

# DEL NOVENTAYOCHISMO AL DESARROLLISMO. TRAZAS Y REFLEJOS CULTURALES EXTERNOS, 1898-1973

Vicente SALAS FUMÁS (\*)

Universidad de Zaragoza

## Reseña

*Del noventayochismo al desarrollismo. Trazas y reflejos culturales externos, 1898-1973*, vols. VIII (552 pp.) y IX (544 pp.) de la colección Técnica e Ingeniería en España. Manuel Silva Suárez coordinador y editor. Real Academia de Ingeniería, Institución Fernando «el Católico» y Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2019.

## INTRODUCCIÓN

EL cambio técnico, la innovación, el desarrollo tecnológico, son conceptos centrales de la investigación económica. Ello es así tanto en la vertiente macro, que relaciona el progreso técnico con el bienestar colectivo, como en la micro, que se interesa, sobre todo, por los desarrollos organizativos e institucionales que acompañan al cambio técnico para el aprovechamiento eficiente del conocimiento científico y técnico en la producción de bienes y servicios que satisfacen necesidades de las personas. La colección Técnica e Ingeniería en España, coordinada y dirigida por el profesor Manuel Silva Suárez, catedrático de Ingeniería de la Universidad de Zaragoza en las áreas de confluencia de la informática, la automática y la investigación operativa, ofrece a los economistas, empresarios, directivos de empresas y al público en general la oportunidad única (algunas reseñas de la obra completa han destacado que no tiene ningún paralelo en el mundo) de conocer los avances científicos y técnicos que han marcado el desarrollo social en el mundo y en España. Abarca desde *El Renacimiento*, primer volumen de la colección (publicado en 2004, con una segunda edición ampliada en 2008), hasta la crisis del petróleo (1973). Los dos últimos volúmenes (VIII y IX), se centran en el período comprendido entre el final del colonialismo español (1898) y la mencionada crisis energética.

Toda la colección, y por supuesto los dos volúmenes que aquí ocupan nuestra atención, tienen el sello personal que impregna su director. El profesor Silva es un humanista-ingeniero que valora la importancia de la ingeniería para que el conocimiento científico y técnico se traduzca en la mejora del

bienestar material de las personas. Al mismo tiempo, considera a la técnica como una «realidad poliédrica, compleja y consustancial al desarrollo de las civilizaciones, *cultura y motor cultural*» (1) a la vez. Fiel a esta visión multidimensional de la técnica y la ingeniería, en cada uno de los diez tomos publicados hasta ahora (el volumen VII se divide en dos) el lector encuentra una historia de la técnica en la que se combinan visiones *internas* (conceptos, métodos, artefactos y procesos), con otras *externas*. Entre estas últimas, «desde el pensamiento de la época, pasando por reflejos varios como los habidos en la literatura o en la pintura, hasta las profesiones e instituciones militares y civiles relacionadas» (2). Colaboran prestigiosos especialistas que interrelacionan la técnica con la lingüística, la filosofía, la ciencia, la estética, la economía o la sociología. A ello se le ha de añadir un gran soporte gráfico, con numerosísimos grabados y fotografías, que embellecen las páginas, complementan el texto escrito, y son fuente de información por sí mismas. Como asevera en diversos volúmenes el propio editor,

«más que decorar, la idea es ayudar a leer esos tiempos pasados. Aportando palabras e imágenes, imágenes y palabras, seguimos la reiterada máxima: “ilustrar es informar, no decorar”. En este sentido, nos congratulamos al afirmar que son muchas las imágenes que han sido recuperadas de inmerecidos olvidos.»

Se puede decir que, centrados en la esencial y multidimensional interacción entre técnica y sociedad, los dos volúmenes que aquí se consideran se complementarán con un tercero, en preparación, dedicado a *Profesiones e instituciones de la ingeniería, 1898-1973*. La temática objeto de este trío de textos se aborda para el siglo XIX en los volúme-

nes IV (*El Ochocientos. Pensamiento, profesiones y sociedad*, 2007, 776 pp.) y V (*El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, 2007, 736 pp.).

En suma, nueve volúmenes (diez tomos) han visto la luz. Se han editado más de siete mil páginas de textos rigurosos, informativos y formativos a la vez, comprensivos en la explicación de la realidad técnica, social y cultural de la sociedad española, únicos e imprescindibles para conocer mejor la historia de España y de la técnica en sentido amplio (3).

### CONTENIDO DE LAS OBRAS

Principio del período temporal contemplado, 1898 representa un hito político en la historia de España, el final de las posesiones de ultramar; el año 1973 marca el fin del desarrollismo en España y en el mundo, con la crisis del petróleo y la culminación de un período de energía barata, aunque sirve también como año de referencia para el final de la dictadura con la muerte de Franco a finales de 1975. En realidad, los acontecimientos político-militares (Primera y Segunda Guerra Mundial, guerra fría, proliferación de armas nucleares de destrucción masiva, convulsiones políticas y sociales en España que culminan con la Guerra Civil...) y económicos (primera gran crisis del capitalismo, Gran Depresión, semilla de la unificación económica de Europa), en ciertas lecturas históricas «oscurecen» los avances técnicos del período; sin embargo, la técnica fue decisiva en los campos de batalla, sin olvidar muy en particular las décadas de la guerra fría y con carácter general las de la construcción de la modernidad. Durante los tres cuartos de siglo que cubren los dos volúmenes se consolidan importantes avances técnicos, siendo así que los fundamentos científicos de algunos de ellos procedían del siglo anterior (el Ochocientos, del que se ocupan profusamente los volúmenes IV a VII, cinco tomos de la colección). Sin olvidar el proyecto Manhattan, considerado el primer y más destacado proyecto de colaboración científica en el mundo y que, en un período relativamente corto de tiempo, convirtió conocimiento en artefacto mortífero: la bomba atómica que cambió el curso de la Segunda Guerra Mundial.

