

---

# LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, HOY LAS TIC, MOTOR DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO EL CASO ESPAÑOL

**JESÚS BANEGAS NÚÑEZ**

Doctor en Ciencias Económicas,  
Ingeniero, empresario.

Tuvieron que pasar casi doscientos mil años para que el ser humano nacido en África cambiase muy lentamente su vida: de cazador y recolector de nuevas presas y frutos, a campesino y ganadero. Hará unos diez mil años que el hombre abandonó su vida nómada para asentarse en llanuras productivas —el inicialmente denominado Creciente Fértil o

Mesopotamia—, donde pudo desarrollar la agricultura, domesticar animales y criar ganado. De este modo, su esperanza de vida comenzó a ensancharse y, por primera vez en la historia, pudo programar el futuro organizando las primeras comunidades sociales. Por aquel entonces el mundo estaba habitado por unos cuatro millones de personas, la mayor parte de las cuales se dedicaban a producir alimentos.

Doscientos años antes del comienzo de nuestra era, en tiempos de los romanos, cuando la población mundial era de unos doscientos millones de habitantes y la esperanza de vida en torno a los veinticinco años, Quintus Septimus Florens Tertullianus (1) planteó —adelantándose casi un milenio a Thomas

Malthus— el problema de la escasez de alimentos en relación con la población. ¿Qué hizo posible que el mundo escapara de esta especie de maldición malthusiana? A la luz de las modernas investigaciones, la respuesta no ofrece dudas: la innovación tecnológica y las instituciones sociales que la amparan.

Entre los hechos históricos clave que explican por qué hemos llegado al mundo de hoy, uno es de origen español: el descubrimiento de América. El suceso en sí ya fue consecuencia de los avances tecnológicos de la época —navegación transoceánica y armas de fuego—, amén de los gérmenes(2) involuntariamente transportados por los españoles y que diezmaron la población aborígen.

El aumento de la productividad agrícola posibilitó la creación de ciudades merced a las «sobras del campo», el aumento del conocimiento por la liberación de más personas dedicadas al pensamiento e incluso llegó a soportar «alimentariamente» la primera Revolución Industrial, que tuvo mucho que ver con la extensión del cultivo del maíz y la patata, dos productos de origen americano.

El mundo físico es hoy como hace diez mil años; lo que ha cambiado es la acumulación de conocimiento —muy lenta a lo largo de casi toda la historia y explosiva durante los últimos dos siglos— convertida en innovación tecnológica.

### EVOLUCIÓN DE LA RIQUEZA ↓

Desde el comienzo del Imperio Romano hasta el siglo XVIII, un período de casi dos milenios, las condiciones de vida apenas mejoraron. Los franceses, en los tiempos de Napoleón, vivían, comían y vestían de parecida manera que los romanos de la época de los césares (3). A pesar del enorme progreso intelectual operado en el Renacimiento, el panorama humano de entonces era desolador, con una esperanza media de vida de 27 años para el hombre y 24 para las mujeres; la gente apenas se alejaba 10 kilómetros de su lugar de nacimiento a lo largo de toda su vida; casi nadie sabía leer ni escribir; ni en qué hora, día, mes o año era en el que vivían (4).

Recientemente hemos podido reconstruir el pasado económico y, gracias al encomiable trabajo de Angus Maddison (5), hoy podemos conocer con bastante precisión la evolución de la población, su esperanza de vida y la riqueza del mundo a lo largo de la historia. A tal respecto, merece la pena recordar al-

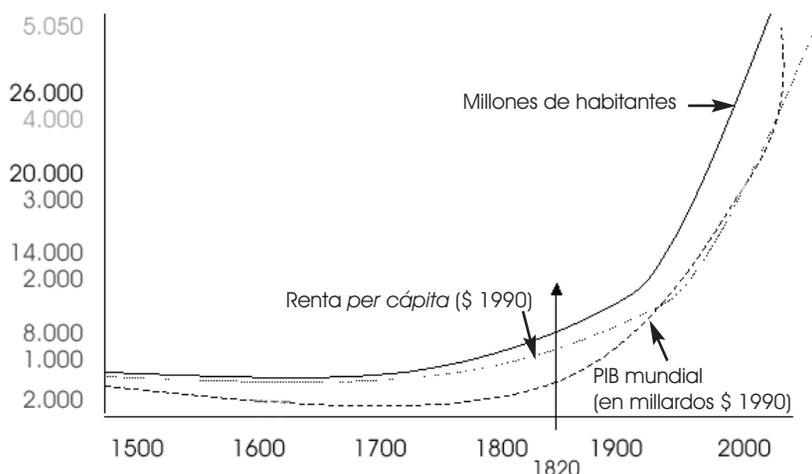
go poco conocido pero relevante a la hora de tratar con rigor el origen y la naturaleza de la creación de la riqueza.

Desde que Adam Smith (1776) inaugurara convencionalmente la ciencia económica con su tratado acerca de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones, una importante preocupación de los economistas ha estado relacionada con el hallazgo —metafórico— de la fórmula magistral del crecimiento económico. La doctrina económica clásica, a la hora de analizar y determinar cómo se producía el crecimiento, estableció unos modelos que adolecían de contrastabilidad empírica, es decir, no eran falsables —en términos popperianos eran formulaciones metafísicas— porque no existían datos históricos que permitieran contrastar la teoría con la realidad.

No fue hasta después de la segunda Guerra Mundial que las tablas input-ouput y la contabilidad nacional (6) tomaron carta de naturaleza y permitieron medir el producto interior bruto, inicialmente de Estados Unidos, después de Europa y más tarde del resto del mundo. Aunque parezca un tanto increíble, conceptos hoy tan populares como PIB, su crecimiento y la renta *per cápita* no existieron hasta hace poco más de medio siglo.

Si echamos la vista a atrás y observamos —con los datos de Maddison— cómo ha evolucionado a lo largo de la historia la población, la riqueza y, por tanto, el bienestar de la gente, (gráfico 1) las conclusiones que se obtienen son concluyentes.

