

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

---

# DEL NOVENTAYOCHISMO AL DESARROLLISMO

TÉCNICA E INGENIERÍA  
EN ESPAÑA



ESTUDIO INTRODUCTORIO  
INGENIERÍA, SISTEMA TÉCNICO  
Y SOCIEDAD:  
APUNTES SOBRE  
TRES CUARTOS DE SIGLO



El propósito del presente volumen es abordar un período tan diverso y complejo como una parte sustantiva del pasado siglo xx hispano. Sin duda de forma incompleta, se pretende esbozar un panorama en el que se puedan identificar continuidades y rupturas en el desarrollo de la técnica y la ingeniería, tanto con períodos anteriores, como dentro del que aquí se acota. Se arranca con el Desastre de 1898, la pérdida de los últimos territorios de Ultramar, limitándose el final del análisis con la *crisis del petróleo* de 1973, fecha de inflexión económica y técnica de alcance mundial. Debido al súbito y drástico incremento de los costes energéticos, tuvieron que llevarse a cabo replanteamientos técnicos e industriales trascendentes. Con esta crisis se termina de arruinar «la lógica» del proceso *desarrollista* vigente en la España de los sesenta, situándonos a las puertas de la Transición democrática, lo que se hace posible merced al fallecimiento del dictador Francisco Franco en noviembre de 1975.

Habida cuenta que para el Ochocientos contemplamos una definición temporal que, incorporando la primera década, nos adentra en el siglo xx cronológico, habrá unos años de solapamiento. Esto ha sido expresamente buscado. De este modo, el complejo período de transición intersecular se puede contemplar como culminación de la centuria previa, así como el arranque de las décadas aquí consideradas. El presente y siguiente volúmenes se corresponden con el cuarto de esta misma colección<sup>1</sup>, dedicado al Ochocientos.

Para la identificación de continuidades y rupturas conviene recordar, aunque de forma muy sintética e indiscutiblemente incompleta, parte de la herencia del avance técnico debido al Ochocientos. Sin lugar a dudas, se puede afirmar que el siglo xix legó un mundo técnico nuevo, insospechado en múltiples dimensiones. En el ámbito de la *energía*, recurso «doblemente» esencial desde la primera Revolución Industrial, se pueden enumerar innovaciones radicales como: (1) la renovación de las máquinas hidráulicas, con la aparición de muy diversos tipos de turbinas (que ofrecerán sus mejores rendimientos para muy diferentes pares caudal-altura del salto); (2) la significativa mejora en las máquinas de vapor (de combustión externa) para las

---

<sup>1</sup> Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. IV: *El Ochocientos. Pensamiento, profesiones y sociedad*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería / Institución «Fernando el Católico» / Prensas Universitarias de Zaragoza, 2007.

que se entrevé su ocaso a manos de las incipientes de combustión interna (motores alternativos y turbinas de combustión, muchos usuarios de diversos tipos de gases combustibles o refinados del petróleo); y (3) los motores eléctricos. Aún en el ámbito anterior, pero con la iluminación como objetivo, conviene distinguir, al menos, dos revoluciones, la primera protagonizada por el *gas*, la segunda basada en la *electricidad*. Imposible minusvalorar el hecho de que la luz de gas y la eléctrica crean el *día artificial*, el desvanecimiento de la natural frontera entre la luz y la oscuridad. Ello supone la extensión del número de horas operativas de la jornada tanto para el trabajo como para el ocio, algo que alcanza tanto la esfera íntima del hogar, como la pública de la ciudad, pasando por las instalaciones productivas y otras infraestructuras. Si los motores de combustión interna y los eléctricos terminan por desplazar a las máquinas de vapor, la iluminación eléctrica hará otro tanto con la de gas. En el marco de los *materiales*, el Ochocientos contemplará la eclosión de: (1) los elementos férreos lineales y másicos, con consecuencias determinantes no solo para la edificación, también para la construcción de máquinas (las de combustión e hidráulicas en particular); (2) el hormigón —bellamente denominado *piedra líquida*—, incluso armado; (3) el sector del aluminio, de gran importancia por sus propiedades (entre otras, su ligereza relativa con respecto al hierro y los aceros, su resistencia a la corrosión, su ductilidad y buena conducción de la electricidad y el calor, o el no ser magnético); y (4) nuevos productos de origen químico (fertilizantes, colorantes, etcétera). En el ámbito de la *información*: (1) se pasará de la telegrafía óptica a la eléctrica, anunciándose la transmisión sin hilos; (2) surgirán tanto la fotografía como el cine; (3) habrá mejoras sustantivas en las máquinas de clasificar y las de calcular. Finalmente, ligado a lo anterior, se atisban nuevos métodos de *organización* (fabril, pero no solo) donde se etiquetan algunos métodos de «científicos». En la lógica de los progresos de la nueva centuria, la aviación o la radio arrancarán como frutas tempranas.