*Del noventayochismo al desarrollismo* (vol. VIII) abre con el estudio introductorio por parte del profesor Silva. Más de cien páginas bajo el título «Ingeniería, sistema técnico y sociedad: apuntes sobre tres cuartos de siglo». Más un estudio que

una introducción, además presenta el contenido del volumen, enmarcándolo en el conjunto de la colección. Con aportaciones propias y excelente prosa, ensalza significativamente el valor añadido de todo el volumen.

Al estudio introductorio le siguen siete capítulos escritos por diversos autores, todos ellos expertos en sus respectivas especialidades. Se presenta una rica y amena diversidad temática que engrandece el interés de la lectura. Cuatro de ellos son fácilmente reconocibles con contenidos próximos al núcleo central de la historia de la técnica y la ingeniería, en España y en el mundo. En el primer capítulo, «La salvaguarda de la ingeniería», el profesor Javier Aracil reflexiona sobre la incorporación de la ciencia en el ámbito de la ingeniería, así como sobre la contribución de la técnica al desarrollo de la ciencia. Expresivamente recuerda que, cuando se funda en Madrid la Real Academia de Ciencias (1847), «la minoría mayoritaria [de académicos] fue la de ingenieros [civiles], que se convertía en mayoría absoluta si se sumaban los ingenieros militares». Ingeniería y ciencia se desarrollan en paralelo con continuas interacciones mutuas. El capítulo segundo se debe a Antoni Roca Rosell, junto con otros cuatro colaboradores, tres de ellos desde Francia y Portugal. Bajo el expresivo título «La gran expansión de la ingeniería: una perspectiva internacional», aporta una amplia visión de los avances tecnológicos del período y la profesión, imprescindible para contextualizar lo que ocurre en España. Los cuatro capítulos que siguen abandonan la perspectiva internacional centrándose en España. El tercero, debido a Ana Romero de Pablos y María Jesús Santesmases repasa las líneas maestras que inspiran las «Políticas para la ciencia y la tecnología», un contenido que enlaza muy bien con el de la quinta contribución, «El cambio técnico: de los contratos de transferencia de tecnología y de las patentes», escrito por Mar Cebrián Villar. En su conjunto se constata un cierto fracaso de las políticas, con un relato minucioso de la constante e importante dependencia tecnológica exterior de la economía española.

Los tres capítulos restantes aportan elementos complementarios en ese afán de relacionar la técnica con otras disciplinas y con la dimensión humana de la vida de los ingenieros españoles en el exilio. En este sentido, el cuarto, «Los filósofos y la técnica en España: el lugar del ingeniero (entre el 98 y la transición)» escrito por Fernando Broncano, se centra en las relaciones entre la filosofía y la técnica, estableciendo un recorrido desde el «qué inventen

ellos» de Unamuno, pasando por dos muy significadas contribuciones a la filosofía de la técnica a nivel mundial (*Meditación de la técnica*, de José Ortega y Gasset, 1933; y *Elogio de la técnica*, de Juan de Dios García Bacca, 1968), a las aportaciones literarias y filosóficas de algunos ingenieros ilustres, como Juan Benet. Titulado «Ingenieros del exilio español», escrito por Gonzalo López de Haro desde México, constituye un magnífico cierre al volumen VIII. De indudable trasfondo humano, «pretende dar un panorama general de nombres, actividades y realizaciones de dos generaciones de ingenieros nacidos en España: la mayor, constituida por los ya titulados que tuvieron que abandonar su tierra, es decir, los que alcanzaron la condición de ingenieros antes que la de exiliados, y la más joven, integrada por aquellos en los que su éxodo precedió a sus estudios profesionales».

Hemos dejado para el comentario final sobre este volumen su capítulo sexto, «Los ingenieros españoles y la economía política entre los dos primeros congresos de ingeniería civil (1919-1950)» del historiador de la economía Manuel Martín quien afirma que:

«los ingenieros tuvieron una formación académica similar, e incluso mejor, a la que se impartía entonces en las facultades de Derecho; produjeron trabajos académicos muy notables, contribuyeron a la introducción de nuevas corrientes económicas en España y no hicieron una economía distinta a la de quienes eran considerados entonces como economistas».

Aborda la polémica surgida alrededor de manifestaciones por parte de algunos economistas españoles, donde se pone en cuestión la contribución en este dominio de los ingenieros españoles, ejerciendo de economistas en puestos destacados, ministerios y organismos gubernamentales, cuando en realidad no lo eran. Desde esta perspectiva, el sesgo «ingenieril» (las grandes obras se valoran por sus características técnicas, sin los pertinentes análisis de costes y beneficios que sí tienen presentes los economistas) en las decisiones políticas sobre infraestructuras y apoyo público a determinados sectores de la economía, habrían lastrado el desarrollo económico español. No obstante, el profesor Martín destaca el muy buen nivel de las enseñanzas y las investigaciones en economía dentro de las propias escuelas de ingeniería y la buena formación académica de personas encargadas de esas materias; aporta evidencias que, en su opinión, rebaten las opiniones críticas de otros colegas economistas.

