

1

La salvaguarda de la ingeniería

Javier Aracil

Profesor emérito de la Universidad de Sevilla
Real Academia de Ingeniería

La técnica es nuestra empresa más definitivamente humana [...] configura la relación polémica específicamente humana entre 'libertad' y 'destino', [...] y] ofrece [...] un conjunto de prótesis libremente elegidas e inventadas para resistirse al menos parcialmente a nuestro destino.

Fernando SAVATER, *El valor de elegir*, Ariel, 2003: 95-96.

I

LOS LOGROS DE LA INGENIERÍA QUE HAN CAMBIADO NUESTRAS VIDAS

El mundo de la ingeniería, la forma más elaborada del quehacer técnico, es muy complejo, variado y amplio, y presenta múltiples vertientes. Además, juega un papel determinante en la exuberante proliferación del mundo artificial que es indisociable de la misma civilización. Pero la ingeniería, más allá de decir que es una peculiar conjunción de práctica y de teoría en la búsqueda de la utilidad, lo que es excesivamente laxo, resulta de difícil caracterización mediante una definición intensiva. La forma más conveniente de hacerlo es extensivamente. Y así, la National Academy of Engineering de Estados Unidos, a mediados de los años noventa, creó un Comité con el fin de identificar los grandes progresos de la ingeniería en el siglo xx que permitieran caracterizarla y de modo que la lista resultante suministrase también una relación de las mejoras que se habían producido en la calidad de vida de los habitantes de la Tierra que se han beneficiado de ellos. Los «logros de la ingeniería que han cambiado nuestras vidas», como así los denominaron (G. CONSTABLE y B. SOMERVILLE, 2003), ordenados por la importancia que les daba el Comité que los votó, son: 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 agronómica 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. En ella se pone de manifiesto cómo los fines primordialmente utilitarios característicos de la actividad de los ingenieros son los que definen la especificidad de su modo de actuación.

En este capítulo se van a analizar algunas cuestiones relativas a la idiosincrasia de la ingeniería, en un siglo que parece estar dominado por los asombrosos logros de la ciencia. Pero ¿quién duda del papel jugado en el siglo pasado por la aviación y la electrónica, por la automática y la robótica? Todas ellas son ramas de la ingeniería que han adquirido un especial desarrollo y han contribuido a definir rasgos específicos del progreso en el mundo artificial durante la pasada centuria, especialmente durante sus primeras dos terceras partes, que son las que se consideran en este volumen. Esta selección es mucho más restringida que la de la Academia americana del párrafo anterior y, como aquella, será discutida, pero más allá de ese cuestionamiento subyace a ella un sumario defendible de aportaciones cruciales a la evolución de la técnica. Pues bien, como se verá en páginas posteriores, el advenimiento de la aviación, de la electrónica y del control automático, revela características análogas a las de la máquina de vapor en el siglo XVIII, uno de los pocos ingenios que se acepta, casi sin discusión, que fue concebido sin ser una aplicación directa de conocimientos científicos ya asentados en esa época, sino que fue el producto del talento y la creatividad, de la facultad de innovación, de sagaces ingenieros que la inventaron inspirados por una motivación primordialmente utilitaria —lo que también sucedió con las revolucionarias máquinas textiles, otro de los puntales de la Revolución Industrial.

Así, en este capítulo no se pretende hacer un balance de las realizaciones de la ingeniería en el siglo XX (para ello el lector puede remitirse a G. CONSTABLE y B. SOMERVILLE, 2003, por ejemplo), sino más bien esbozar algunos casos representativos, los mencionados en el párrafo anterior, que permiten ilustrar la forma que adoptan en ese siglo las prácticas de la técnica, cuyas raíces son ancestrales (J. VEGA, 2010). El análisis, por su deseado alcance, se va a desenvolver en un marco que trasciende el ámbito propio de la ingeniería española, aunque aquí y allá se harán alusiones a ella —es posible que el relato histórico sea acusado de estar sesgado hacia Estados Unidos, pero es precisamente de ese país del que se dispone de una historiografía más amplia—. Además, con ello se generará un trasfondo que aportará elementos para enjuiciar las políticas científicas y técnicas llevadas a cabo en España.