A lo largo del siglo xx dos procesos se entrelazan. Por un lado, la evolución de la Técnica y la Ciencia universales (sec. I); por otro, el devenir técnico, económico y político en España. La sección II delinea una posible partición de los setenta y cinco años en seis (sub)períodos sobre los que se vuelve en las secciones III-VIII. Disquisiciones sobre ingeniería vs. «ingenierismo» (sec. IX), preceden a las líneas dedicadas a presentar el volumen, su génesis y contenidos (sec. X). Se espera que, aunque imprecisa e incompleta, la imagen que se esboza contenga elementos para una primera impresión sobre la urdimbre socioeconómica y política del período 1898-1973, así como sobre el engarce de diversos aspectos técnicos e institucionales de la ingeniería española. En términos pictóricos, ciertamente difiere la carga matérica en las disímiles pinceladas que se dan; o dicho de otra forma, varía el detalle con el que se alude a los diversos temas. Incluso no es difícil detectar la ausencia de algunos importantes. No obstante, como en la escultura de Pablo Gargallo (1881-1934), se confía en que el lector posicione parte de los huecos que detecte junto a la masa explicitada o aludida. Como contrapunto goyesco, intercalando ligeras y ondulantes pinceladas en colores complementarios (*i. e.*, notas

rápidas, con frecuencia a pie de página), se pretende obtener una imagen más dinámica. Detalles, matices complementarios, cautelas o anécdotas persiguen facilitar y estimular la lectura sin romper la naturalmente quebrada línea argumental básica.

El próximo volumen investiga trazas y reflejos de la técnica, la ingeniería en particular, tanto en otras expresiones de la cultura, como a través de manifestaciones de su herencia, el patrimonio cultural heredado. Conformando el trío inicial de volúmenes sobre los tres cuartos de siglo considerados, el décimo de esta colección abundará en el estudio de la evolución de la profesión. Centrado en la consideración de las instituciones para el desempeño profesional, así como para la formación, se contemplarán los cambios socio-profesionales, también la introducción de nuevas ramas, sus dependencias administrativas (ministeriales) y consecuencias que de ello se derivan. Aunque con enfoque diferenciado, el venidero volumen x se podrá contemplar en parte como el correspondiente en el siglo xx del volumen v de esta misma colección<sup>2</sup>. Estudios sectoriales sobre el desarrollo conceptual y técnico de la ingeniería en el período serán objeto de volúmenes posteriores.

## I

### BOSQUEJO SOBRE EL LEGADO TÉCNICO DEL PERÍODO

Desde el punto de vista de la evolución de la Técnica y la Ciencia universales, el impulso decididamente innovador del Ochocientos se prolonga y acelera drásticamente —explosivamente, para ser más precisos— con la nueva centuria. Si se quisiera caracterizar la evolución con tres adjetivos complementarios, diversidad, complejidad y velocidad podrían formar un trébede sustentador.

Desde los inicios de la centuria sobresale la expansión del sector *eléctrico*, que, en términos cualitativos de inversiones y como motor de cambios, se puede considerar que releva y supera al ferroviario, emblema del siglo anterior, también el progreso del sector *químico*, que incorpora masivamente los derivados del petróleo. La ingeniería química permitirá la extracción y el procesamiento de multitud de materias primas, proporcionando no solo combustibles (gasolina o benzina, gasoil, etcétera), también una gran diversidad de productos de síntesis (desde nuevos abonos, pasando por fitosanitarios, nuevos materiales y un amplio espectro de preparados médicos). Grandes sectores técnicos e industriales, electricidad y química conforman en gran medida la que se da en denominar Segunda Revolución Industrial. Enraizada en el Ochocientos, indisolublemente se le han de añadir cambios sustantivos en los métodos de producción. Estos últimos terminan difundiendo saberes y

---

<sup>2</sup> Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. v: *El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería / Institución «Fernando el Católico» / Prensas Universitarias de Zaragoza, 2007. También los capítulos 10, 11 y 12 del volumen iv.

procedimientos organizativos y técnicos que, requiriendo importantes inversiones, están pensados con el objeto de fabricar en serie artículos para el consumo de masas. En España, partiendo de posiciones de atraso relativo, electricidad, química y fabricación en serie agitan y presionan desde principios de siglo a la industria para su transformación, proceso que no se podrá decir que se moderniza «razonablemente» (*i. e.*, aún con matices) hasta la *década prodigiosa* (los años sesenta).

La electricidad generalizará una nueva forma de luz artificial, más agradable y limpia que las tradicionales (en particular no huele y reduce los riesgos de incendios). De hecho, a las centrales generadoras que se instalan a lo largo y ancho del solar nacional se les llama con gran frecuencia «fábricas de luz». Reflejo del ámbito cultural de esos momentos, al giro de 90° requerido por los antiguos interruptores de porcelana para encenderla se referían a veces nuestros predecesores con una expresión vulgar que hoy puede resultar entre extraña y divertida: «pellizcar la pared».