Siendo la técnica «cultura y motor cultural», el volumen IX, *Trazas y reflejos culturales externos, 1898-1973*, está dedicado a las impresiones que la técnica y la ingeniería («la técnica por antonomasia», al decir de Ortega y Gasset) suscitan en distintos ámbitos de la cultura y de la sociedad españolas, fuera de lo estrictamente técnico e ingenieril. Trazas o marcas que graban ámbitos tan diversos como los medios de comunicación y la publicidad (ligada a la aparición del consumo de masas), los juguetes, los cromos, la lengua, la literatura, la pintura, el cine y el patrimonio técnico e industrial. Un contenido de gran interés, por sí mismo y porque proporciona al lector una visión amplia y comprensiva de la técnica en tanto que una «protagonista» en otras manifestaciones de la cultura (sin duda, consecuencia de su labor «motora»; por ejemplo, proveyendo los medios de comunicación de masas: desde la imprenta a la radio, la televisión o Internet, por ejemplo). El volumen constituye un recorrido desde la lengua y el tecnicismo (Cecilio Garriga) al patrimonio técnico (Inmaculada Aguilar Civera), pasando por la difusión de la técnica en revistas, periódicos o exposiciones (Mariano Esteban Piñero) o el cine, «la máquina ante su espejo» (María Luisa Ortega y Jesús Vega Encabo), entre otros temas. Una visión caleidoscópica, de gran significado pedagógico frente a un ambiente cultural general que fomenta la fragmentación del saber y desaprovecha muchas de las externalidades que surgen de la creación de conocimiento nuevo. Tras lo mencionado, atendiendo al sesgo profesional de quien escribe, sobre el contenido de este volumen me limitaré a señalar tres de los siete capítulos que lo conforman a modo de información sobre lo que el lector puede encontrar entre trazas y reflejos: «Entre el futuro y el pasado: técnica e industria en las letras del siglo XX» (José Carlos Mainer); «De imágenes y palabras: trazas de la técnica en la pintura y la poesía» (Manuel Silva); o «El patrimonio industrial. De espacio de trabajo a legado histórico» (María Pilar Biel Ibáñez).

## COMENTARIOS GENERALES

Los tres cuartos de siglo cubiertos por estos dos volúmenes se insertan en la Segunda Revolución Industrial, que los historiadores económicos sitúan entre 1850 y 1970. Supone la emergencia de una industria muy ligada a la técnica y la ingeniería, a la producción fabril, a la expansión del comercio y al impulso a la especialización y división del trabajo; sin duda, un tema estelar entre los historiadores

económicos. Las observaciones que siguen se centran en parte del material contenido en el volumen VIII, *Del noventayochismo al desarrollismo*.

En la historiografía y en el análisis económico de las revoluciones industriales están presentes sobre todo las consecuencias del progreso técnico. En este sentido, los economistas asocian la Segunda Revolución Industrial con un crecimiento sin precedentes en el PIB per cápita de amplios colectivos, con cambios en los hábitos de vida que coinciden con la reducción en las horas de trabajo, con la pérdida de peso relativo de la agricultura en el conjunto de la producción y con la progresiva migración desde el mundo rural al urbano.

Mucha menos atención recibe, en cambio, entre los economistas, la naturaleza de los cambios técnicos y sus interrelaciones, lo que multiplica los efectos. En este punto, conviene recordar de qué estamos hablando; lo hacemos en términos expresados en el estudio introductorio del volumen previo (*El Ochocientos. De las profundidades a las alturas*, 2013, tomo 1, p. 64):

«el siglo XIX legó un mundo técnico nuevo, en gran parte insospechado en sus comienzos, renovando no solo pilares como la *energía* (turbinas hidráulicas, motores y turbinas de combustión y motores eléctricos, entre otros; la luz de gas y la eléctrica, que crean el *día artificial*), los *materiales* (elementos féreos lineales y básicos para la edificación y la construcción de máquinas, hormigón —bellamente denominado *pedra líquida*— incluso armado, aluminio, nuevos fertilizantes, fitosanitarios y medicamentos, etc.); la *información* (la telegrafía con y sin hilos, la fotografía y el cine, las máquinas de clasificar y las de calcular, por ejemplo); o la *organización* fabril, donde se atisban los métodos científicos de producción... Pues todo esto y mucho más es parte de la herencia que ese siglo XIX dejó a la pasada centuria».

«Saber hacer» y hacer acumulativo, en «Bosquejo sobre el legado técnico del período», sección inicial del estudio introductorio del volumen VIII, se hace un breve resumen de las contribuciones del siglo XX. En este sentido, más sintéticamente, el profesor Aracil, en su colaboración, cita el consenso entre expertos en técnica e ingeniería de Estados Unidos sobre los «logros de la ingeniería del siglo XX que han cambiado nuestras vidas», más cerca de la satisfacción de las necesidades personales:

«la electrificación, el automóvil, el avión, el suministro de agua y su distribución, la electrónica, la radio y la televisión, la mecanización de la agricultura, los ordenadores, la red telefónica, la refrigeración y el aire acondicionado, las autopistas, los vehículos espaciales, Internet, las tecnologías de imágenes, los aparatos domésticos, la ingeniería relacionada con la salud, el petróleo y la ingeniería petroquímica, el láser y la fibra óptica, la ingeniería nuclear y los materiales de alta cualificación. Esta selección, como cualquier otra que se pueda hacer, puede tener puntos discutibles y es claro que esta los tiene (una ausencia notoria es la producción por la ingeniería agrónoma de nuevas variedades alimenticias que han permitido paliar el hambre en el mundo), pero en su conjunto es perfectamente asumible, y constituye un catálogo aceptable de los ámbitos propios de la ingeniería.» (p. 111.)

El salto cuantitativo y cualitativo en la vida humana de la técnica y la ingeniería en este período es claro. Por ello surge la pregunta sobre porqué en ese momento histórico. La respuesta es doble. Primero, en las décadas finales del siglo XIX se consolidan las que se han denominado «industrias de base científica», es decir, industrias cuyo proceso productivo se fundamenta en gran parte en un conocimiento adquirido en el mundo de la ciencia, sin depender ya casi exclusivamente de lo aprendido a través de la actividad práctica. En otros términos, el progreso técnico incorpora nuevas metodologías para generar «saber hacer», y aplicarlo al desarrollo de productos y servicios. Ahora bien, eso no significa abrazar el denominado modelo *lineal* (más propiamente *unidireccional*) de I+D, en boga en los primeros años de la segunda mitad del siglo XX: la ingeniería como simple «ciencia aplicada». En este sentido, es archiconocido que, en términos históricos, el modelo lineal no se percibe en multitud de innovaciones radicales que han dado lugar a tecnologías de propósito general. En todo caso, ya en los años sesenta, según Aracil:

«se [le] denunció como excesivamente simplista, si no básicamente incorrecto... [y se] propusieron... los modelos *interactivos*... [resaltándose] el *entrelazamiento* y la *interdisciplinariedad* latente en el proceso de innovación, en el que... es frecuente que se produzca una dinámica interacción de ingenieros con científicos y otros agentes de soporte.» (p. 146.)