El texto se divide en dos partes. En la primera, se analizará lo que de forma resumida se puede enunciar como la práctica de la ingeniería durante la primera mitad del siglo, como continuación de lo que había sucedido en tiempos anteriores. En la otra parte, se explora lo que sucede tras la Segunda Guerra Mundial y se discute el llamado modelo lineal, en boga en los primeros años de la segunda mitad del siglo.

La gran expansión de la ingeniería: una perspectiva internacional

Antoni Roca Rosell, Universidad Politécnica de Cataluña

Ana Cardoso de Matos, Universidade de Évora

Darina Martykánová, Universidad Autónoma de Madrid

Irina Gouzévitch, Centre Maurice Halbwachs, París

André Grelon, École des Hautes Études en Sciences Sociales, París

I

INTRODUCCIÓN

En el siglo xx, la ingeniería alcanzó una expansión extraordinaria, permeando de manera casi completa todos los aspectos de la vida social, incluyendo los asuntos militares, la producción agrícola e industrial, las comunicaciones y muchos aspectos del ocio y de la vida personal. Además, se consolidaron y se expandieron las corrientes que preconizaban la formación de los profesionales de la ingeniería en escuelas, donde se ofrecía una base científica sólida. Hay que decir, sin embargo, que en algunas de las nuevas especialidades surgidas en los años sesenta, como la informática, volvió a tener relevancia la ingeniería práctica, casi prescindiendo de una educación institucionalizada. Esto pone de manifiesto, de nuevo, que la ingeniería es una actividad orientada a idear y crear productos o sistemas, para lo cual recurre en lo posible, a los conocimientos científicos, por supuesto, pero también a la experiencia y al saber hacer, muchas veces transmitidos de manera personal.

Si bien la asociación entre ciencia «teórica» y técnica es una idea antigua, que se consagró sin duda durante el Renacimiento, la materialización de esa asociación, es decir, desarrollar la técnica con base científica, no se produjo de manera relevante hasta el último tercio del siglo xix. Tomamos como fecha de referencia la fundación del Physikalisch-Technische Reichsanstalt (Instituto Imperial de Técnica Física) en 1887, en Charlottenburgo (Berlín), un centro de investigación y análisis de metrología, centrado inicialmente en el electromagnetismo (CAHAN, 1989). Se trataba de una institución del Estado, pero la iniciativa vino de la industria privada, principalmente de Werner von Siemens (1816-1892), quien reclamaba una institución independiente para fijar los estándares de la naciente industria electrotécnica centrada en la iluminación, la telegrafía e, incipientemente, los teléfonos y los motores eléctricos.



2.1. El Instituto Imperial de Técnica Física patrocinado por Werner von Siemens (Charlottenburgo, 1887): *Tras el tratado internacional del metro de París en mayo de 1875, en el que participaron 17 países que acordaron la adopción del sistema métrico decimal, se fueron estableciendo laboratorios de estándares en diferentes países. El más relevante, sin duda, y quizás el primero, fue el Instituto Imperial de Técnica Física patrocinado por Werner von Siemens, empresario que hizo una importante donación para la construcción de las magníficas instalaciones de Charlottenburgo (municipio integrado hoy en día en Berlín). Hermann von Helmholtz (1821-1894) fue el primer presidente hasta su muerte.*

Este Instituto se ha convertido en uno de los símbolos de la nueva relación entre la ciencia, la técnica y la industria. Es evidente que no hay técnica ni industria sin la aplicación de saberes, pero estos saberes no tienen por qué estar formalizados como lo están en la ciencia. En la industria electrotécnica y en la nueva industria química de síntesis, la ciencia se convirtió en un elemento central del proceso productivo. En ambos casos, se trataba muchas veces de trasladar experiencias de laboratorio a la producción industrial, un cambio de escala siempre muy complejo. Para llevarlo a cabo, los ingenieros y los científicos con mentalidad aplicada tuvieron un papel esencial. Eran las personas con la formación adecuada para plantearse este tipo de problemas. En realidad, era la ingeniería «de escuela», es decir, la que había optado desde el siglo XVIII por una formación reglada en centros específicos —generalmente denominados *escuelas*, *institutos* o *academias*—, la que estaba mejor preparada para asumir el cambio. Como hemos mencionado, desde el Renacimiento, por lo menos, se había desarrollado una retórica sobre la necesidad de basar la práctica técnica —la ingeniería— en la ciencia, una retórica que partía de experiencias concretas, como las del mundo de la construcción o de la artillería, pero que en muchos otros campos era más un deseo que una realidad tangible.