- ✓ En el período 1500-1820, la población mundial creció a una tasa acumulativa anual del 0,29 %, frente a un 0,95% —es decir, más del triple— de 1820 hasta nuestros días.



**GRÁFICO 1**  
**EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y DE LA RIQUEZA**

FUENTE: Angus Maddison (1995).

- ✓ La riqueza económica o, lo que es lo mismo, el PIB mundial, pasó de una tasa anual de crecimiento del 0,33% en el período previo a la primera Revolución Industrial, a una posterior del 2,17%, lo que significa ni más ni menos que 6,57 veces más de crecimiento anual.
- ✓ La obvia y más importante consecuencia que se deriva de los hechos descritos es que la renta *per cápita* —la riqueza que de verdad importa— apenas sí creció un 0,04% entre 1500 y 1820, para saltar al 1,21% —treinta veces más cada año!— desde entonces para acá.

Se pueden entender mejor ahora las afirmaciones históricas anteriores. Efectivamente, hasta comienzos de la primera Revolución Industrial, el bienestar económico apenas sí mejoró ni tampoco las condiciones de vida de la gente. La relación causal entre innovación tecnológica y crecimiento económico, apenas esbozada por Schumpeter al tiempo que concebía su genial tesis de la «destrucción creativa», sólo fue formulada doctrinalmente hace medio siglo, lo que no quiere decir que antes de 1820 no existiera innovación tecnológica; solo que no apalancó suficientemente los procesos de creación de riqueza.

#### FUNDAMENTOS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ↓

Como consecuencia de la ausencia de datos que permitieran contrastar las teorías, el análisis del crecimiento económico languideció por mucho tiempo y, durante décadas, los economistas se interesaron más por el comportamiento del ciclo económico que por el origen de la riqueza (7).

En 1956, un seminal artículo de Robert Solow —luego laureado con el premio Nobel— publicado en *Quarterly Journal of Economics* con el título «A contribution to the theory of economic growth», estableció un punto y aparte y puso de nuevo de moda, esta vez sobre la base de la contrastabilidad de su teoría, el crecimiento económico. En el modelo de Solow, la empresa es el primer actor del crecimiento; la función de producción depende de la tecnología y el mercado se supone perfecto. El exceso de producción sobre el output que resulta proporcional a los inputs se atribuye al avance tecnológico. Pues bien, la contrastación empírica aplicada a EE.UU. puso de manifiesto que más de tres cuartas partes de su crecimiento provenía históricamente de la innovación tecnológica (8).

Si se analiza desde una perspectiva histórica el crecimiento económico, tanto en la primera Revolución Agrícola como en las siguientes revoluciones industriales, se observa que estuvo sustentado, según la acreditada tesis de North (1981), en una considerable aceleración de la tasa de innovación; hasta el punto de que, en todos los casos, el aspecto más rele-

vante de los cambios económicos acontecidos vino a ser la inflexión en la curva de oferta del nuevo conocimiento.

Si la primera revolución económica creó la agricultura y la civilización, la segunda posibilitó una oferta elástica de nuevo conocimiento, como consecuencia del «matrimonio» entre ciencia y tecnología, que cambiaron la faz del mundo. El crecimiento sin precedentes del *stock* de conocimiento durante la Revolución Industrial, produjo un cambio en el estándar de vida sin paralelo posible en el pasado (gráfico 2).

Siguiendo «The Timetables of Technology», que describe sintética y cronológicamente las más significativas invenciones que han jalonado la historia, es claramente perceptible la progresiva aceleración del movimiento tecnológico durante los últimos dos siglos. Desde el remoto pasado hasta la Revolución Industrial y aunque Joel Mokyr (1990) encontrase multitud de interesantes invenciones instrumentales, prácticamente ninguna de ellas apalancó suficientemente la economía ni el progreso social, que fue casi inexistente por milenios.

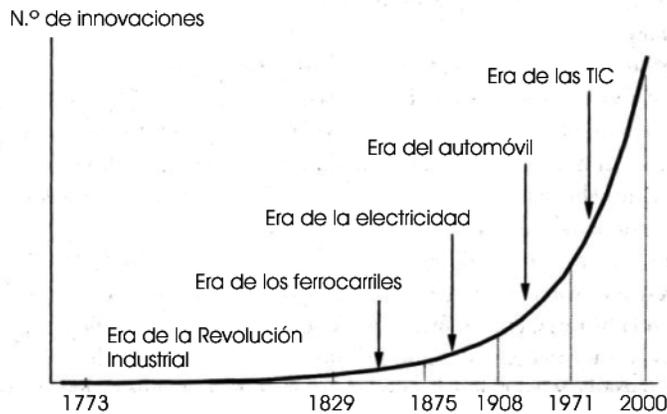
La Revolución Industrial que, quizás arbitrariamente, se supone nació en 1733 con la invención del telar de lanzadera volante, abre la época del verdadero progreso económico y social que hemos venido viviendo hasta hoy. La máquina de vapor y los ferrocarriles prosiguieron el inicial empuje de la Revolución Industrial, para continuar con la era del acero, la de la electricidad y la ingeniería pesada, a la que seguiría la ola tecnológica asociada al petróleo, el automóvil y la producción en masa. Finalmente, con la invención del transistor, seguida por el chip, se entra en la actual era de la información y la comunicación.

Si se compara la evolución de la renta *per cápita* en el mundo, a lo largo de la historia, con el desarrollo tecnológico (representado por el número de innovaciones que se han sucedido a lo largo del tiempo), el paralelismo no puede ser más evidente.

Como consecuencia de su monumental análisis empírico del crecimiento económico a lo largo de la historia, Angus Maddison (1995) concluye que el «progreso tecnológico ha sido el más fundamental elemento del cambio» disfrutado en el período 1820-1992, durante el que, a diferencia de lo ocurrido en siglos anteriores, la riqueza experimentó un extraordinario crecimiento y con ella una considerable mejora de las condiciones de vida de la gente.