La versatilidad de su transporte en el seno de las más variadas instalaciones fabriles hizo desaparecer la práctica del «motor único» (normalmente, máquina de vapor o turbina hidráulica; en los comienzos de la electrificación, también un motor eléctrico para una parte del proceso) a cuyo árbol se engranaban o entrelazaban con correas diferentes ejes, incluso con cambios de orientación (gracias a engranajes cónicos, inicialmente de dientes rectos, posteriormente también en forma helicoidal). La electricidad no tardó en constituirse en la fuente de energía *secundaria* por excelencia, proviniendo de forma mayoritaria la energía *primaria* —la disponible más directamente en la naturaleza— de los saltos hidráulicos, el carbón o la leña, y, después, del petróleo. Con ello los motores —convertidores de energía eléctrica en mecánica— se pudieron ir asociando individualmente a las máquinas. En los hogares surgirán con rapidez diversos electrodomésticos (ventiladores, lavadoras, frigoríficos, etcétera). Pero la electricidad también fue, desde los comienzos de su explotación técnica, utilizada para vehicular la información mediante el telégrafo, incluso abundaron las aplicaciones terapéuticas. Posteriormente, sus posibilidades transmisoras y procesadoras de información mejoraron sustancialmente merced a la electrónica. Inicialmente basada en las válvulas de vacío (lo que se consolida en la década de 1920), se terminan de abrir las puertas al vertiginoso desarrollo de la radio, también de las máquinas de calcular; finalmente, con el descubrimiento del transistor (1947) y las técnicas de su integración masiva se abrieron mundos impensados. Sin duda alguna, una de las innovaciones técnicas más importantes del siglo xx es el nacimiento del *transistor*, dispositivo semiconductor generado en el marco de un proyecto de investigación militar en los Estados Unidos, lo que supuso un cierto retraso en su aplicación y difusión a productos civiles. La irrupción de los radorreceptores a base de transistores tuvo lugar a mediados de la década de los cincuenta, con propuestas desde los Estados Unidos (Texas Instruments e Industrial Development Engineering Associates, 1954), aunque de prestaciones bastante inferiores a los de válvulas, y desde Japón (Sony, 1955), de mucha mayor calidad. En cualquier caso, la electrónica es la base del conglomerado de las denominadas *tecnologías*

*de la información*, donde se integran la automática —disciplina que se ocupa de que los artefactos funcionen autónomamente, al menos parcialmente por sí solos—, la informática y las telecomunicaciones. La electrificación potenciará a la electrónica, y esta a su vez a la radio y a la televisión, también a la génesis de nuevos conceptos y medios para las redes telefónicas, los ordenadores, incluso el suministro de energía y el control de la refrigeración y el aire acondicionado, el transporte electrificado (los tranvías que sustituyen a los tirados por mulas, o la electrificación del tren), el láser y la fibra óptica, los rayos x, los vehículos espaciales, o los aparatos para el hogar, por citar algunos sectores técnicos relevantes en una lista casi interminable.

Junto con la electrificación y la proliferación de productos químicos, se han de considerar los *motores de combustión interna*, cuyos balbuceos y primeras realizaciones ocupan igualmente las últimas décadas del Ochocientos. Dada su potencia másica (potencia efectiva por unidad de peso del motor), estos motores son impulsores muy convenientes para los automóviles<sup>3</sup>, así como esenciales para la naciente aviación. Justamente, esta es innovación genuina del siglo xx, pues el primer vuelo de artefactos «más pesados que el aire» (lo que diferencia la *aviación* de la *aerostación*, basada en dirigibles), iniciativa de los hermanos Wright, data de diciembre de 1903. En sus inicios la aviación se basa, entre otras cosas, en la invención y el perfeccionamiento de las hélices (en lo que se parte de la experiencia ochocentista en la propulsión marina) y los motores alternativos, pero bastarán menos de cuatro décadas para que se desarrollen los primeros motores a reacción prácticos, los turborreactores.

Hasta la segunda mitad del siglo xx, la cesta de las energías primarias de origen inanimado comprende la *biomasa* (leña), la *fósil* (carbón, petróleo y gas, recursos celosamente guardados bajo tierra en escalas geológicas de tiempos, que darán lugar a grandes centrales termoeléctricas), la *hidráulica* (aprovechada desde la Antigüedad, con ruedas de eje horizontal, *vitruvianas*; posteriormente, con los rodeznos; finalmente, gracias a las potentes turbinas, comienza con el siglo la producción masiva de hidroelectricidad), y la *eólica* (molinos de viento; ya en los años noventa, aerogeneradores cuyas potencias crecerán exponencialmente, pero se trata de tiempos fuera del período que nos ocupa). El cambio de escala en la generación eléctrica, de la hidroelectricidad en especial, se consiguió gracias al transporte económico en alterna y muy alta tensión, «desacoplándose» así los centros productores de los consumidores. Para ello fue necesario que la ingeniería pudiese diseñar y construir muy diversas presas, canalizaciones, centrales, tendidos de transporte y centros de transformación a lo largo del territorio.