Esta situación fomentó un nuevo replanteamiento de los sistemas de enseñanza técnica, apostando por su formalización, aunque conservando la preponderancia de

Los filósofos y la técnica en España: el lugar del ingeniero (entre el 98 y la transición)

Fernando Broncano
Universidad Carlos III de Madrid

La filosofía y la técnica no han tenido relaciones muy estrechas a lo largo de la historia¹. Los filósofos han considerado que el ámbito intelectual predominaba sobre el práctico, y cuando se han referido a la práctica lo han hecho predominantemente desde un punto de vista moral. Apenas encontramos en la historia de la filosofía referencias al saber práctico y a las características de los artefactos o a la figura del ingeniero. Hubo que esperar a que las revoluciones industriales acercasen las máquinas y los productos de la moderna ingeniería a la vida cotidiana, sacándolos de las fábricas y los talleres donde solo los obreros, los técnicos y los ingenieros tenían relaciones con ellos, para encontrar reflexiones filosóficas sobre el mundo de la técnica. Pero la Primera Guerra Mundial, la llamada *Gran Guerra*, y sus secuelas, entre ellas la Revolución rusa, dejaron patente que la cultura técnica era el principal factor de poder entre las sociedades. La técnica dejó de ser un tema ocasional en la literatura y comenzó a pensarse como un problema filosófico de dimensiones antropológicas. La paradoja es que, mientras que la técnica fue uno de los factores más importantes en el nacimiento de la ciencia, sobre todo en lo que se refiere al desarrollo de instrumentos de observación, medida y experimentación, desde el punto de vista de la conciencia cultural quedó subordinada a la ciencia como mera aplicación de un saber intelectual.

Tendríamos que decir que las cosas no fueron diferentes en la España contemporánea, aunque ciertas peculiaridades en la historia, la sociedad y la cultura española de los siglos XIX y XX hacen que, sin alejarse demasiado de esta trayectoria común,

¹ La contundencia de la frase podría ser corregida y matizada señalando los muchos contactos que han existido, comenzando por Platón y Aristóteles y pasando por Leibniz hasta llegar al siglo que nos ocupa, pero la afirmación tiene una intención comparativa. Así, por ejemplo, si comparamos la técnica con las otras dos realidades que caracterizan nuestra dotación de especie, la sociedad y el lenguaje, la ocupación relativa de la filosofía con respecto a estas dos últimas es abrumadora. Y, si nos referimos solamente al plano del conocimiento, la relación entre la filosofía de la ciencia y la filosofía de la técnica dejaría malparada a esta última.

la senda del pensamiento español discurra paralela y a veces separadamente de la europea ofreciendo matices propios. Son diferencias en el idiosincrásico modelo de modernización española a lo largo del siglo xx con respecto a los modelos paradigmáticos del centro y el norte de Europa: es un cambio desigual, tenso, dubitativo y con vericuetos de avance y retroceso. No obstante, hay que señalar que a pesar de la persistente conciencia de la singularidad de la historia propia, España no está sola en esta forma de cambio histórico en el contexto europeo. Varios países de la periferia, como Irlanda y Portugal, comparten con ella muchos de los problemas que la han aquejado (mucho más agudizados si incluyéramos a otras naciones-Estado, como son las que se forman en la disolución del Imperio otomano; menos agudizados, aunque con ciertas cercanías, ya que ocurre algo similar en Italia o Polonia), y pese a ello son muy propias e idiosincrásicas la conciencia y la dramaturgia que se hace de esta condición, debido en buena parte a la memoria del pasado imperial, que hizo mucho más visibles las dificultades de la modernización². Para decirlo de otra forma, el problema de España como tema, es decir, la singularidad de España, es parte de la singularidad de España. Es un paradójico caso de autorreferencia. La conciencia de sufrir el estigma de una peculiaridad contribuye a lo largo de más de tres siglos a crear una cierta cultura singular. Desde los *novatores* del siglo xviii (un movimiento que había comenzado ya a finales del xvi) hasta el *regeneracionismo* del xix se desenvuelve una larga controversia sobre la *diferencia* cultural de España. Curiosamente, y esto es lo que importa a nuestro tema, la ingeniería aparece de una manera sesgada en el desarrollo de la polémica. No es que quede completamente al margen de ella, pero sí es cierto que no forma parte del núcleo central del debate y que este lugar apartado de los focos hace que la técnica sea parte de una manera también especial de ser pensada entre los intelectuales en el marco de la controversia, que continúa a lo largo del siglo xx en formas no menos ácidas que en el pasado.