Si la expansión de la economía mundial ha estado basada en el progreso tecnológico, el extraordinario crecimiento de la esperanza de vida del último siglo es también una consecuencia directa del mismo. La esperanza de vida en Francia e Inglaterra en 1820 no sobrepasaba, según Maddison, los 40 años; en los 80

## GRÁFICO 2

EVOLUCIÓN HISTÓRICA  
DE LA INNOVACIÓN  
TECNOLÓGICA

FUENTE:  
Elaboración propia.

sobrepasaba, según Maddison, los 40 años; en los 80 años siguientes pasaron a 47 y 51, respectivamente; y en 1992, a 77 y 76. La esperanza de vida española en 1900 era, según Maddison, de 35 años, mientras que en 1992 alcanzaba los 77.

La acumulación de capital físico que ha soportado el crecimiento económico del período 1820-1992 estuvo incentivada por las nuevas tecnologías, que, además de ofrecer nuevos productos, posibilitaban mejores maneras de producir los viejos.

El stock de capital en máquinas y equipos se multiplicó por casi 10.000 en Estados Unidos en el período 1820-1995, y la educación también creció extraordinariamente. Si en 1820 una persona de edad entre 15 y 64 años recibía en Estados Unidos 1,75 años de educación, en 1992 esta cifra se habría decuplicado, pasando a 18,04; en Japón se pasó de 1,5 a 14,87 y en el Reino Unido, de 2,00 a 14,09.

Otro cambio sustancial en la economía, consecuencia del progreso tecnológico, viene dado por la extraordinaria caída del empleo en la agricultura. Si en 1820 representaba el 76 % en Estados Unidos y el 37,6% en el Reino Unido, en 1992 había pasado al 2,8 y 2,2 %, respectivamente.

Simon Kuznets estableció 1750 como año de inflexión hacia el crecimiento económico moderno; pero Maddison (1989), a la luz de las evidencias empíricas, sitúa éste en 1820.

Douglass C. North (1981), en su original análisis de la historia económica, sostiene que siendo la innovación tecnológica la causante del crecimiento económico y, por tanto, una condición necesaria del

mismo, es preceptiva la existencia de derechos de propiedad para que la irreversible acumulación de conocimiento operada a lo largo de la historia —y acelerada en los últimos 150 años— se transforme en progreso económico y social.

### LAS CLAVES DE LA PROSPERIDAD OCCIDENTAL ¶

Nathan Rosenberg y L. E. Birdrel, Jr. (1996), partiendo de la aseveración de que la prosperidad proviene de la ciencia y la innovación, se preguntan por qué China y las naciones islámicas, que fueron líderes en ambos campos, no han escapado a la pobreza y, sin embargo, Occidente es tan rico.

Los autores, tras afirmar la importancia de la tecnología, sostienen que no es la única explicación del crecimiento de los países. Las claves del crecimiento occidental, para dichos autores, han sido:

- 3 La emergencia de una esfera económica autónoma y de una clase de «negociantes».
- 3 La innovación por extensión del comercio y el descubrimiento de nuevos recursos.
- 3 La innovación de bajar los costes de producción.
- 3 La innovación por introducción de nuevos productos.
- 3 El desarrollo de fuentes de ideas innovadoras.
- 3 La incertidumbre y la experimentación.
- 3 Superación de la resistencia a la innovación.

Para Rosenberg y Birdrel, la teoría económica tradicional no ha prestado demasiada atención a la innovación tecnológica como fuerza engendradora de crecimiento económico.

Una contribución esencial al respecto es el trabajo de Joel Mokyr (1990), «La palanca de la riqueza», en el que sostiene la tesis de que el «ingrediente esencial del crecimiento económico es: la creatividad tecnológica». Para el autor, aunque no todo el crecimiento económico está relacionado necesariamente con la tecnología, pues la inversión, la expansión comercial, los efectos escala y el crecimiento schumpeteriano basado en la acumulación de conocimiento son también factores relevantes, la innovación es la base dinamizadora del proceso.

El crecimiento económico, en sentido clásico, podría resumirse como el resultado de cuatro procesos diferentes:

- ✓ **Inversión:** La inversión depende del ahorro, es decir, de limitar el consumo presente en favor del futuro. Hay crecimiento cuando la relación capital-trabajo aumenta.
- ✓ **Expansión comercial:** El comercio aumenta la riqueza de las naciones como ya se ocupó de teorizar Adam Smith.
- ✓ **Efecto escala:** La población, si crece y puede ser ocupada con una adecuada división del trabajo, permite la especialización y la mejora de la productividad.
- ✓ **Aumento del conocimiento:** Siguiendo la tesis de Joseph Schumpeter, la innovación tecnológica, financiada por la expansión del crédito, determina el crecimiento económico.

En la nueva era económica, esta última manera de crecimiento alcanza un relieve mayor por el agotamiento de los demás factores. El ahorro se encuentra relativamente estabilizado, cuando no en decadencia. La expansión comercial y con ella el efecto escala, están alcanzando su cenit con la globalización de la economía. Sin embargo, la innovación tecnológica, lejos de agotarse, representa hoy la principal palanca del progreso.

### EL NUEVO CRECIMIENTO ECONÓMICO ↓

En el amanecer del siglo XXI, la nueva economía está generando mejoras de productividad y crecimientos que emulan e incluso superan al prodigioso siglo XX. Desde una óptica antropológica, hace más de cien mil años, nos recuerda Romer (1996), nuestros ancestros utilizaron el óxido de hierro como pigmento para pintar en las paredes de las cuevas. En

nuestros días, reorganizando los mismos átomos en una película de plástico, en forma de óxido de hierro, podemos obtener un CD que puede contener una reproducción de las mismas pinturas de la cueva y todas sus posibles permutaciones.

El poder de las explosiones combinatorias de las ideas y las oportunidades, sostiene Romer, demuestra que «esencialmente no hay ningún problema de escasez». Cuanto más se utilizan las oportunidades, más abundan.