---

<sup>3</sup> El desarrollo de automóviles impulsados eléctricamente fue una idea explorada en el cambio al siglo xx. Chocó con el problema, aún no bien resuelto, del almacenamiento de la energía. En este sentido, cabe anotar que la «Compañía General de Coches Automóviles Emilio de la Cuadra, S. en C.» (fundada en 1898), debido en gran parte a ese empeño, hubo de suspender pagos a comienzos de 1902. Se refundará como «J. Castro, Constructora Hispano-Suiza de Automóviles, S. C.». Tras nueva quiebra, esta empresa deriva en 1904 en la célebre Hispano-Suiza, S. A.

Novedad radical, en los años cincuenta comienza a incorporarse «la peligrosa» energía de origen nuclear. Su desarrollo técnico eclosiona en plena Guerra Fría, tras haber mostrado su alcance destructivo con las explosiones de Hiroshima y Nagasaki (agosto de 1945). El discurso «Átomos para la paz», pronunciado en la Asamblea General de la ONU (diciembre de 1953) por Dwight Eisenhower, presidente de los Estados Unidos, representa un punto de inflexión. Concitador de entusiasmos y escepticismos, a pesar de estos últimos, bajo los auspicios de las Naciones Unidas se celebró en agosto de 1955 (Ginebra) la primera Conferencia Internacional sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica. Estas centrales nucleares serán termoeléctricas, más precisamente denominadas *termonucleares*, frente a las movidas por energía fósil, *térmicas convencionales*.

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). Igualmente, requieren disponer de gigantescas capacidades de almacenamiento, cálculo y ordenación de datos, lo que ayuda a mejorar la información, finalmente a perfeccionar comprensiones y diseños en las más diversas áreas, también de sí mismos. 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).

La ingeniería sanitaria y la bioingeniería, la captación de agua, su tratamiento y las necesarias redes de distribución, o el desarrollo de nuevos materiales (hormigones pretensados, aleaciones especiales, plásticos, cerámicas, semiconductores, etcétera) son epígrafes que sugieren líneas en las que la ingeniería del pasado siglo xx ha posibilitado mejoras sustantivas en la calidad de vida.

En lo dicho se ha hecho énfasis (coyuntural) en la energía, los materiales y la información. Las *disciplinas de la vida* han protagonizado igualmente un adelanto gigantesco, desde las ingenierías relacionadas con la salud, hasta la agronomía, por ejemplo. En este último sentido, es un indiscutible referente la «revolución verde».

Pacífica por excelencia, terminará galardonando con el Premio Nobel de la Paz (1970) al ingeniero agrónomo Norman E. Borlaug, «por sus contribuciones a la *revolución verde* que ha impactado a la producción de alimentos, particularmente en Asia y en Latinoamérica». Gracias a esta, a partir de la década de los sesenta, se incrementa la productividad agrícola por encima del ritmo de crecimiento de la población, alejando con ello predicciones malthusianas de hambruna a escala planetaria. La obtención y diseminación de nuevas variedades de cereales (trigo, maíz y arroz, los más emblemáticos de Europa, América y Asia, respectivamente), en conjunción con una potente mecanización (tractores, cosechadoras, etcétera) y la electrificación, los fertilizantes y los fitosanitarios (productos de la ingeniería química), y los regadíos, han conducido no solo a mayores productividades, también a mayores resistencias a diversas plagas, o a una relativa tolerancia a condiciones climáticas extremas<sup>4</sup>.

En aras de una imperiosa brevedad, y para no reiterar conceptos y adelantos en torno a los temas aludidos, dirigimos al lector a los dos capítulos con los que se inicia este volumen<sup>5</sup>, en los que, entre otras cosas, se abordan visiones complementarias sobre los avances técnicos y la génesis de nuevas especialidades de la ingeniería. A partir de una segmentación en períodos con —siempre relativa— homogeneidad, en lo que sigue sobrevolamos telegráficamente los tres cuartos de siglo de los que se ocupa este volumen.

## II

### TRES CUARTOS DE SIGLO: BREVE PERSPECTIVA TEMPORAL EN ESPAÑA

El lapso temporal considerado se inicia en 1898. En términos de la historia contemporánea hispana con el Desastre «por antonomasia», crisis nacional percibida tras la derrota militar frente al imperio emergente, los Estados Unidos (EE. UU.). Disrupción con raíces dilatadas en el tiempo, supuso la definitiva liquidación de los restos del imperio ultramarino español construido a partir de la primera expedición colombina a América (1492). El tiempo del cierre contempla otra crisis. De raíz política

---

<sup>4</sup> Habiendo permitido ganancias importantes en productividad (la duplicación de producciones entre las décadas de los setenta y de los ochenta), el proceso no está exento de críticas por sus importantes consumos hídricos, de fertilizantes y el alto grado de mecanización requeridos. Ello ha aumentado las desigualdades, pues el desarrollo de esta nueva agricultura no está al alcance de todos por igual (*i. e.*, no beneficia en la misma medida a las zonas más pobres). Por otro lado, ha incrementado para los agricultores su dependencia de las grandes multinacionales que proveen las semillas, los fertilizantes y los fitosanitarios. Finalmente, irrigaciones intensivas han favorecido, en determinados lugares, la relativa salinización de los terrenos.