I

DERIVAS DE LA POLÉMICA DE LA CIENCIA EN ESPAÑA

En los albores de la generación del 98, ha sido bien estudiada y se conoce mucho la controversia sobre la aportación de España a la cultura europea, en particular el episodio denominado *polémica de la ciencia* en el contexto del regeneracionismo, cuyos protagonistas son, del lado del *integrismo*, principalmente Marcelino Menéndez Pelayo (apoyado por su maestro Gumersido Laverde, catedrático de Valladolid) y, del lado del regeneracionismo, Manuel de la Revilla y José del Perojo (entre

² Quizá no se haya desarrollado lo suficiente un análisis comparativo de las postrimerías de los imperios español, portugués y otomano, algo que nos permitiría extraer muchas conclusiones sobre la controvertida cuestión de la modernización inacabada en la Península.

Políticas para la ciencia y la tecnología

Ana Romero de Pablos
María Jesús Santesmases
Instituto de Filosofía, CSIC, Madrid

I

CIENCIA ACADÉMICA, INGENIERÍAS Y SOCIEDAD EN ESPAÑA DESDE 1900

El análisis de la historiografía sobre las políticas para la ciencia y la tecnología en España en el siglo xx se aborda aquí a través de las relaciones, convergencias y disonancias entre las políticas de los sucesivos Gobiernos españoles y las que se promovieron a escala internacional directamente influidas por liderazgos políticos, científicos y tecnológicos de otras naciones occidentales.

La primera parte de este capítulo está dedicada a las políticas españolas para el fomento de las investigaciones científicas y técnicas durante el primer tercio del siglo, hasta la Guerra Civil española. Las políticas nacionales se relacionan con las puestas en marcha en Alemania, Francia e Inglaterra, lo que inserta a España en la historia política y científica europea occidental.

En la segunda parte, se analizan las políticas para la investigación científica y la investigación aplicada durante la dictadura de Franco, en plena era del desarrollo de la energía atómica y en los años de la Guerra Fría, cuando las políticas occidentales, europeas y de Estados Unidos promovían la cooperación científica internacional.

A lo largo del período estudiado, los sucesivos Gobiernos crearon un conjunto de organismos como fueron la Junta para Ampliación de Estudios (JAE), el Institut d'Estudis Catalans (IEC), la Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero (JPIOE), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Junta de Energía Nuclear (JEN) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), entre los más importantes. Talleres, laboratorios, instrumentos, patentes, científicos e ingenieros son piezas clave de esta historia. A través de ellas seguiremos las políticas en un contexto en permanente interacción con el medio geográfico y político, en Europa y en Occidente, y donde las trayectorias de los centros de investigación importan combinados con las letras de las normas que los crearon y gobernaron.

Estas políticas deben ser entendidas y analizadas en espacios y tiempos concretos y en estrecho diálogo con las políticas económicas, industriales y sociales del

momento. Durante los setenta primeros años del siglo xx, en España se produjeron cambios importantes que tuvieron mucho que ver con la ciencia y la técnica, y que incidieron también en la modernización económica e industrial del país. Los treinta primeros fueron años de construcción, ampliación y redefinición de espacios urbanos que, obligados por el éxodo del campo a la ciudad, cambiaron sus perfiles no solo físicos, sino también demográficos y socioeconómicos. Los transportes, las comunicaciones, las canalizaciones de agua, las industrias, portaron prácticas tecnológicas que hubo que incorporar también a las políticas. La Guerra Civil y las políticas de la dictadura de Franco durante la década de 1940 quebraron esos desarrollos. A partir de la década de 1950, y tras el restablecimiento las relaciones con el extranjero, España comenzó a recibir la influencia de políticas científicas y tecnológicas de cooperación internacional puestas en marcha tras la segunda posguerra mundial.