La economía interconectada tiende inexorablemente a aumentar la riqueza a través de una efervescencia de oportunidades debido a que:

- ✓ Cada oportunidad implica una conexión que, mediante el poder de la combinatoria, multiplica sus posibilidades.
- ✓ La red acelera la transmisión de oportunidades e innovaciones, incitando a crear más innovaciones a través de las nuevas oportunidades.

Para William Baumol (2002), el hecho de que la renta *per cápita* de Estados Unidos se haya multiplicado por 8 en el último siglo se debe a la competencia en el mercado, la rutinización de la I+D y la diseminación de la tecnología. El «milagro de la libre empresa» — primer factor del modelo de Solow— según Baumol opera gracias a la competencia oligopolística, la rutinización de la I+D, las nuevas iniciativas productivas, la seguridad jurídica y la diseminación —vía licencias— de los resultados de la innovación.

### CRECIMIENTO ENDÓGENO DE LA ECONOMÍA ↓

Transcurridos 25 años donde las primeras formulaciones modernas del crecimiento económico, tres artículos revitalizaron su interés académico: Baumol (1986), Romer (1986) y Lucas (2002). Baumol se interesó más por las características del crecimiento a largo plazo que por sus causas, sugiriendo la convergencia de rentas entre países parecidos; Romer planteó una interpretación entre progreso técnico y crecimiento del capital físico; y Lucas puso énfasis en la interpretación del progreso técnico y el capital humano.

El original artículo de Paul Romer (1986), que dio pie a los nuevos planteamientos de crecimiento endógeno, partiendo del concepto de «learning by doing» de Kenet J. Arrow (1962), consideraba el conocimiento como una consecuencia de la inversión en capital físico.

Para Arrow, cada máquina nueva exige una movilización de conocimiento para su utilización —«learning by doing»—, que tiende a esparcirse por toda la

economía, generando un desbordamiento del conocimiento —«knowledge spillovers»—; ambos conceptos permitieron transformar el modelo neoclásico en otro de crecimiento endógeno.

El argumento común de todas las teorías de crecimiento endógeno es que las actividades en I+D de las empresas mejoran la tecnología —«cómo hacer las cosas»— y, con ella, la productividad que conlleva al crecimiento económico. Romer propone un modelo de equilibrio, de cambio tecnológico endógeno, en el que el crecimiento a largo plazo está dirigido primariamente por la acumulación de conocimiento de los agentes maximizadores del beneficio.

Este énfasis en el conocimiento como una forma básica del capital suscita cambios en la formulación del modelo estándar de crecimiento. En contra del capital físico, que puede ser producido unidad por unidad desde otro capital preexistente, el nuevo conocimiento es el resultado de una investigación tecnológica sujeta a rendimientos decrecientes, razona Romer, ya que, dado un nivel de conocimiento en un momento determinado, doblando los recursos en investigación no se consigue el doble de resultados.

Además, la inversión en conocimiento plantea una externalidad natural; porque la creación de conocimiento por una firma tiene efectos positivos sobre las posibilidades de producción de las demás, ya que el conocimiento no puede ser perfectamente patentado ni mantenido en secreto.

La conclusión de los argumentos de Romer es que los tres elementos citados: externalidades, tasas crecientes de rentabilidad en la producción y rendimientos decrecientes en la producción de nuevo conocimiento, debidamente combinados, producen un modelo consistente de equilibrio competitivo de crecimiento.

El modelo de Romer, que es conocido como de crecimiento endógeno de la economía, se plantea para un horizonte infinito —no limitado— de períodos de tiempo de crecimiento. Puesto que en el la innovación tecnológica cumple una función esencial, su incentiación se convierte en argumento básico del crecimiento económico.

Los incentivos a la innovación se han visto fortalecidos en los últimos años, por lo que la participación del esfuerzo en I+D en el PIB también se ha incrementado. Pero la incentiación de la I+D otorga poderes monopolistas a las empresas beneficiadas de los incentivos, que habría que corregir. El propio Romer (1993) y Sala i Martín (2000) han formulado diversas recomendaciones para conciliar la innovación con el crecimiento económico sin otorgar privilegios injustificados a los innovadores.

## ETAPAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO †

Si se analiza el desarrollo económico desde la perspectiva tecnológica cabe establecer cuatro etapas evolutivas de su transcurso:

- ✓ Exclusión tecnológica.
- ✓ Adopción tecnológica pasiva.
- ✓ Integración innovadora de la tecnología.
- ✓ Creatividad tecnológica.

Los países que viven o han vivido excluidos de los nuevos procesos tecnológicos basan su producción económica en herramientas obsoletas; ya sean periclitadas o retrasadas respecto al último estado del arte de la técnica. La diferencia en renta *per cápita* con los países líderes no hace sino aumentar; siendo África donde se alojan la mayor parte de estas economías.

La mayoría de los países del mundo conviven pasivamente con la tecnología: es decir, la compran en el exterior, en muchos casos la más avanzada, y compiten internacionalmente por costes de producción. La deslocalización industrial amenaza las economías basadas en el trabajo barato, ya que siendo la tecnología una especie de «commodity» accesible a todo el mundo por igual, la única diferencia competitiva estriba en la mano de obra.

España, tras el Plan de Estabilización de 1959, dio un gran salto adelante, disfrutando de un largo ciclo de crecimiento, que presenta desde hace algún tiempo claros síntomas de agotamiento. China está viviendo su edad dorada, instalada desde hace unos pocos años en esta etapa de desarrollo económico. La globalización de la economía, como consecuencia de la desaparición o caída de los aranceles, está acelerando este ciclo económico. Si España pudo disfrutar varias décadas de este modo de producción económica, China —por poner un ejemplo reciente— dispondrá de menos tiempo para competir por esta vía.

Los países ricos, sin excepción, integran de modo innovador la tecnología ajena; hacen cosas diferentes y también de manera distinta. Mediante la reingeniería de procesos y la generación de nuevos productos y servicios basan su competitividad en la diferenciación, no en una mera cuestión de costes. Porcelanosa y Zara son dos buenos ejemplos, en España, de esta etapa de crecimiento económico.

