada por instituciones no gubernamentales, más del 70% del presupuesto federal de innovación de USA se destina a proyectos realizados fuera de la Administración.

A nivel federal existen cinco agencias principales: Defensa, Salud, Energía, NASA y Fundación Nacional de Ciencia (con un espectro amplio de áreas científico-tecnológicas). Estas cinco agencias concentran más del 85% del presupuesto federal de innovación. Su presupuesto se destina a laboratorios federales, centros innovación ajenos, pero financiados con fondos federales, y proyectos concretos ejecutados por universidades, empresas, hospitales e instituciones sin ánimo de lucro (denominados FFRDCs).

También algunos estados de USA cuentan con sus propios programas de innovación para: departamentos estatales, agencias independientes de ciencia y tecnología y universidades u otras entidades sin ánimo de lucro.

Los FFRDCs forman una red de 36 centros repartidos por el territorio USA. Su gestión es responsabilidad de universidades, de organizaciones sin ánimo de lucro y, en menor cuantía, de empresas.

Finalmente hay que reseñar Programas Públicos. Entre los más importantes están los de "Ayudas específicas



para el desarrollo de innovación en empresas con menos de 500 empleados". Concretamente los programas de ayudas a empresas con menos de 500 empleados aportan:

- Soluciones de financiación en las primeras etapas de innovación.
- Estimulan la creación de empresas con vocación innovadora, a menudo procedentes de la universidad.
- Exigen controles científicos y comerciales muy rigurosos.
- Subvencionan con importes limitados en tiempo y cuantía.
- Logran una relación coste-eficacia muy alto, porque fomenta la comercialización de los resultados mediante contratos públicos o ventas en el sector privado.

La descentralización de la innovación en USA es de gestión, no es geográfica. Hay dos polos importantes de especialización: la mitad de la innovación relacionada con las TIC se ejecuta en California, Massachusetts y Texas, mientras que New Jersey y Pennsylvania concentran las dos ter-

ceras partes de la innovación total en el sector químico.

5. Formación.

Las universidades USA se responsabilizan del 14% del gasto en innovación, donde se incluye más del 50% de la investigación básica de USA. Las universidades reciben el 22% de los fondos federales.

De cada tres empleados en innovación, dos desempeñan su labor profesional en empresas. En universidades trabajan el 16% y en el Gobierno 13%. Pero los investigadores con título de doctor trabajan preferentemente en universidades.

Cerca de 2/3 de los artículos de investigación citados en las patentes registradas por empresas estadounidenses, provienen de investigaciones llevadas a cabo en universidades prestigiosas e instituciones afines.

En los últimos años hay un crecimiento exponencial de patentes registradas y de empresas creadas a partir de proyectos universitarios (spin-off).

6. Transferencia de tecnología y protección por patentes.

Desde la década de 1980, USA impulsó legalmente la transferencia de innovación: cada laboratorio federal debe gastar un % determinado en actividades de transferencia; se permite mantener la titularidad de los inventos financiados con fondos federales y, al mismo tiempo, conceder licencias sobre sus inventos a las empresas; y se promueven acuerdos de innovación cooperativos entre laboratorios federales y empresas, así como joint-ventures de innovación.

Las "Oficinas de Transferencia de Tecnología" tienen un papel destacado. Pueden darse hasta cinco tipos de estas oficinas:

- Oficina de la institución de investigación, que gestiona la cesión de licencias a terceros.
- Entidad externa que gestiona la explotación de la propiedad intelectual en nombre de la universidad.
- Unidad de desarrollo de negocios para crear y reforzar relaciones de



todo tipo entre universidad y empresas.

- Unidad de desarrollo de negocios integrada con la función de gestión de licencias con el fin de incrementar la financiación industrial de la investigación.
- Oficina que reporta en el ámbito de un parque científico financiado y gestionado por una universidad con el fin de atraer y retener empresas en dicho parque, utilizando para ello la cesión de licencias.

También es importante la colaboración amplia entre laboratorios federales y las empresas. Ambas pueden compartir sus recursos e intercambiar experiencias bajo la condición de que la empresa sea titular de la propiedad intelectual de los resultados o explotarlos de manera exclusiva.

La protección de la propiedad privada es una de las bases del sistema político-social de USA. A pesar del impulso, en los últimos años, a la trans-

ferencia de tecnología, su sistema de patentes favorece la protección de los resultados de la investigación. En USA el número de patentes solicitadas crecen de forma continua.

7. Financiación

El "capital riesgo" se desarrolló en USA para financiar proyectos de innovación. Últimamente se ha especializado en tres tipos de financiación según la finalidad de los proyectos de innovación: despegue, semilla y expansión.