II

EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XX

Las políticas de ciencia y técnica que marcaron el primer tercio del siglo xx hay que entenderlas en el marco del contexto histórico en que quedó España tras 1898 (CACHO VIU, 1997) y la influencia que la Institución Libre de Enseñanza (ILE) tuvo entre los círculos ilustrados del cambio de siglo¹. Las distintas voces que clamaron por una intensa demanda de transformación y regeneración, la mejor forma de hacer entrar a España en la modernidad, marcaron los esfuerzos que se hicieron desde el Estado en la educación y el desarrollo de la ciencia y la técnica. En unos momentos en los que las principales ciudades españolas comenzaban a crecer y a incorporar tecnologías que cambiarían sus perfiles, trazados y costumbres —canalizaciones de aguas, transportes, comunicaciones—, surgieron también voces que buscaban conectar a los universitarios españoles con los extranjeros. Las primeras normativas las puso en marcha Romanones en 1901². Estas voces que en ocasiones excedieron los marcos de las políticas partidistas buscaron consensos y apoyos para cambiar y reorientar las enseñanzas, también las enseñanzas técnicas, siguiendo modelos de otros lugares. A las ayudas promovidas por Romanones desde el Ministerio de Instrucción Pública, se sumaron en 1903 las del Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, encaminadas a ampliar la formación y las destrezas de personas formadas en las escuelas de artes y oficios y en las cámaras de comercio y agrícolas³. Estas

¹ Sobre la ILE tenemos los estudios ya clásicos de CACHO VIU y PÉREZ EMBID, 1962, JIMÉNEZ LANDI, 1996 y una reciente publicación de VV. AA., 2013, que muestran las nuevas perspectivas desde las que hoy se aborda la historia de esta institución.

² Real Decreto de 18 de julio de 1901, publicado en la *Gaceta* de 20 de julio de 1901.

³ Real Orden de 22 de septiembre de 1903, publicada en la *Gaceta* de 23 de septiembre de 1903.

El cambio técnico: de los contratos de transferencia de tecnología y de las patentes

Mar Cebrián Villar
Universidad de Salamanca

I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado enormemente el interés por el estudio económico del proceso de innovación. La importancia del cambio técnico en el desarrollo ha sido especialmente importante desde la Segunda Revolución Industrial. A lo largo de este capítulo se pretende reflexionar sobre la situación española en el ámbito científico y tecnológico en el período 1900-1973. La necesidad de examinar el papel de la tecnología en el crecimiento económico es importante dada la trascendencia que esta tiene en el progreso de cualquier nación. Nadie hoy en día duda de la relevancia que el progreso técnico tiene para el liderazgo de cualquier país. Sin embargo, esto no siempre ha sido así a lo largo de la historia ni en todos los países. Por ejemplo, en España la inversión en nuevas técnicas se ha considerado tradicionalmente como algo secundario, como se verá en el presente capítulo. España es uno de los países de la Unión Europea que menos apuesta por la innovación tecnológica en sus productos y servicios, y ha ido tradicionalmente a la zaga a la hora de aplicar las nuevas tecnologías.

Ahora bien, medir el cambio técnico no es sencillo; de ahí la variedad de indicadores que se han utilizado. Dos son los tradicionalmente más empleados: uno por el lado de los *inputs* —el porcentaje de gastos de I+D con respecto al producto interior bruto— y otro que hace referencia a los *outputs* o resultados del esfuerzo investigador —el número de patentes registradas—. Ninguno de los dos es completo, pues cada uno tiene sus debilidades. Además, ambos reflejan mejor el cambio técnico en una sociedad científicamente avanzada que en una atrasada como es la española. Por ello, es preciso complementarlos con otros indicadores, especialmente si se trata de países no situados en la frontera tecnológica.