<sup>5</sup> Javier ARACIL, «La salvaguarda de la ingeniería» (capítulo 1), y Antoni ROCA ROSELL, *et alii.*, «La gran expansión de la ingeniería: una perspectiva internacional» (capítulo 2).

externa<sup>6</sup>, en Occidente se manifestó en forma de embargos en el suministro petrolífero. Bien conocida internacionalmente como la «crisis del petróleo» (1973), el precio del crudo terminó más que duplicándose con rapidez, con lo que los costes relativos en los sistemas de producción cambiaron sustantiva y vertiginosamente, conduciendo a una recesión económica global en un marco inflacionario. La ingeniería hubo de reaccionar poniendo en marcha procesos y artefactos energéticamente menos consumidores, así como fuentes complementarias de energía. Con el tiempo, debido a una mayor conciencia medioambiental, sistemas menos contaminantes.

Los acontecimientos en el solar hispano aconsejan dividir el lapso 1898-1973 en al menos dos períodos con características políticas, económicas y técnicas muy diferenciadas. Hacia la mitad arranca la mayor y más trágica discontinuidad en la historia española del Novecientos: la Guerra Civil (1936-1939), básicamente visualizada en sus instantes iniciales (el 18 de julio de 1936) con la sublevación de las tropas españolas acantonadas en África. Se trata del cuarto gran conflicto bélico civil contemporáneo en España, tras las tres «guerras carlistas» sufridas en el Ochocientos. Es punto de desviación extraordinariamente perturbador y sangriento, que no trataremos específicamente. Una de sus consecuencias será un drástico cambio en el rumbo socio-económico, muy particularmente en el primer franquismo.

Naturalmente, las guerras son períodos en los que la ingeniería juega siempre un papel muy importante<sup>7</sup>. De hecho, en esos años de conflagración en España, por un tiempo, se tratan de proseguir algunas políticas republicanas, pero muy rápidamente los condicionantes bélicos convertirán lo avanzado en casi testimonial; en el bando sublevado, la situación es justamente la contraria, y se puede contemplar la estrategia industrial y económica como germen de procederes que se desarrollarán durante la década de los cuarenta. Período corto (la guerra no llega a durar tres años), muy condicionado por otros países (en particular por la entente Alemania-Italia, y la Unión Soviética), la ingeniería ha recibido atención en algunos trabajos<sup>8</sup>. Por otro lado, en el trágico exilio re-

---

<sup>6</sup> Represalia a los Estados Unidos y sus aliados de Europa occidental por el apoyo a Israel en la guerra árabe-israelí de 1973 (guerra de Yom Kipur). En sus primeros compases, el boicot petrolífero de la OPEP no afectó directamente a España, país que no reconocía a Israel.

<sup>7</sup> Una interesante y amplia visión del papel de la ingeniería en el gran conflicto internacional que se produce justo a continuación del español es: Paul KENNEDY, *Ingenieros de la victoria. Los hombres que cambiaron el destino de la Segunda Guerra Mundial*, Barcelona, Debate, 2014.

<sup>8</sup> Dos ramas de la ingeniería particularmente relevantes en el contexto fueron la industrial y la de caminos, «paralelas» en el ámbito civil a la artillería (esta última considerada como ingeniería industrial militar) y a la ingeniería militar. Un estudio económico sobre la industria en la España republicana y en la de Franco se consideran en: Jordi CATALAN, «La industria entre la guerra y la revolución, 1936-39», *VII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica* (Sesión A2, «La economía de la Guerra Civil, 1936-1939»), A Coruña, septiembre de 2005. [http://www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/a2\\_catalan.pdf](http://www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/a2_catalan.pdf); apuntes adicionales: Elena SAN ROMÁN, «De la Gran Guerra a la Guerra Civil: El nacimiento de la Movilización Industrial», *Circunstancia: Revista de Ciencias*

publicano se ha de contar el capital humano que hubo de dejar sus raíces para contribuir al desarrollo cultural y económico de otros países, particularmente en el acogedor México del general Cárdenas, también en Chile, Francia, Rusia o Venezuela, entre otros. Entre los exiliados, un nutrido grupo de técnicos superiores como ingenieros (sobre los que se da cuenta en el capítulo 7) y arquitectos, una importante pérdida de capital humano.

El primer macro período resultante en esta partición temporal (1898-1936) se suele denominar, con matices (conceptuales y temporales), *Edad de Plata* de la cultura española, habida cuenta de la calidad, y el protagonismo cultural y social de intelectuales, literatos, artistas, y —no se olvide— médicos, ingenieros, arquitectos y científicos. Arrancando tras la conflagración nacional, el *franquismo* (1939-1975) es el segundo macro período. Ni uno ni otro son homogéneos. En ambos se pueden diferenciar tres períodos, al menos.