El único medio seguro de crecer sostenidamente y liderar el desarrollo económico es crear tecnología propia, además de usar innovadoramente la ajena. La creatividad tecnológica es una fuente inagotable

—a diferencia de los recursos naturales— de creación de riqueza que, mediante la invención de nuevas herramientas, procesos, productos y servicios, genera cambios disruptivos en el quehacer económico.

La tradición industrial y tecnológica y la dimensión económica importan cada vez menos, mientras que las oportunidades que ofrece una economía globalizada e interconectada en red fluyen sin parar. España disfruta de notables ejemplos al respecto: Azertia, Secuware, etc.

## EL EMPRESARIO SCHUMPETERIANO ↓

En un estudio antropológico de la figura del empresario, William Baumol (1991) sostiene dos interesantes tesis. La primera plantea que dentro de cada contexto cultural (incluida la religión) el número de emprendedores, u oferta total de empresarios, es una constante histórica; los ámbitos protestantes son más propicios a la empresa que los católicos, por ejemplo. La segunda, pone de manifiesto que para una cantidad dada de emprendedores, éstos se dividen en tres categorías: productivos, improductivos y destructivos; su distribución varía en todas las culturas con el tiempo y las circunstancias que rodean a la empresa.

Si definimos a los empresarios como «aquellas personas con ingenio y creatividad para encontrar los cauces que acrecientan su propia riqueza», el empresario productivo «baumoliano» es aquel que inicia nuevas actividades, crea empleo, y por tanto riqueza, dentro de un estricto marco legal y moral; en última instancia, el prototipo ideal sería el empresario innovador «schumpeteriano», arquetípico del capitalismo moderno.

La figura del empresario improductivo, o también especulativo, es aquella que, merced a las llamadas ingenierías contables, financieras y fiscales, las segregaciones y las fusiones, las absorciones y las compras de empresas, juegan con el trabajo creativo de los más genuinos emprendedores para propiciar aumentos de los beneficios y del valor de las empresas en las bolsas, no basados en la realidad.

Por último, los empresarios destructivos operan al margen de las leyes e incluyen desde los traficantes de armas y drogas hasta los depredadores de la naturaleza.

«La especulación a través de pleitos, evasión de impuestos, y las fortunas amasadas por los arbitrajistas» son las más típicas funciones empresariales improductivas y destructivas, según Baumol.

En los últimos años, en todos los países y sus respectivas culturas, se ha producido un notable creci-

miento de las dos últimas categorías de empresarios, en lógico perjuicio, según la tesis de Baumol, de la primera categoría.

La figura del emprendedor schumpeteriano, «audaz e imaginativo desviador de las prácticas y patrones empresariales, que constantemente busca la oportunidad de introducir nuevos productos y procesos para invadir nuevos mercados y crear nuevas fórmulas organizativas», es para William Baumol (2002) la pieza clave del crecimiento económico contemporáneo.

El concepto de empresario schumpeteriano ha evolucionado a lo largo de la historia como consecuencia de la evolución de su propio éxito y la creciente complejidad de la economía. El mejor ejemplo de dicha evolución la representa General Electric, empresa creada en 1878 por Thomas Edison —uno de los más paradigmáticos empresarios schumpeterianos de la historia—, que 128 años después sigue siendo una referencia inexcusable para interpretar la prosperidad contemporánea.

El éxito de la empresa schumpeteriana, cual es el caso de todas las grandes corporaciones que sobreviven al hilo de los avances tecnológicos, ha generado una especie de división de trabajo innovador entre la innovación rutinaria (9) y la innovación disruptiva (10).

La innovación rutinaria es la que llevan a cabo las grandes empresas sobre la base de una continua mejora de productos, servicios, procesos y organización que sirve para mantener el liderazgo en mercados oligopolistas, reduciendo la incertidumbre mediante cuantiosas inversiones en I+D que llegan a suponer más del 10% de la cifra de ventas.

Hacia los años cincuenta del pasado siglo, el 60% de las patentes registradas en EE.UU. (9) provenían de la «innovación rutinaria y el 40% de inventores independientes». Hoy, sin embargo, las innovaciones independientes ya representan más de tres cuartas partes (11) del total de EE UU.

Por tanto, cada vez es más frecuente encontrar novedades tecnológicas que irrumpen con éxito en el mercado provenientes de pequeñas y, muchas veces nuevas empresas; lo que tiene explicación lógica (10).

Las innovaciones disruptivas —quintaesencia del quehacer schumpeteriano— no proceden de orientaciones de clientes hacia algo que no necesitan. No son fácilmente financiables frente a otras alternativas —innovación rutinaria— más seguras.

El mayor incentivo para un innovador disruptivo es hacer aquello que no tiene sentido que haga una gran empresa; que, por ejemplo, difícilmente pondrá

en marcha un programa de I+D que no contenga previsiones de ventas y que éstas puedan generar una determinada tasa de retorno.

Los nuevos mercados necesitan capacidades distintas a las integradas en las grandes corporaciones, que carecen de incentivos para inventar cosas sin clientes. Las grandes empresas siguen investigando —rutinariamente, en lenguaje de William Baumol— y cubriendo una buena parte de la demanda convencional con nuevos productos y servicios que mejoran progresivamente los preexistentes, pero son las nuevas y pequeñas empresas las que gracias a su inventiva sin complejos —la información requerida para una innovación disruptiva no existe— y agilidad son las «primeras en mover» y alcanzar el liderazgo en los más insospechados como convencionales ámbitos. Luego, cuando tienen éxito, resultan compradas por las grandes, que acaban explotando universalmente todas sus posibilidades.

En nuestro tiempo, la innovación tiende a democratizarse progresivamente; en la medida en que el talento humano anda suelto por el mundo, la información y el conocimiento se han hecho más asequibles que nunca y los mercados se han hecho más accesibles vía Internet; si las condiciones institucionales son adecuadas, la creatividad tecnológica puede tener lugar en cualquier país y empresa, incluso en las pendientes de crear.