La mayoría de los estudios existentes hasta la actualidad se han basado en el análisis de las patentes —una variable que estima los resultados o *outputs* de la innovación— para describir el cambio técnico en España. Si bien es cierto que las patentes constituyen un indicador útil para analizar los procesos de innovación tecnológica,

no es menos cierto que existen otras fuentes que son indispensables para el estudio del cambio técnico. Patentar no significa innovar, ni tampoco inventar, ya que hay inventos que no se patentan y parte de las patentes nunca se convierten en innovación¹. Además, hay otras formas de innovación, como son la importación de tecnología, la compra de maquinaria, la contratación de técnicos extranjeros, las mejoras organizativas, etcétera. Estas formas alternativas a la patente son especialmente importantes en países que no se encuentran en la frontera tecnológica y que han avanzado básicamente gracias a la importación de técnicas y equipos extranjeros. Este es el caso de España, 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. Por lo tanto, en este capítulo se combinarán ambos indicadores, las patentes y la importación de tecnología extranjera, para estudiar el cambio tecnológico que se dio en España en el período 1900-1973.

II

LA POLÍTICA ESPAÑOLA ANTE LA CIENCIA Y EL PROGRESO TÉCNICO

En este apartado, y antes de adentrarnos en el estudio del cambio técnico en España, se expone la postura tanto de la política española como de las empresas ante la ciencia y la técnica. Lo que nos interesa conocer son los esfuerzos que en España se han realizado a la hora de introducir nuevos conocimientos y técnicas. Para ello vamos a distinguir tres subperíodos: el primer tercio del siglo xx, los años de la autarquía (1940-1953) y, por último, el período 1954-1973.

II.1. *El primer tercio del siglo xx*

Si en algún momento se puede hablar del despegue de la ciencia en la España contemporánea es en los años que corresponden al primer tercio del siglo xx, cuando se dio una convergencia de la ciencia española respecto de la norma internacional. Es la denominada *edad de plata*, que, iniciada a finales del siglo xix, llegó a su cima histórica en la II República española (1931-1936)². En ese período la ciencia española se orientó hacia la ciencia básica más que hacia la aplicada.

Sería imposible entender esa etapa de la ciencia española sin hacer referencia a la Junta para Ampliación de Estudios (JAE), seguidora en algunos aspectos de la Institución Libre de Enseñanza. La JAE nació en 1907, aunque su actividad más importante tuvo lugar a partir de 1910, con la llegada de los liberales al poder. La Junta, dependiente del Ministerio de Instrucción Pública, se convirtió en el símbolo de la ciencia

¹ Z. GRILICHES, 1990.

² Sobre la generación de plata de la ciencia española véase S. LÓPEZ GARCÍA, 1995.

6

Los ingenieros españoles y la economía política entre los dos primeros congresos nacionales de Ingeniería Civil (1919-1950)

Manuel Martín Rodríguez
Universidad de Granada

Los ingenieros españoles celebraron sus dos primeros congresos nacionales de Ingeniería Civil en 1919 y 1950. Se ha venido aceptando que sus ideas económicas en ese período de tiempo, en el que su papel en la economía española fue muy importante, respondieron a lo que se ha llamado *ingenierismo*, un término con el que se ha ido haciendo referencia a que no tomaron en consideración los costes de oportunidad, rindieron culto a la eficiencia tecnológica y pensaron con fiadanza que el Estado podía ejercer un control racional y centralizado de la actividad económica. En este capítulo se ofrece una versión muy distinta. 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.

En junio de 1918, Federico Laviña, ingeniero de montes y presidente del Instituto de Ingenieros Civiles de España, que agrupaba entonces a las Asociaciones de Ingenieros de Caminos, Minas, Montes, Industriales y Agrónomos, anunciaba la celebración del I Congreso Nacional de Ingeniería, que se desarrolló en Madrid en noviembre de 1919 con la inclusión de los ingenieros militares, que habían solicitado su participación. Treinta años después, en mayo de 1948, Manuel Soto Redondo, ingeniero industrial y presidente del Instituto, al que se habían unido ya las Asociaciones de Ingenieros Navales, Aeronáuticos y de Telecomunicaciones, convocaba el II Congreso Nacional de Ingeniería, que tuvo lugar en Madrid en mayo-junio de 1950. Entre ambos congresos, el Instituto de Ingenieros Civiles consiguió un gran prestigio e impulsó numerosos actos en los que sus asociados, o economistas invitados, se ocuparon de las grandes cuestiones económicas del país¹.