En suma, la generación de más y mejor «saber hacer» posibilita la satisfacción de necesidades humanas a costes asequibles para amplios colectivos de población.

Segundo, la ciencia y la técnica descubren posibilidades de crecimiento exponencial y no lineal de generar conocimiento nuevo *combinando* el existente. En el estudio introductorio, el profesor Silva lo expresa en los siguientes términos:

«el siglo contempla un explosivo crecimiento de posibilidades técnicas, entre otras cosas por la confluencia de diversos saberes, algo que no es estrictamente nuevo, pero que se acelera por la acumulación de conocimientos, sus posibilidades combinatorias de integración, y su sistemática aplicación en todos los sectores. Por ejemplo, los nuevos motores requieren: nuevos materiales (que soporten muy altas temperaturas, que no se deformen ni desgasten, etcétera), nuevas mecanizaciones (de precisiones y acabados más exigentes), nuevos combustibles, nuevos sistemas de control, etcétera. Por evocar un segundo sector, las comunicaciones más avanzadas, por satélites, demandan una sofisticada electrónica y la posibilidad de su lanzamiento y control, en lo que confluyen muy diversas ingenierías (mecánica, de materiales, de combustibles, electrónica, de control automático, de telecomunicación, etcétera). En suma, se establecen bucles cerrados de realimentación positiva, en los que las interacciones mutuas entre los saberes son cada vez más multiformes, densas y complejas. Bien sabido en dinámica de sistemas, las realimentaciones positivas suelen dar lugar a crecimientos exponenciales, explosivos. Además, innovaciones radicales (sea en la aviación y la astronáutica, la electrónica, o la energía nuclear, por ejemplo), suerte de «mutaciones» en terminología biológica, generan nuevas potencialidades (funcionalidades y prestaciones)».

## COMPLEMENTOS DESDE LA ECONOMÍA

Personalmente, he encontrado especialmente instructivo combinar la lectura del libro *Del noventayochismo al desarrollismo* con la del libro de Robert Gordon *The Rise and Fall of American Growth: The US Standards of Living since the Civil War*, publicado en 2016. Este último estudia, cuantitativa y cualitativamente, la evolución del nivel de vida en Estados Unidos desde 1870 a 2014. Durante la primera centuria del período, que coincide con los años de la Segunda Revolución Industrial, la tecnología de referencia es la electricidad, acompañada del motor de combustión. A partir de 1970 toma el relevo la tecnología de la información y las comunicaciones, TIC, y la Tercera Revolución Industrial deja atrás a la segunda.

Sobre cómo la electricidad y el motor de combustión cambian la forma de vida y de trabajo de las personas en Estados Unidos en la centuria que transcurre entre 1870 y 1970, a modo de una revolución económica «única en la historia económica e irrepetible porque gran parte de los logros pueden darse una sola vez»:

«When electricity made it possible to create light with the flick of a switch instead of the strike of a match, the process of creating light changed for-ever. When the electric elevator allowed buildings to extend vertically instead of horizontally, the very nature of land use was changed, and urban density was created. When small electric machines attached to the floor or held in the hand replaced huge and heavy steam boilers that transmitted power by leather or rubber belts, the scope of replacing human labor by the machines broadened beyond recognition. And so, it was with motor vehicles replacing horses as the primary form of intra-urban transportation» (p. 4).

Como se señala en las primeras páginas, el libro *The Rise and Fall...* se escribe desde la premisa de que el crecimiento económico no es un proceso incremental y constante que da lugar a avances económicos, en producción y productividad, a lo largo del tiempo. En realidad, el progreso ocurre de forma mucho más rápida en unos tiempos que en otros, en gran parte porque algunas invenciones también son más importantes que otras. La Gran Revolución entre 1870 y 1970 fue posible por la constelación, a finales del siglo XIX, de un conjunto de «grandes innovaciones».

Estas conclusiones tienen como corolario una segunda idea, más controvertida que la primera: el crecimiento económico a partir de 1970 ha sido cuantitativa y cualitativamente menor que la época anterior. Esto significa que la mejora del bienestar de las personas durante la Tercera Revolución Industrial, con las TIC como protagonistas, ha sido significativamente menor que durante la Segunda, con la electricidad y el motor de combustión como tecnologías de referencia. Gordon documenta las comparaciones entre los dos períodos de tiempo con los datos de crecimiento económico sobre variables habituales entre los economistas; en particular, el crecimiento de la productividad y sus determinantes (productividad total de los factores, intensidad de capital, mejora del capital humano), y aporta algunas valoraciones cualitativas: los avances a partir de 1970 se han canalizado en el ámbito más restringido del entretenimiento, las comunica-

ciones y la recolección y el procesado de información; para el resto de factores que determinan el bienestar de las personas –comida, vestido, cobijo, transporte, salud, condiciones de trabajo dentro y fuera del hogar– el progreso se ha ralentizado en gran manera, sobre todo comparado con el avance que se produce en los cien años anteriores.

Las investigaciones de Gordon han generado una notable controversia intelectual, pero de implicaciones prácticas evidentes, entre investigadores que defienden una visión distinta sobre la contribución al crecimiento y al bienestar de los avances en las TIC (ver Jovanovic y Rousseau, 2005; Brynjolfsson y McAfee, 2014; Brynjolfsson *et al.*, 2018 como referencias representativas). Los críticos de la obra de Gordon discuten algunos de sus resultados aludiendo a los datos utilizados (no tienen en cuenta correctamente el peso creciente de los activos intangibles ni se mide el output que se produce y se consume con el uso cotidiano de las TIC). Pero sobre todo hacen hincapié en que existe un desfase entre la aparición de la tecnología y su penetración en las actividades de producción, comercio y consumo (desarrollo de tecnologías complementarias, descenso de los precios; David, 1991) y para valorar la aportación de las TIC al crecimiento y al bienestar hay que esperar algún tiempo a que se completen los desarrollos complementarios (4).