### RAZÓN DE SER DE LA CREATIVIDAD ↓

Analizado el proceso lógico del crecimiento económico y el papel que cumple en éste el empresario schumpeteriano, cabe preguntarse por qué unas sociedades están mejor dispuestas que otras para la creatividad tecnológica.

Según todos los antropólogos modernos, con Jared Diamond (1997) a la cabeza, el ser humano —sin distinción de razas ni nacionalidades— es esencialmente creativo; su capacidad para inventar y construir el futuro que no existe es justamente lo que le diferencia de los demás seres vivos.

¿Y en que consiste la creatividad? Siguiendo a Mihaly Csikszentmihalyi (1997), la creatividad es el eje central del significado de la vida humana y resulta de la interacción de un sistema de tres elementos: una cultura que contiene reglas simbólicas, una persona que genera novedades en el dominio simbólico y expertos que reconocen y validan la innovación. Una sociedad creativa es aquella que reúne tres condiciones: personas ingeniosas dispuestas a hacer algo nuevo, instituciones económicas y sociales que estimulen a los innovadores y les ofrezcan incentivos —no sólo económicos— y un ambiente social basado en la diversidad y la tolerancia.

Si trasladamos a la empresa —agente principal de la creación de riqueza—, los requerimientos de la creatividad, podemos señalar como signos distintivos de las empresas creativas que: experimentan sin cesar, toleran el fracaso y confían en sí mismas.

Joe Mokyr, en su investigación histórica acerca de cómo la creatividad tecnológica determina, históricamente, el progreso económico, ante la pregunta de por qué el crecimiento económico schumpeteriano se da en unas sociedades y en otras no, después de distinguir entre invención —que depende de factores que determinan la conducta individual— e innovación —que exige la interacción con otros individuos—, establece tres condiciones para que una sociedad sea tecnológicamente creativa.

Una cultura innovadora requiere la interacción del innovador con un entorno humano formado por competidores, clientes, proveedores, administraciones públicas, vecinos y quizás, incluso —ironiza Mokyr—, el sacerdote. En primer lugar, es básico contar con un conjunto de innovadores ingeniosos y con recursos que estén dispuestos y sean capaces de enfrentarse a la realidad previa, para mejorarla. En segundo lugar, las instituciones económicas y sociales tienen que estimular a los innovadores mediante una adecuada estructura de incentivos. Por último, la innovación requiere diversidad y tolerancia para vencer las fuerzas que protegen el *status quo*. Al respecto, sostiene Mokyr que las fuerzas que se oponen al progreso tecnológico han sido superiores a las que favorecen los cambios, hasta el punto de que la historia de los avances tecnológicos es más una historia de excepciones que de normalidad.

Csikszentmihalyi, por su parte, otorga gran importancia al medio ambiente o cultura innovadora, tomando como ejemplo la Italia renacentista. Para este autor, la creatividad no puede separarse de su reconocimiento social. La desgraciada frase española «que inventen ellos» no puede ser más antagónica de la aceptación social del progreso tecnológico.

Estudiando las circunstancias sociales que determinaron el Renacimiento, Csikszentmihalyi establece las bases de la expansión de la creatividad: en primera instancia, las condiciones innatas del ser humano para la innovación; en segundo lugar, el conocimiento técnico del medio; y en último, pero no menos importante lugar, la receptividad de la sociedad hacia lo nuevo. El ser humano, a diferencia de los chimpancés, con los que compartimos un 98 % de genes, ironiza Csikszentmihalyi, es esencialmente creativo.

La actitud creativa debe estar revestida de un rasgo de carácter: la vehemencia y el coraje de seguir adelante. Raro es el proceso creativo que no encuentra obstáculos de todo tipo en su camino. Desde los institucionales, que tan bien reflejara Thomas

Kuhn (1962) en su *Estructura de las revoluciones científicas*, hasta los económicos —no siempre se encuentran los medios necesarios—, los competitivos y los intrínsecos al problemático nacimiento de toda nueva «criatura», que tarda en conformarse y no suele responder desde el principio a las expectativas creadas. Se podría decir que la creatividad requiere una actitud teleológica junto con una cierta práctica de la virtud de la fe, que se realimentan positivamente por el éxito.

La escuela, la universidad y el trabajo dotan al hombre de conocimientos que, además de permitirle el dominio de campos específicos de saber, le sitúan potencialmente al borde de la creación. Las anteriores condiciones son típicas de cualquier país desarrollado y, sin embargo, hay notables diferencias entre ellos en cuanto a resultados innovadores. La razón esencial de la diferencia entre países innovadores es, por tanto, de carácter cultural e institucional y, dadas sus raíces históricas, no es fácil cambiar en poco tiempo.

### FACTORES DESENCADENANTES Y ESTADO DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA †

Jared Diamond, al reflexionar sobre las causas del progreso de la humanidad, entre las que, a su juicio, prevalece el medio ambiente social, sostiene que el desarrollo y la recepción de la innovación varían enormemente entre sociedades de un mismo continente y cambian además con el tiempo dentro de una misma sociedad. Este supuesto histórico tiene un profundo significado: el destino de un país no está escrito, lo construyen día a día sus habitantes.

España, tanto desde un punto de vista histórico, con algunas excepciones insuficientemente valoradas, como desde una visión actual, que cabría asociar al gasto nacional en innovación comparado con el PIB, no ha sido ni es un país innovador.

A principios de la década de los ochenta, después de salir de la transición política que normalizó nuestro país, hubo una cierta preocupación pública por la innovación en España. Fruto de esta preocupación, diversas instituciones cumplieron un papel alentador, apalancando la innovación en nuestro país y empujando hacia arriba, como no había sucedido hasta entonces, el esfuerzo nacional en I + D. En la década de los noventa se abandonó, sin explicación, el voluntarismo político de los años anteriores, decayendo el esfuerzo innovador que, sin embargo, parece en vías de recuperación durante los últimos años.

Para comprender el estado de la innovación en un país, una buena guía es analizar de manera desahogada los factores que la desencadenan.