¹ En el ciclo de conferencias sobre temas económicos y financieros celebrado en el curso 1933-1934, uno de los de mayor repercusión nacional de los que celebraron, junto a los ingenieros industriales

En el discurso de apertura del II Congreso, Agustín Marín y Bertrán de Lis, ingeniero de minas, que había sucedido a Soto Redondo al frente del Instituto y presidía el encuentro, dijo: «Cómo ha progresado el ingeniero en España y cómo se manifiesta ante el gran progreso de la ciencia, es lo que se va a demostrar en el Certamen que inauguramos»². Era cierto. Los ingenieros ocupaban entonces altos cargos políticos, formaban parte de la alta burguesía española, estaban al mando de las grandes empresas del país, habían creado un buen número de revistas en las que podían exponer sus conocimientos técnicos y expresar sus ideas y tenían una gran influencia en la política económica española³.

En este capítulo estudiamos la formación académica de los ingenieros españoles en economía y sus ideas sobre las grandes cuestiones económicas del país en el período entre ambos congresos (1919-1951). A lo largo de estos años existió continuidad respecto a dos temas que fueron comunes a la mayoría de los economistas españoles de ese tiempo: en cuanto a su formación, cierto rezago y cierta heterodoxia respecto a las corrientes principales de Europa del momento, aunque hubo notables excepciones de ingenieros que las conocieron, y con buen nivel analítico; y, en lo relativo a sus propuestas de política económica, una hegemonía del intervencionismo y del nacionalismo, también con buen nivel analítico en algunos de ellos⁴.

A partir de aquí, el capítulo se estructura del siguiente modo: a continuación se exponen las propuestas económicas de los ingenieros en el I Congreso Nacional de Ingeniería; en el penúltimo epígrafe (§VII) se analizan las consideradas en el segundo. En los cinco apartados centrales se estudian su formación académica y sus ideas económicas en ese período de tiempo, agrupadas en torno a cuatro grandes temas: orden económico, crecimiento económico, intervencionismo y proteccionismo,

José A. Artigas («La nueva posición del ingeniero en la economía»), José Castañeda («La participación de los ingenieros en el estudio de la economía») y José María Tallada («La crisis de una civilización»), intervinieron los economistas José Larraz («El paro, las obras públicas y el presupuesto»), Pedro Gual Villalbí («Las técnicas ante el problema de nuestro ordenamiento económico»), Román Perpiñá («Mercados e industrias»), Luis Olariaga («El drama económico norteamericano»), Enrique Rodríguez Mata («El crédito industrial») y Olegario Fernández Baños («La crisis económica y la mundial»).

² INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES DE ESPAÑA, 1951-1952, t. I: 143.

³ Sobre las revistas de los ingenieros, véase E. FERNÁNDEZ CLEMENTE, 2002; acerca de las revistas de los ingenieros de montes en particular, V. CASALS COSTA, 1996: 260-281. Todas las ramas de la ingeniería tenían sus propias revistas, unas de carácter científico y otras de carácter principalmente corporativo.

⁴ No hemos considerado útil, ni ajustado a lo que realmente ocurrió, adoptar aquí el punto de vista del llamado *ingenierismo*, predominante hasta ahora respecto a la economía de los ingenieros españoles en este período de tiempo. Según C. VELASCO MURVIEDRO, 1984, y L. E. PIRES JIMÉNEZ y J. L. RAMOS GOROSTIZA, 2006, principales valedores de esta corriente, el *ingenierismo* estaría caracterizado, de un lado, por la no toma en consideración de los costes de oportunidad y el culto a la eficiencia tecnológica pura y, de otro, por la firme creencia en la posibilidad de llevar a cabo un estrecho control racional y centralizado de la actividad económica en su conjunto.

Ingenieros del exilio español

Gonzalo López de Haro

Universidad Nacional Autónoma de México

Una historia de amplio espectro de la ingeniería española no solo debe concretarse a dar cuenta de personalidades y realizaciones técnicas en suelo peninsular, sino que también es necesario que considere la reseña de hechos en los que la labor de los profesionales que produjo el país se pudo extender más allá de los lindes nacionales estrictamente propios.

Se han cumplido ya más de quinientos años de la fecha en que detonó la decidida vocación ultramarina española, que llevó a muchos rincones del planeta no solo lengua, religión y costumbres, sino, sobre todo, otras formas de pensar y de hacer. En toda Hispanoamérica, y en varios otros países, existen abundantes y valiosos testimonios que dan fe de la profunda impronta que dejó la ingeniería española durante los tres a cuatro siglos que duró el período colonial, de lo que se ha dado cabal cuenta en volúmenes anteriores de esta colección.