Muy ilustrativo resulta también, en este caso de modo especial para los estudiosos de la gestión empresarial, complementar la lectura *Del noventayochismo al desarrollismo* con la del libro de Mauro Guillén, escrito en 1994, *Models of Management: Work, Autonomy and Organization in a Comparative Perspective*. Hay que recordar que entre 1900 y 1970 la aplicación de las tecnologías que aprovechan la electricidad y el motor de combustión en la producción de bienes y servicios se realiza bajo tres modelos de gestión distintos, que surgen en momentos distintos del tiempo, pero que se solapan en su implantación: la organización científica del trabajo, las relaciones humanas y el análisis estructural. Mauro Guillén analiza con detalle y rigor la implantación de estos modelos en varios países, entre ellos España (además de Alemania, Estados Unidos y Reino Unido), durante el período 1900-1975, lo que permite incorporar el «input dirección empresarial» en la ecuación tecnología = progreso (5).

El profesor Silva advierte en su estudio introductorio que las innovaciones en la organización

del trabajo, dirección científica concretamente, se pospone a un volumen posterior. Por tanto, no es posible establecer una comparación entre la visión de Mauro Guillén y la visión desde la técnica y la ingeniería de las aportaciones de la innovación en modelos de gestión al crecimiento y al bienestar en España. El cierre del período en 1973, deja fuera del volumen *Del noventayochismo al desarrollismo* la historia reciente de la técnica y la ingeniería alrededor de las TIC. Por ello, no disponemos de un análisis desde la técnica y la ingeniería a partir del cual valorar el debate entre economistas sobre si las TIC superarán o no a la electricidad en su impacto sobre el bienestar de las personas. De nuevo habrá que esperar a volúmenes posteriores para tener esta nueva perspectiva que entiendo será muy esclarecedora para todos.

## ALGUNAS CONCLUSIONES EN CLAVE ESPAÑOLA

Se resumen en este apartado algunas de las conclusiones más relevantes que nos ha suscitado la lectura del volumen en consideración, que ayudan a entender el reciente pasado, incluso el presente, de la economía española:

— *Durante los tres cuartos de siglo Del noventayochismo al desarrollismo, la aportación española al conocimiento científico y al progreso técnico fue muy escasa, de manera que los beneficios del cambio técnico para la sociedad española dependieron, principalmente, de la importación de conocimientos procedentes del exterior.*

Esta es la principal conclusión del capítulo 2, «El cambio técnico: de los contratos de transferencia y de las patentes» (Mar Cebrián, Universidad de Salamanca). En palabras de la autora,

«España es un país cuyo cambio técnico ha estado principalmente basado en la importación de conocimientos extranjeros, dados los exiguos esfuerzos en innovación propia que siempre han caracterizado a la economía española».

Una afirmación avalada por los datos disponibles sobre el esfuerzo en I+D en España en comparación con el esfuerzo en otros países desarrollados, con España a la cola de los países desarrollados (0.2 por 100 de gasto en I+D en relación al PIB, frente a más del 2 por 100 en Alemania, o el 2,8 por 100 de Estados Unidos, por ejemplo, en 1969). En todo caso, la mencionada «importación» significa, a

veces, un sustantivo esfuerzo de acomodación/reformulación por parte de los técnicos españoles: el proceso no se limita a un simple importar/comprar. Por ejemplo, la formación de la escuela española de silvicultura deriva de la academia sajona de Tharandt. Ahora bien, las condiciones edafológicas, climáticas, etc., en España son muy diferentes de las alemanas.

En la colaboración de la profesora Cebrián, se señala el contraste en nuestro país donde se gestan y desarrollan (al menos inicialmente) los trabajos de inventores geniales como Torres Quevedo (que destacó por sus dirigibles, sus transbordadores aéreos o el telekino [6], por ejemplo), Juan de la Cierva (inventor del autogiro) o Alejandro Goicoechea (inventor del tren talgo). Aunque es cierto que en España ha habido inventores de talento, se constata la ausencia de un entramado político y empresarial apropiado; igualmente se daban una «estrechez de la visión empresarial y obstáculos financieros, que en ocasiones frustraron los planes para la explotación de las innovaciones de algunas grandes empresas en sectores muy concretos». Durante la denominada Edad de Plata, hasta la II República (1931-1936), la ciencia española convergió con los estándares internacionales, pero invirtiéndose más en ciencia básica que en la aplicada.

— *En los tres primeros cuartos del siglo XX la aportación de la técnica y la ingeniería al progreso económico español se realiza principalmente a través de actuaciones del Estado y de empresas públicas. Las aportaciones desde iniciativas empresariales privadas son mucho menores, exceptuando las innovaciones técnicas que llegan a España a través de filiales de sociedades extranjeras que se instalan para atender el mercado español.*

Esta conclusión es corolario del elevado protagonismo del Estado y el sector público empresarial en la economía española durante el período histórico considerado. Mientras tanto, el sector privado muestra debilidades estructurales que le impiden impulsar iniciativas empresariales de cierta envergadura. Los ingenieros, civiles y militares, en su mayoría funcionarios públicos, desde distintos ámbitos de influencia, pilotan las intervenciones del Estado en la economía.

Así, particularmente durante el franquismo, el Cuerpo de Ingenieros Industriales influye en parte a través del control que ejerce en la aplicación de las regulaciones industriales, con un amplio y complejo sistema de autorización administrativa previa de

nuevos establecimientos y ampliaciones de diversos sectores industriales. Por otro lado, el Instituto Nacional de Industria, con políticas definidas sobre todo por ingenieros militares y artilleros de la Armada y del Ejército, es de gran importancia en la política tecnológica del franquismo, particularmente en sus primeros lustros. En un marco puramente civil, los ingenieros de caminos son los actores principales en los ambiciosos planes hidráulicos y diseño de la política del agua, así como en la construcción de infraestructuras para el transporte. La política agraria, con las actuaciones de colonización de importantes superficies de tierra en todo el territorio nacional, estuvo bajo el control de los ingenieros agrónomos desde el ministerio, particularmente desde el Instituto Nacional de Colonización, creado en 1939. La amplia política de repoblación forestal, otra de las señas de identidad en el terreno geoeconómico del régimen, tuvo como actor principal al Cuerpo de Ingenieros de Montes, especialmente través del Patrimonio Forestal del Estado, órgano paraestatal.