Según un reciente, muy completo y riguroso estudio sobre el panorama innovador español, realizado por un equipo de la OCDE que visitó nuestro país y contó con una amplia y plural colaboración institucional, la situación española puede resumirse así:

- ✓ El crecimiento del gasto en I+D durante los últimos años ha sido notable, pero insuficiente; del 0,85% del PIB de 1990 se descendió a un 0,82% en 1997, para crecer hasta el 1,10% en 2003. Todavía estamos a la mitad de la media europea y a un tercio del nivel de EE UU.
- ✓ La participación privada en el gasto en I+D es relativamente escasa y se sitúa por debajo de la media de la UE y de EE UU.
- ✓ Aunque España es líder mundial en crecimiento de investigadores por habitante —al pasar de 1,6 por mil en 1980, a 5 por mil en 2001—, sólo representan el 1,6% del empleo industrial, frente al 5,7% de Alemania y el 10,2% de EE UU.
- ✓ Situados en primer lugar mundial por publicaciones científicas, nos posicionamos en la cola de las patentes: 18 por millón de habitantes, frente a 128 de la UE.
- ✓ El número de empresas innovadoras, siendo pequeño, decreció entre 2001 y 2003; y sólo el 7% investigan sistemáticamente.
- ✓ El capital riesgo apenas si se encuentra desarrollado en sectores de alta tecnología; sólo representa el 0,05% del PIB, frente al 0,25% de EE UU y el 0,4% de Suecia.
- ✓ La propensión a cooperar entre empresas innovadoras es baja: un 36%, frente al 45% europeo.

El estudio de la OCDE contempla veinticuatro indicadores para medir la posición innovadora de un país; en cuatro, España se sitúa en la media; en tres, por encima de dicha media; y en quince, por debajo.

### BARRERAS INSTITUCIONALES A LA INNOVACIÓN †

Sostienen Stephen L. Parente y Edward C. Prescott (2000) —este último reciente premio Nobel— que «la riqueza de los países no depende de los recursos naturales, sino de las barreras para la adopción y uso eficiente de las tecnologías más productivas».

Parafraseando a dichos autores, la política española en materia de innovación presenta serias insuficiencias:

- ✓ El capital riesgo en nuevas empresas tecnológicas es casi inexistente en España.

- ✓ La financiación pública española a la I+D es remisa al riesgo; predomina el préstamo —con aval, por supuesto—, frente a la subvención.
- ✓ El largo plazo y la continuidad en los proyectos de I+D están excluidos de la política pública de financiación; la dispersión de los recursos en una gran variedad de proyectos y la discontinuidad están a la orden del día.
- ✓ Para obtener ayudas públicas quizá sea más conveniente saber rellenar papeles y cumplimentar normas administrativas que tener buenas nuevas ideas.
- ✓ La desgravación fiscal a la I+D+i está siendo amenazada por una reforma fiscal justo cuando parecía que podría rendir más frutos.
- ✓ España presenta un preocupante déficit de participación en programas europeos e internacionales de I+D, a los que contribuimos financieramente más allá de los retornos obtenidos.
- ✓ La demanda tecnológica temprana, auténtica bandera de enganche y liderazgo tecnológico de los países más avanzados, apenas sí es utilizada en nuestro país.
- ✓ La reciprocidad comercial en el ámbito tecnológico está ausente de nuestra política exterior.

## REVITALIZACIÓN DE LA INNOVACIÓN ESPAÑOLA ↓

En una nueva economía global —en la que Internet permite pensar a lo grande siendo pequeño—, disponiendo de una abundante oferta de profesionales universitarios de alta preparación y una proliferación de vocaciones empresariales —nunca acontecida— como la que disfruta hoy España, llama la atención que no se consiga brindar verdadero y suficiente cobijo y apoyo a tantas buenas ideas y prometedores proyectos de alto contenido tecnológico como nacen hoy en nuestro país.

Los viejos instrumentos —de la vieja economía—, no habiendo servido demasiado en el pasado para impulsar la I+D en España, resultan hoy poco útiles para estimular las empresas tecnológicas de la nueva economía. El nuevo desafío no es tanto una cuestión de medios, que también, como de perspicacia política para captar, cobijar y apoyar como se merezcan las nuevas iniciativas empresariales verdaderamente innovadoras de contenido tecnológico avanzado.

A pesar de las insuficiencias descritas, no sería difícil reorientar la política pública de innovación hacia horizontes más posibilistas. Con carácter más enumerativo que exhaustivo, se señalan a continuación algunas ideas al respecto:

- 1] Dotaciones presupuestarias consistentes en el tiempo, incluida la financiación pública y la deducción fiscal, equivalentes, al menos, a la media de la Unión Europea.
- 2] Políticas de demanda temprana y compras públicas orientadas a la innovación nacional competitiva; lo contrario de la práctica habitual.
- 3] Facilidades de todo tipo para la creación, desarrollo y cierre de empresas genuinamente innovadoras; en particular, las creadas por jóvenes profesionales.
- 4] Incorporación de verdaderos expertos en I+D en todas las instancias públicas decisorias en materia de innovación; su ausencia, por ahora, es lo normal.
- 5] Establecimiento de mecanismos de reconocimiento social de los hechos y las personas innovadoras a través de las instituciones y medios públicos de comunicación.
- 6] Legislación *ad hoc* acerca del capital riesgo verdaderamente vinculado con la innovación tecnológica; bonificación de las plusvalías de las personas físicas y sociedades de todo tipo por inversiones directas en nuevas empresas de contenido tecnológico innovador.

El gran desafío español de comienzos del siglo XXI no puede ser otro que elevar nuestro nivel de equipamientos tecnológicos, de educación y de innovación a la altura de los países líderes. La mayor parte de dichos retos —incluso el educativo— están relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), convertidas en centro de gravedad de la nueva economía.