El último cuarto del Ochocientos está definido por la Restauración borbónica<sup>9</sup>. Al decir de Pedro Laín Entralgo es el «cómodo y engañoso remanso de la vida española que subsigue a la Restauración y a la última guerra carlista»<sup>10</sup>, los galdosianos «años bobos». Su prolongación en el primer cuarto del siglo xx se vio seriamente alterada en lo político con el incruento golpe de Estado del general Miguel Primo de Rivera, quien contaba con la aquiescencia del rey, y estaba apoyado y alentado por amplios sectores de la sociedad (los empresarios y una parte significativa de la clase media, especialmente en Cataluña, incluso por diversas fuerzas políticas y sindicales). Incapaz de renovarse y acosado por graves problemas sociales, de este modo se cierra el agotado y caciquil sistema canovista de alternancia en el poder de conservadores y liberales, *turnismo*, cuya situación se hallaba agravada por el cruento conflicto co-

---

*Sociales del Instituto Universitario de Investigación Ortega y Gasset*, n.º 19, mayo 2009 (Ejemplar dedicado a *La Guerra Civil española 70 años después: panorama multidisciplinar*). En registro complementario, es singular el trabajo de Guillermo LUSA, «Los tres directores de la escuela durante la guerra (1936-1939)», *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 2013-2015 [I. *Fidel Moncada Nieto* (n.º 33), 2013; II. *José Ballvé Martínez* (n.º 34), 2014; y III. *Santiago Rubió i Tudurí* (n.º 35), 2015]. La ingeniería de caminos hubo de concentrarse en reparar o reconstruir infraestructuras (particularmente, carreteras y ferrocarriles), ámbito en el que por su vulnerabilidad e interés destacan los puentes (fáciles de arruinar y destrucción eficaz para incomunicar); el tema es tratado en Vanesa M. GARCÍA-LOZANO, *La ingeniería de Caminos durante la Guerra Civil española. Destrucción y reconstrucción de puentes*, tesis doctoral, Universidade da Coruña, 2015.

<sup>9</sup> Arranca con los comienzos de 1875, un año después del pronunciamiento militar del general Manuel Pavía (enero de 1874), de tendencia republicana pero unitaria (no federalista), que *de facto* pone las bases con las que se termina con la agitada experiencia de la I República. Fue seguido por el golpe del general Martínez Campos (diciembre de 1874), el que restaura la monarquía, cierre del denominado Sexenio Democrático, período que por cierto había comenzado con otro pronunciamiento militar (en septiembre de 1868, el conocido como la Revolución Gloriosa). Lamentablemente, en la historia de España de los dos últimos siglos abundan los pronunciamientos y golpes militares.

<sup>10</sup> Citado por Manuel PUELLES BENÍTEZ, *Educación e ideología en la España Contemporánea*, Madrid, Tecnos, 1999: 199.

lonial en Marruecos (donde el Ejército español estaba lastrado por la corrupción y la clamorosa incompetencia de muchos de sus mandos supremos, así como por la indecisión política). El resultado fue la instauración de una dictadura (1923-1930), que arranca suspendiendo las garantías constitucionales, prohíbe los partidos políticos, censura la prensa y el derecho de reunión, así como reprime al movimiento obrero; también a los nacionalismos periféricos, singularmente al catalán. Además del «control de la calle», entre sus éxitos de amplia repercusión se encuentra la rendición de Abd-el-Krim en la guerra del Rif (1926), tras el desembarco en Alhucemas, considerado el primero aeronaval exitoso de la historia (1925). Esta dictadura se prolonga con la denominada *dictablanda* del general Dámaso Berenguer, comprendido el fugaz paso por la presidencia del Gobierno del almirante Juan Bautista Aznar. Convocados por este último unos comicios municipales, fueron «interpretados» como un plebiscito a la Corona. La importante victoria de las opciones republicanas en las grandes ciudades trajo la República (1931), cuando en el ámbito rural —España era aún un país más rural que urbano— los resultados no fueron los mismos.

En el franquismo, la década de los cincuenta constituye un período de articulación entre la Autarquía y el Desarrollismo, hecho que a veces no se reconoce adecuadamente, integrándolo con la primera. El año 1950 se puede tomar como una primera delimitación temporal, entre otras razones, porque marca el comienzo del fin del aislamiento del Gobierno del general Franco a nivel internacional. En efecto, en ese mismo junio de 1950 arranca la guerra de Corea, claro indicador de las potencialidades de expansión de los regímenes comunistas a nivel mundial<sup>11</sup>. Ante la amenaza que supone una posible invasión del resto de Europa por parte de las tropas soviéticas, España ofrece una posición geoestratégica nada desdeñable a la potencia hegemónica, los Estados Unidos. Ello se va a traducir en: (1) la derogación en ese noviembre de 1950 del acuerdo de la ONU de diciembre de 1946 por el que se excluía al Gobierno español como miembro de los organismos internacionales establecidos por las Naciones Unidas; (2) un crédito de 62,5 millones de dólares concedido por el Eximbank (Export Import Bank, un banco ligado al Gobierno norteamericano) unos dos meses después de comenzada la guerra coreana, en ese septiembre; y (3) la decisión estadounidense de enviar un embajador a Madrid (retirado en 1945, entre tanto la delegación estuvo