No debe sorprender que, en el balance sobre la aportación de la ingeniería a la sociedad española que hace el profesor Silva en su estudio introductorio, sobresalga el capital público:

«los hm<sup>3</sup> de capacidades de embalse de agua; las ha de superficie puesta en regadío; los km de longitud de las riberas interiores creadas; las ha de superficie repoblada con nuevas masas arbóreas; los megavatios de potencia instalada para la generación eléctrica (hidráulica, térmica convencional, o termonuclear; megavatios, MW); los km de longitud y conectividad en redes de distribución hidráulica, eléctrica o telefónica.»

La diferente aplicación de la técnica y la ingeniería en el sector público y en el sector privado se explica muy probablemente por el retraso educativo en el conjunto de la población española, agravado por la Guerra Civil y los años de posguerra, y con grandes diferencias entre regiones dentro del país. En este sentido, la población española alfabetizada en 1900 representa tan solo el 52,6 por 100 de la población con 10 o más años; 40 años más tarde, todavía existe un 17,3 por 100 de personas por alfabetizar. La escolarización total de la población de 6 a 13/14 años no se alcanza hasta la década de los setenta (Viñao, 2014, p. 32). El *Libro Blanco* de 1969, que sirve de base a la reforma educativa en España, presenta este pobre balance del estado de esta enseñanza, cuando, además, se está todavía lejos de alcanzar la paridad entre hombres y mujeres:

«en resumen: de cada 100 alumnos que iniciaron la Enseñanza Primaria en 1951, llegaron a ingresar 27 en la Enseñanza Media, aprobaron la reválida de Bachillerato Elemental 18 y 10 el Bachillerato Superior; aprobaron el Preuniversitario 5 y culminaron estudios universitarios tres alumnos en 1967.» (Citado por Viñao, 2014, p. 33.)

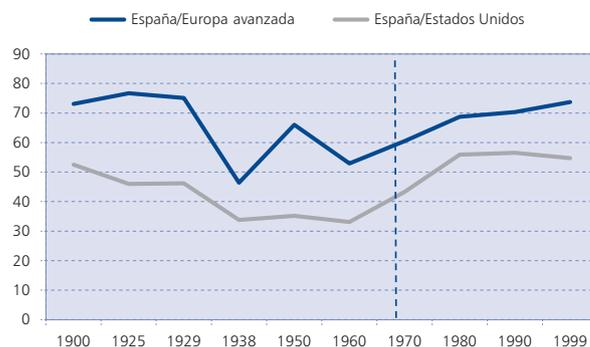
Con una elevada probabilidad, el 3 por 100 con estudios universitarios terminará trabajando en la administración pública y aledaños. En la misma línea, en España, el número de ingenieros por 1.000 trabajadores industriales en 1900 (1930) es de 3,4 (5,6), frente a los 4,4 (11) de Alemania y los 5,8 (15) de Estados Unidos (Guillén, 1994). Entre 1960 y 1970, España es también uno de los países desarrollados con menos porcentaje de titulados universitarios entre los directivos empresariales: 33 por 100, comparado con 94 por 100 en Estados Unidos, 89 por 100 en Francia y 78 por 100 en Alemania. Mayoritariamente son ingenieros, al igual que en Francia y Alemania (López y Valdalisó, 2000, p. 442-444). Sin embargo, se ha de señalar el gran protagonismo que los ingenieros industriales tuvieron en la creación de los primeros centros superiores de formación empresarial en España, en particular la EOI, el IESE, o la EADA (tal como describe el profesor Silva en el estudio introductorio, pp. 70-71); otros centros, como Deusto y ESADE, surgieron por iniciativa de la Compañía de Jesús. En todo caso, está todavía pendiente un estudio en profundidad sobre la aportación diferencial de estas escuelas a la sociedad española.

— *El «milagro económico español» consistió en recuperar el tiempo perdido durante la Guerra Civil y la Autarquía. La convergencia con otros países del entorno es, todavía hoy, una asignatura pendiente de la economía española.*

Entre 1960, cuando se pone en marcha el plan de estabilización de la economía española que asienta su apertura exterior, y 1975, final del franquismo, se produce el llamado «milagro español»: un proceso de rápido crecimiento y convergencia en el PIB per cápita con los países desarrollados del entorno. El gráfico 1 muestra la ratio del PIB per cápita de España en relación al PIB per cápita de otros países con los que se compara. A partir de estos datos se dispone de una valoración relativa del milagro.

Entre 1900 y 1929, España converge en PIB per cápita con la Europa avanzada, pero diverge con Estados Unidos (Primera Guerra Mundial). Del 29

GRÁFICO 1  
PIB PER CÁPITA (EN DÓLARES AJUSTADOS POR PARIDAD DE COMPRA) DE ESPAÑA EN RELACIÓN CON EL PIB PER CÁPITA PROMEDIADO PONDERADO DE LOS PAÍSES EUROPEOS MÁS AVANZADOS Y ESTADOS UNIDOS



Nota: Países europeos avanzados: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Francia, Países Bajos, Reino Unido y Suecia.

Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 5.9 (p. 177) de Prados de la Escosura (2003).

al 38, España diverge (Segunda República y Guerra Civil); después España se beneficia de la Segunda Guerra Mundial convergiendo con otros países europeos, pero mantiene la distancia con Estados Unidos. Entre 1960 y 1975 España recupera las posiciones relativas de principios de siglo, es decir, los años del milagro sirven para recuperar la pérdida de posición relativa que se extiende, con altibajos, durante los primeros sesenta años del siglo XX. En 2020, el PIB per cápita de España sigue estando un 20 por 100 por debajo del correspondiente a los países de la zona del euro y un 25 por 100 por debajo del PIB per cápita de Estados Unidos, lejos todavía de la convergencia según datos de la OCDE.