Los incentivos fiscales a la innovación consisten en una deducción que se aplica a la carga tributaria anual de la empresa. Pueden darse diferentes tipos de incentivos fiscales por innovación: (1) Deducción del 20% aplicado sobre el gasto anual de innovación que supere una base mínima previamente determinada. (2) El sistema alternativo incremental, a diferentes tramos de incrementos de inversión en innovación se aplican porcentajes

de deducción diferentes. (3) Sistema alternativo simplificado, a partir de 2007, supone una deducción del 12% de los gastos de innovación que superen el 50% de la media de gastos de innovación correspondiente a los 3 ejercicios anteriores.

Otro ejemplo, en 1996 Israel lanzó los fondos YOZMA, destinando una inversión total de 100 millones de \$: 80 millones a repartir entre 10 fondos de inversión (8 millones para cada uno) enfocados en sectores de alta-tecnología, y los 20 millones restantes para inversiones adicionales. Para formar un fondo YOZMA era necesario cumplir una serie de requisitos: aportar al menos 12 millones de dólares, invertir en sectores de alta tecnología, e involucrar a un socio extranjero con experiencia y conocimiento. Todos eran gestionados por iniciativa privada y podrían comprar la participación del estado a coste, dando así incentivos al cre-



cimiento. Como resultado se consiguió generar una gran industria de capital riesgo en Israel, creciendo entre 1996 y el 2002 a un 55 % anual. Actualmente, Israel es el segundo país con más empresas en el NASDAQ.

Resumen de conclusiones

1. La teoría económica más aceptada indica que: (1) Las fluctuaciones a corto plazo del PIB están relacionadas principalmente por fuerzas de la demanda. (2) La tendencia general ascendente del PIB se ve impulsada principalmente por factores relacionados con la oferta, entre los que destacan la innovación y la inversión de capital. Aunque los efectos de esta relación causal, entre innovación y crecimiento económico, pueden diferir en el tiempo.

2. Conviene señalar que la relación causal entre innovación y creación de nuevos mercados no es solamente unidireccional. Los mercados de gran demanda favorecen la innovación constante. En cualquier caso la innovación activa tiene que basarse en una demanda duradera de sus productos o servicios.

3. Hay que precisar entre dos tipos de crecimiento económico: intensivo y extensivo. El crecimiento económico intensivo se refiere al crecimiento por innovación. Por crecimiento económico extensivo se entiende, en cambio, el crecimiento basado en tecnologías conocidas, se aumenta la producción poniendo más personal, se aumenta la productividad laboral mediante la construcción de más fábricas al estilo de las ya existentes.

4. Las tres conclusiones anteriores tienen un soporte experimental: en un análisis estadístico de 57 países, en 2012, se ha comprobado que existe una relación directa entre la capacidad de innovación y la competitividad. La ecuación de regresión ofrece un buen ajuste a la nube de puntos, $R = 0,918$.

5. Lamentablemente, desde el punto de vista social, el desarrollo de la innovación viene acompañada por un fenómeno de "destrucción creativa" de capital y de puestos de trabajo, que ha sido necesaria para que la



innovación contribuya a la tendencia continua de crecimiento económico. Hasta ahora se ha confiado en que los nuevos mercados, que se crean por la innovación, proporcionan más puestos de trabajo que los que destruí, de esta forma el desempleo creado era pasajero. Pero en la actualidad hay dudas de que los avances de innovación propiciados por las TIC puedan crear tantos puestos de trabajo como se suprimen.

6. Hay cinco sistemas básicos socio-económicos que favorecen directamente el mayor desarrollo del sistema de innovación. Estos cinco sistemas, que trabajan en parte como subsistemas del Sistema de innovación, son: libre mercado, descentralización y participación de la población, formación, transferencia de tecnología y protección por patentes y financiación.

7. Sería conveniente aprovechar las experiencias, éxitos y fracasos, de los países más avanzados en innovación, para que los otros países diseñen e implementen su sistema de innovación. ■

Referencias

- Acemoglu y Robinson. Por qué fracasan los países. Deusto.
- Aramberri J. Varios artículos referentes a la innovación. Revista de Libros.
- Banegas J. La innovación Tecnológica. Foro de la sociedad civil.
- Blanning y Fulbrook. Europa desde 1945. Crítica.
- Bloomberg. Global Innovation Index. Bloomberg.
- Clark G. A farewell to Alms. Princeton University Press.
- CDTI. El Sistema de innovación de Estados Unidos. CDTI.
- Desai M. Marx's Revenge. Verso.
- FEDEA y McKinsey&Company. Una agenda de crecimiento para España. FEDEA
- García Ochoa, Bajo y Blázquez. La innovación Tecnológica como variable determinante en la competitividad de los países. Revista de Economía Mundial 31.
- Jones M.A. Historia de USA. Cátedra.
- Madrick J. Why Economies Grow. Basic Books.
- North, Wallis, and Weingast. The Natural State: The Political-Economy of Non-Development.
- Porter M. The competitive advantage of nations. Free Press.
- Weber M. La ética protestante y el espíritu del capitalismo. Alianza.