---

<sup>11</sup> El cambio de postura de los Estados Unidos no solo fue reacción contra la posible expansión de la Unión Soviética, que en agosto de 1949 hizo explotar su primera bomba atómica; se ha de recordar que, rendido el Ejército japonés que ocupaba China, con la culminación de la Segunda Guerra Mundial se reanuda la Guerra Civil en el gigante asiático, proclamándose en octubre de 1949 la República Popular China. Ello altera sustancialmente el equilibrio geoestratégico en Asia. Consecuentemente, la guerra de Corea se puede considerar como un episodio de la Guerra Fría. Siguiendo un mandato de la ONU de ese mismo 1950, los Estados Unidos lideraron un contingente internacional. Franco hizo un ofrecimiento para participar en la intervención, pero no le fue aceptado. El conflicto coreano se cerró con un armisticio en julio de 1953, curiosamente el mismo año en el que se firman los Pactos de Madrid.

coordinada por encargados de negocios), diplomático que llegó en 1951<sup>12</sup>. Poco después, en septiembre de 1953, se firma en la capital española con los Estados Unidos el Convenio Hispano-Americano (que no tratado, acuerdo conocido como Pactos de Madrid)<sup>13</sup>, así como en la Ciudad del Vaticano se rubrica en ese agosto el Concordato entre el Estado español y la Santa Sede, lo que termina de «legitimar» al régimen dictatorial ante la comunidad internacional<sup>14</sup>. Finalmente, en diciembre de 1955 España ingresa en la ONU, aunque con anterioridad se había incorporado a diversos organismos internacionales como la FAO y la OMS (1950), la UNESCO (1952) o la OIT (1953). La autarquía se esfumará en gran parte debido a la presión directa e indirecta desde los Estados Unidos de América, el nuevo gran poder económico y bélico mundial.

En el ámbito de la ingeniería hispana, en ese mismo 1950: (1) se desarrolla el II Congreso Nacional de Ingeniería (28 de mayo al 3 de junio), macroencuentro organizado por el Instituto de Ingenieros Civiles; y (2) se produce el reconocimiento gubernamental (con *estivalidad* —fue en pleno agosto—, para minimizar los previsibles desórdenes públicos) de la validez legal del título de Ingeniero Electromecánico otorgado por el jesuita Instituto Católico de Artes e Industrias de Madrid (ICAI)<sup>15</sup>. Fruto del congreso, empiezan a cristalizar diversas reflexiones sobre el futuro de la

<sup>12</sup> Existe una amplia literatura al respecto; por ejemplo: Arturo JARQUE ÍÑIGUEZ, «Estados Unidos ante el caso español en la ONU, 1945-1950», *REDEN: Revista Española de Estudios Norteamericanos*, 7, 1994: 157-174; Nuria PUIG, «La ayuda económica norteamericana y los empresarios españoles», *Cuadernos de Historia Contemporánea*, 25, 2003: 109-129.

<sup>13</sup> En su reacción frente a la expansión del comunismo, los Estados Unidos hacen de España un aliado castrense en la retaguardia europea. Los Pactos autorizan la instalación de cuatro grandes bases militares en el solar español (lo que contradice el cerrado marco nacionalista imperante): Morón de la Frontera, Torrejón de Ardoz, Zaragoza y Rota, las tres primeras del ejército del aire, la última aeronaval. A cambio de su implantación, tres acuerdos bilaterales fijan la ayuda. Son sobre defensa mutua, cooperación económica y asistencia técnica. Entre tanto, con el cambio de Gobierno español de junio de 1951, la política económica había emprendido un desplazamiento moderadamente liberalizador, que en parte se agostará en la práctica.

<sup>14</sup> A modo de contrapartida, entre los privilegios otorgados a la Iglesia católica están: el derecho a constituir universidades; el monopolio de la enseñanza religiosa en los establecimientos formativos públicos; exenciones fiscales para sus bienes y actividades; subvenciones para el mantenimiento y el incremento patrimonial; o el derecho a manejar medios de comunicación (publicación de periódicos, emisoras de radio...).

<sup>15</sup> El reconocimiento oficial de los títulos de nivel facultativo superior (universitario o de escuelas especiales) concedidos por la Iglesia había sido muy controvertido, con importantes contestaciones en 1925 y 1929, bajo el mandato de Primo de Rivera. Como había sucedido previamente, en 1950 contó con la oposición de numerosas personalidades, instituciones profesionales y estudiantes. A pesar de las durísimas circunstancias políticas, ese reconocimiento provocó en octubre la primera huelga de estudiantes de Ingeniería y Arquitectura bajo el franquismo, en unos tiempos en los que en España estas se equiparaban penalmente con la insurrección militar (véase al respecto: Guillermo LUSA MONFORTE, «La primera huelga de estudiantes de Ingeniería bajo el franquismo», *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 32, 2011: 5-93).