El profesor Silva, en el estudio introductorio a la obra afirma: «El llamado ‘milagro económico’ español» es claramente deudor de la labor de los ingenieros». Una afirmación que fundamenta en parte dando cuenta del capital público que acumula la economía española durante los años del desarrollismo, años en los que muchos ingenieros ocupan mayoritariamente los ministerios y organismos públicos, incluido el INI.

¿Por qué persiste durante tanto tiempo la divergencia de España, y del resto de países del sur, con los países del centro y norte de Europa? Sin duda, habrá muchas razones, pero, en nuestra opinión, la

divergencia se explica en buena parte por la dualidad del tejido empresarial español, y más concretamente con la insuficiente profesionalización del sector empresarial privado en España (el sector público empresarial lleva años reducido a la mínima expresión). Esta situación viene de lejos, como pone de manifiesto una investigación reciente sobre la gestión empresarial y la productividad de las empresas italianas en la posguerra. El Plan Marshall incluyó el viaje a Europa de observadores de Estados Unidos con la misión de detectar oportunidades de mejora y acelerar la reconstrucción. Después de consultar varios documentos de la época, la investigadora Michaela Giorcelli escribe: «In 1949, after visiting several factories across Europe, the Bureau of Labor chief of productivity and technology development claimed that inefficiencies in management were a more severe problem than war damages» (2019, p. 125). Y continúa: «productivity levels in the US were more than twice those of Great Britain, and more than three times that of Belgium, France and other industrial countries in Europe». (p. 125.)

Técnica y gestión se complementan mutuamente. Una sin la otra pierden toda su efectividad para mejorar la eficiencia productiva sobre la que se sostiene el progreso del conjunto de la sociedad. Avanzado el siglo XXI, investigaciones académicas (Bloom y Van Reenen, 2007; Bloom *et al.*, 2013), confirman lo que los observadores del Plan Marshall ya constataron en el laboratorio europeo poco después de la guerra mundial: la gestión importa, y mucho, para la mejora de la productividad.

## CONCLUSIÓN

Ciencia, tecnología, progreso técnico, son palabras clave repetidas en gran parte de las investigaciones económicas. La visión del profesor Manuel Silva de impulsar, como director y coordinador, una obra «monumental» (7) sobre la historia de la técnica y la ingeniería en España en la doble dimensión, «interna» y «externa», abre el camino a la interdisciplinariedad, eje esencial en la colección desde el primer volumen. Ello incluye también a la economía, cuyo interés por comprender, analizar e impulsar el progreso técnico forma parte del núcleo central de la disciplina.

En todo caso, lo que se pretende en esta reseña es generar interés entre los economistas por la lectura y el estudio de la historia de la técnica y la ingeniería, máxime cuando para ello cuentan

con una obra colectiva única, en la que participa más de un centenar de colaboradores. Pensada, dirigida y presentada por el profesor Silva, una persona que desarrolla su carrera profesional en la ingeniería. Aunque el objetivo es compartido, conocer y comprender porqué y cómo el progreso técnico contribuye al bienestar de las personas, el análisis desde la propia técnica e ingeniería, comparado con el que hacen los economistas es, primero, más comprensivo. Por ejemplo, entre los estudios económicos se minusvalora, en general, la importante contribución al bienestar de los avances en tecnologías tan importantes como la tecnología química, con fertilizantes, colorantes, fitosanitarios, medicinas, y la ingeniería agraria responsable de importantes mejoras en la productividad. En segundo lugar, es más prolijo en el análisis de los procesos de producción de las innovaciones, lo que permite una visión de conjunto con interrelaciones y complementariedades entre tecnologías; desde la economía se priman los efectos del progreso técnico sobre el crecimiento de los agregados económicos, PIB, PIB per cápita, mientras que la técnica y la ingeniería predomina la atención a los procesos que transforman el conocimiento en bienes y servicios, entrelazando tecnologías y sistemas dinámicos donde los procesos creativos se refuerzan mutuamente.

En el caso de esta historia de la técnica e ingeniería en España, es encomiable el esfuerzo y los brillantes resultados en integrar la técnica y la ingeniería como elementos indisolubles de la cultura social. También me parece aleccionador para los economistas los episodios de la obra donde quedan en evidencia los cuellos de botella que, en el pasado, han limitado el desarrollo industrial desde España de invenciones de científicos e ingenieros españoles (8) y que, cien años después, siguen obstaculizando el impulso científico-técnico al crecimiento económico.

Pero es evidente que técnicos e ingenieros, de un lado, y economistas y gestores/manager, por otro, tienen competencias, responsabilidades e incluso visiones diferentes, aunque complementarias, sobre su contribución al progreso social. La división del trabajo ha demostrado su gran potencialidad de crear riqueza y nos ha enseñado que, para que todos ganemos con la especialización, la solución es orquestar una buena colaboración entre especialistas. No se me ocurre mejor forma de resumir el mensaje de cierre y recomendación de este texto que la siguiente frase, tomada literalmente de una

reciente publicación impulsada por el grupo de trabajo *The Work of the Future* (2020) del MIT (9):

«To channel the rising productivity stemming from technological innovations into broadly shared gains, we must foster institutional innovations that complement technological change.» (p. 5.)

Tecnología e instituciones deben complementarse mutuamente para una prosperidad inclusiva y sostenible. En este contexto, animo al profesor Silva a que en un venidero volumen de esta admirable colección sobre Técnica e ingeniería en España incluya un capítulo, al menos, tratando de responder a la siguiente pregunta: ¿hasta qué punto, durante el desarrollismo, la innovación organizativa de las empresas españolas fue o no el complemento adecuado para que la técnica y la ingeniería pudieran desarrollar todo su potencial de mejora del bienestar?

#### NOTAS

(\*) Nuestro agradecimiento al profesor MANUEL SILVA por su generosidad, facilitándonos cuantos datos le hemos solicitado sobre la colección.