Toca ahora ahondar en una huella más reciente: la de los ingenieros de la emigración republicana hacia otras tierras, con motivo de la Guerra Civil. La contienda y su desenlace marcaron un parteaguas en la trayectoria vital no solo de sus participantes directos, sino de todos los españoles. Los que salieron enfrentaron las dificultades de un obligado e incierto exilio. Los más, quienes permanecieron en esa España aislada y destrozada del inicio del franquismo, tuvieron que encarar una dura posguerra plena de carencias. Ahora bien, si con la guerra España se escindió, con el exilio se expandió. Una buena parte de la semilla de futuro español que no pudo florecer en la propia tierra logró hacerlo en otras latitudes.

Aunque existen cada vez más evidencias de la recuperación de una memoria histórica no del todo perdida, el hecho real es que la atención que se ha dedicado al éxodo de muchos españoles de indudable valía en los ámbitos de la política, las ciencias, las humanidades y las artes, ha eclipsado a otras personalidades y otras actividades en las que la emigración republicana tuvo dignos representantes. Todo el mundo ubica a Alberti, Buñuel y Casals, por citar algunos nombres, como insignes personajes de la diáspora española. En contraste, el exilio de los ingenieros sigue siendo un asunto casi ignorado, pese a sus manifiestos logros. Y si poco se conoce de lo que hicieron los ingenieros españoles en las tierras en que recalaron, menos se

sabe de la obra de aquellos niños y jóvenes exiliados, forjados como ingenieros en sus países de acogida.

Este capítulo 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. No se han considerado los ingenieros pertenecientes a familias exiliadas, ya nacidos en los países de acogida. Tampoco se aborda en este capítulo lo referente al denominado «exilio interior» de los ingenieros que permanecieron en España. Si bien el proceso del exilio tuvo sus propios tiempos, y la huella de sus ingenieros ha seguido profundizándose, la información aquí presentada ha procurado circunscribirse al período que va desde el inicio del éxodo hasta el fin de la dictadura franquista.

Una parte sustantiva de las referencias aquí consignadas tiene a México como centro de gravedad. Si bien en Francia fue donde se asentó en forma definitiva la mayor parte de los refugiados, México fue el país que recibió más ingenieros y, consecuentemente, el mayor beneficiario de sus capacidades y haceres. Más aún: el escenario mexicano resultó también favorable para propiciar y aprovechar la indudable eclosión de talento representada por el grupo más joven de exiliados que abrazaron la profesión de ingeniero, cuyos impactos son poco conocidos, y sobre los que el presente capítulo intenta dar cuenta.

El capítulo cierra con un epílogo debido a Daniel Reséndiz Núñez, gran personalidad de la ingeniería mexicana contemporánea. En una reflexión retrospectiva sobre el exilio español y la huella que en su persona dejaron algunos de sus integrantes, Reséndiz ha querido dejar constancia no solo de su aguda y propia visión sobre el tema sino, sobre todo, de su testimonio de gratitud —como ingeniero y como mexicano— hacia «quienes formaron parte de esa oleada venturosa».

La amplísima bibliografía sobre el exilio español y sus principales protagonistas cubre un espectro de tal amplitud que se dificulta la equilibrada apreciación de la importancia y la significación de cada aportación. Hay libros y artículos publicados desde los primeros años del exilio en los países de acogida hasta numerosas contribuciones recientes (una buena parte de las cuales corresponden a trabajos de investigación emanados del ámbito universitario español), en un claro intento de recuperación de una historia poco conocida en la España actual. Es, pues, muy abundante la información sobre el éxodo republicano, pero el tema específico de los ingenieros que formaron parte de ese éxodo no ha sido abordado con la atención que debiera merecer, pues si bien existen ciertas referencias en diversos estudios, la mayor parte de ellas son aisladas y de carácter tangencial.

Dos trabajos clásicos sobre el exilio en México son los de Mauricio FRESCO (1950) y Carlos MARTÍNEZ (1959); aunque, un tanto desiguales y no siempre precisos, ambos textos contienen información útil sobre nombres, actividades y logros de muchos