Para operar el necesario salto histórico adelante en la capitalización tecnológica y la innovación en España, es necesaria una «simbiótica tensión» —en palabras de Rebecca Harding— entre la sociedad, las instituciones públicas, la universidad, la empresa y las finanzas, en orden a poner en pie un sistema —obviamente adaptativo— de inversión en TIC e investigación y desarrollo, basado en la notable capacidad potencial disponible y la confianza en poder alcanzar en dicho ámbito los logros conseguidos en tantos otros campos —política, economía, deporte, etc.— de la vida española; muchos de los cuales no hace tantos años, nos parecían quiméricos.

## NOTAS ↓

- (1) Johnson, D. Gale (2000).
- (2) Diamond, Jared (1997).
- (3) Owen, Paepke C. (1993).
- (4) White, Michael (2001).
- (5) Maddison, Angus (2001).
- (6) Nelson, Richard R. (1996).

- (7) La tesis doctoral de Paul Romer, en 1983, puso de moda, según Sala i Martin (2000), la teoría del crecimiento económico después de algunas décadas —años 70 y 80 del pasado siglo— de permanecer olvidada a favor del ciclo económico.
- (8) Landall, Ralph; Taylor, Timothy y Wright, Gavin (eds.) (1996).
- (9) Baumol, William (2002).
- (10) Christensen, Clayton M. (1997).
- (11) Rosemberg, Nathan: Conferencia en la Fundación BBVA de Marid, mayo 2005.

## BIBLIOGRAFÍA ▼

ARROW, K. J. (1962): «The Economic Implications of Learning by Doing», *Review of Economic Studies*.

BAUMOL, W. J. Y BATEY BLACKMAN, S. A. (1991): *Mercados Perfectos y Virtud Natural*, Celeste Ediciones, 1ª edición en español, 1993, Madrid.

BAUMOL, W. (2002): *The Free-Market Innovation Machine*, Analyzing the growth miracle of capitalism. Princeton University Press.

CRYSTENSEN N, CLAYTON M. (1997): *The innovator´s dilemma*. Harvard Business School Press.

CSIKSZENTMIHALYI, M. (1997): *Creativity*, Flow and the psychology of discovery and invention. Harper Perennial Collection. Harper Collins Editorial. 1.ª Edición. Nueva York.

DIAMOND, J. (1997): *Armas, Gérmenes y Acero. La sociedad humana y sus destinos*. Colección Debate Pensamiento, Editorial Debate, 1.ª edición en español, Madrid.

FREEMAN, CHRIS and LOUÇA, FRANCISCO (2002): *As Time Goes by. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford University Press.

HARDING, R. (2002): *The Role of Policy in Enabling Markets*, Internationale Politik und Gesellschaft Online, 2/2002. Harding@sussex.ac.uk.

JOHNSON, D. DALE, (2000): «Population, Food, and Knowledge», *The American Economic Review*, vol. 90, n.º 1. Marzo.

JONES, C. I. (1998): *Introducción al crecimiento económico*, Versión española, 1ª edición, 2000. Prentice Hall, México.

JONES, C. I. (2002): *Sources of U.S. Economic Growth in a World of Ideas*, *The American Economic Review*. Marzo.

KUHN, T. S. (1962): *La estructura de las revoluciones científicas*. Colección Breviarios, Editorial Fondo de Cultura Económica, 2ª reimpresión en español, 1977, Madrid.

LANDAU, R.; TAYLOR, T. y WRIGHT, G. (eds) (1996): *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford University Press.

LUCAS, R. E. (2002): *Lectures on economic growth*, Harvard University Press.

MADDISON, A. (1989): *The World Economy in the 20th Century*, OCDE, París.

MADDISON, A. (1995): *Monitoring the World Economy 1820-1992*. Reimpresión, 2000. OCDE, París.

MADDISON, A. (2001): *The World Economy: A Millennial Perspective*, Development Centre Seminars, OCDE, París.

MOKYR, J. (1990): *The Lever of Riches. Technological creativity and economic progress*, Oxford University Press, Oxford.

NELSON, R. R. (1996): *The sources of economic growth*, Harvard University Press.

NORTH, D. C. (1981): *Estructure and change in economic history*, Nueva York, Norton.

NORTH, D. C. Y ROBERT P. T. (1973): *The Rise of the Western World*, Cambridge U.K. Cambridge University Press, 1999.

OECD (2005): *Public-Private Partnerships for Research and Innovation*, An evaluation of the spanish experience.

OWEN, P. (1993): *The Evolution of Progress*, Random House Editorial, Nueva York.

PARENTE, S. L. & PRESCOTT, E. D. (2000): *Barriers to Riches*, The MIT Press.

ROMER, P. M. (1996): *Why Indeed in América? Theory, History and the Origin of Modern Economic Growth*, National Bureau of Economic Research.

ROSENBERG, N. y B. L. E. Jr. (1986): *How the West Grew Rich?*, The economic transformation of the industrial world, Basic Books, Harper Collins Publishers.

ROSENBERG, N.; LANDAN, R. Y MOWERY D. (1992): *Technology and the Wealth of Nations*, Stanford University Press. Stanford.

ROSENBERG, N. (1994): *Exploring the Black-Box: Technology, Economics and History*, Nueva York. Cambridge University Press.

SALA-I-MARTIN, X. (2000): *Apuntes de crecimiento económico*. 2.ª edición, Antoni Bosch, editor, Barcelona.

SCHUMPETER, J. A. (1942): *Can Capitalism Survive?*, Harper Colophon Books. First edition 1978 by Roberly Lekarhman.

SCHUMPETER, J. A. (1954): *Historia del Análisis Económico*, Ediciones ARIEL. Edición en español, 1971.

SMITH, A. (1776): *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, The University of Chicago Press.

SOLOW, R. M. (1956): «A contribution to the Theory of Economic Growth», *Quartely Journal of Economics*, 70.

SOLOW, R. M. (1970): *Growth Theory*, Second Edition, 2000, Oxford University Press.

WHITE, M. (2001): *Giordano Bruno, el hereje impetente*, Ediciones B. Argentina, 1.ª edición en español, 2002.