(1) Introducción del vol. I, 2.ª edición: *El Renacimiento. De la técnica imperial y la popular*, 2008, p. 7.

(2) Introducción del vol VII: *El Ochocientos. De las profundidades a las Alturas*, 2013, p.10.

(3) De la página web de la Real Academia de Ingeniería, una de las tres instituciones editoras, se pueden descargar íntegra y libremente los tres primeros volúmenes: <http://www.raing.es/es/publicaciones/libros/colecci-n-tcnica-e-ingenier-en-espa>  
Del resto, son igualmente accesibles todos los índices, los estudios introductorios, y los anexos, comprendidos los diccionarios con apuntes biográficos. El programa de liberación de la colección proseguirá en abril 2021. El Día del Libro estará enteramente accesible el volumen cuarto, primero relativo al Ochocientos.

(4) Resulta interesante el trabajo de JOVANOVIĆ y ROUSSEAU (2005) comparando la electricidad y las TIC a partir de las características de las llamadas «tecnologías de propósito general» (general purpose technologies, *GPT*, en inglés; DAVID, 1991; BRESNAHAN y TRAJTENBERG, 1996). Sus características son: 1) *Omnipresencia*: las *GPT* deben penetrar ampliamente en la gran mayoría de sectores. 2) *Mejora*: las *GPT* mejoran en el tiempo y, por consiguiente, los costes de acceso y uso de la misma deben mantener un descenso en el tiempo. 3) *Reproducción*: las *GPT* deben facilitar la invención y producción de nuevos productos y procesos. JOVANOVIĆ y ROUSSEAU presentan evidencias que confirman que la electricidad y las TIC cumplen las condiciones para ser consideradas *GPT* e incluso, en base a los análisis realizados, atribuyen a las TIC un mayor impacto que el que tuvo la electricidad. Sin embargo, no aportan evidencias ni cuantitativas ni cualitativas sobre diferencias en el impacto de la respectiva *GPT* sobre el crecimiento y el bienestar.

(5) Para el lector interesado en las cifras de crecimiento económico (*output*, *inputs* y productividad) de España en el período 1900-1975, en términos comparados con Estados Unidos y Europa, ver PRADOS DE LA ESCOSURA (2003).

(6) Control de movimiento a distancia mediante ondas hertzianas, el telekino fue reconocido en 2006 por el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) como «milestone» en el desarrollo de la ingeniería eléctrica a nivel mundial.

(7) En un ensayo-reseña sobre la colección Técnica e ingeniería en España, abarcando el Renacimiento, el Siglo de las Luces y el Ochocientos (i.e., los volúmenes I a VII), desde la perspectiva lingüística, el profesor JUAN GUTIÉRREZ CUADRADO (*Revista de Lexicografía*, vol. XIX, 2013, pp. 223-232) no duda en calificarla igualmente de *monumental*. Afirma que ello «encierra aquí los dos sentidos del Diccionario de la Real Academia; calificativo, como 'obra de dimensiones extraordinarias' por su extensión y complejidad, y especificativo, como 'obra científica, artística y literaria, en este caso, que se convierte en monumento por su mérito'.»

(8) Desarrollos técnicos exitosos que no se plasmaron en productos innovadores en España: submarino de PERAL; dirigibles semirrígidos de LEONARDO TORRES QUEVEDO; autogiro; telekino... El autogiro (Estados Unidos o Reino Unido) y los dirigibles (Francia, Reino Unido) fueron perfeccionados y comercializados en el extranjero. La historia del Talgo 2 es distinta (el problema del aluminio).

(9) La *task force* del grupo la componen: DAVID AUTHOR, profesor de Economía; DAVID MINDELL, profesor de Aeronáutica y profesor de Historia de la Ingeniería y la Manufactura; ELISABETH REYNOLDS, investigadora principal y directora ejecutiva del MIT Industrial Performance Center.

#### BIBLIOGRAFÍA

BLOOM, N. y VAN REENEN, J. (2007). Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 122, pp. 1351-1408.

BLOOM, N., BRYNJOLFSSON, E., FOSTER, L., JARMIN, R., PATNAIK, M., SAPORTA-EKSTEN, I. y VAN REENEN, J. (2019). What Drives Differences in Management Practices? *American Economic Review*, 109(5), pp. 1648-1683.

BRESNAHAN, T. y TRAJTENBERG, M. (1996). General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'? *Journal of Econometrics, Annals of Econometrics*, 65, pp. 83-108.

BRYNJOLFSSON, E., ROCK, D. y SYVERSON, C. (2018). The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. *Working Paper*. National Bureau of Economic Research, October. <https://doi.org/10.3386/w25148>

BRYNJOLFSSON, E. y McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technology*. New York: Norton & Company

DAVID, P. (1991). Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a not-too-Distant Mirror. En *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy* (pp. 315-347). París: OECD.

GIORCELLI, M. (2019). The Long-Term Effects of Management and Technology Transfer. *American Economic Review*, 109(1), pp. 121-152.

GORDON, R. (2016). *The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of Living since the Civil War*. The Princeton Economic History of the Western World. Princeton: Princeton University Press.

GUILLÉN, M. (1994). *Models of Management*. Chicago: Chicago University Press.

JOVANOVIC, B. y ROUSEAU, P. (2005). General Purpose Technologies. En P. AGHION y S. DURLAUF (eds.), en *Handbook of Economic Growth*, vol. 1B, pp. 1182-1222. Elsevier B.V.

LÓPEZ, S. y VALDALISO, J. M.<sup>a</sup> (2000). *Historia Económica de la Empresa*. Barcelona: Crítica.

PRADOS DE LA ESCOSURA, L. (2003). *El Progreso Económico de España (1850-2000)*. Bilbao: Fundación BBVA.

THE WORK OF THE FUTURE (2020). *The Work of the Future: Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines*. MIT.

VIÑAO, A. (2014). La Educación en el Franquismo (1936-1975). *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, 51, pp. 19-35.