ingeniería en el país. No sin gran oposición desde los círculos profesionales, saltando muy diversas vicisitudes<sup>16</sup>, el proceso se cerrará con la proclamación de la mayor reforma de la carrera, la derivada de la Ley sobre Ordenación de las Enseñanzas Técnicas (también denominada Ley de Reforma de las Enseñanzas Técnicas, julio de 1957). A los efectos que aquí interesan, la década se cierra en 1959, año en el que se promulga el Plan Nacional de Estabilización Económica (decreto-ley del 21 de julio), proceso tutelado desde el exterior (en especial desde el Fondo Monetario Internacional, FMI, y la Organización Europea para la Cooperación Económica, OECE), que hubo de vencer la resistencia de Franco y de varios de sus ministros. En suma, el franquismo se verá a través de la *autarquía* (1939-1950), años de una España sedienta y hambrienta, política, social y económicamente la etapa más negativa de nuestra historia reciente, seguida de la década de *inflexión* de los cincuenta, y finalmente el *desarrollismo*. Justamente las restricciones de gasto impuestas por el Plan de Estabilización (1959) pusieron una fuerte sordina a los esquemas presupuestarios inicialmente pensados para la aplicación de la Ley sobre Ordenación de las Enseñanzas Técnicas.

El período central son años de inflexión en los que indiscutiblemente el régimen gana visibilidad y tolerancia en el exterior, toda vez que en el interior se producen algunos cambios económicos significativos, precursores de los mucho más radicales de julio de 1959. Tomando como temperatura de la percepción existente los planteamientos de los ingenieros industriales (Jornadas Nacionales de junio de 1948, por ejemplo), o de los agrónomos (con motivo del Primer Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica, marzo de 1950), se percibe con claridad la necesidad de mudanzas. Resultado de las Jornadas (Nacionales) de Ingeniería Industrial de 1948, la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales (ANII) eleva al Gobierno unas reflexiones y conclusiones sobre política económica e industrial<sup>17</sup>. Entre las razones por las que la eficiencia de la industria española es baja identifican que: (1) «la técnica mundial ha evolucionado de tal forma que nuestros procedimientos de fabricación han quedado, en su mayoría, anticuados»; (2) «el utillaje necesita de urgente renovación»; (3) «no se ha podido asegurar un normal suministro de materias primas»; o (4) «la intervención del Estado, desde los puntos de vista social, fiscal, industrial y de regulación

---

<sup>16</sup> Tras ser refrendado por el Consejo de Ministros, en las Cortes hubo un par de meses de discusiones; en realidad, no se llegó a acuerdo y la sanción definitiva tuvo lugar en el pleno de las «dóciles» Cortes del 15 de julio. Por temor a que se obtuviese un resultado adverso o, aun siendo positivo, excesivamente ajustado, se forzó a que la votación fuese nominal. El Gobierno obtuvo 300 votos a favor y 49 en contra (*Boletín Oficial de las Cortes Españolas*, 563, 1957: 11.482), números que pueden llamar la atención en tiempos propicios a las casi unanimidades. La ley fue promulgada el 20 de ese mes de julio. Sobre la discusión y votación del proyecto de ley en las Cortes, véase Guillermo LUSA, «Cátedras especiales y nuevo plan de estudios (1953-1957)», *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 22, 2012: 94-107.

<sup>17</sup> «Jornadas de Ingeniería Industrial, *Conclusiones elevadas al Gobierno*», *Dyna*, año 23, 7, 1948: 305-306.



**0.1. Marginados en el Plan Marshall, pero con «pactos ad hoc».** El apoyo de los Estados Unidos al régimen de Franco fue decisivo para la lenta «reintegración» política y económica de España al concierto internacional. Marginado del Plan Marshall, con la Guerra Fría como catalizador, se puede decir que el cambio comenzó en 1947, cuando la delegación norteamericana en la ONU impidió la renovación de la condena a España. A comienzos de 1949, debidamente autorizado por la Casa Blanca, se firmaba un primer crédito con un banco norteamericano y al año siguiente, bajo el síndrome de la guerra de Corea (1950-1953), se concedió otro por una cantidad muy superior. Desde un punto de vista político, el proceso tuvo varios puntos álgidos; entre estos: la revocación en diciembre de 1950 de la condena del régimen franquista del año 1946 por la Asamblea General de la ONU, gracias no solo a la influencia norteamericana, también a la abstención franco-británica. La década también contempla los Pactos de Madrid (1953), auténtica cesión de soberanía al implantarse las Bases de Torrejón, Morón, Zaragoza y Rota; y la visita de Dwight D. Eisenhower —el primer comandante supremo de la OTAN (1951-1952)—, presidente de los Estados Unidos (1953-1961) a Madrid en diciembre de 1959. 1) Desde el exilio republicano, especialmente desde 1950, el creciente apoyo al franquismo se vivió con inquietud y frustración. Muestra de ello es el fotomontaje La soberanía española, pisoteada por los yanquis del cartelista, ilustrador y muralista Josep Renau, militante del partido comunista (IVAM, Fundación Josep Renau, 1951). Se ha de resaltar que el fotomontaje data de dos años antes de la firma de los Pactos de Madrid; 2) algo tardía pero muy significativa, la película ¡Bienvenido, mister Marshall! (Luis García Berlanga, 1953), es una lúcida sátira, agrídulce y estrambótica, que se desenvuelve entre la frustración por la marginación de España en el European Recovery Program, y un concepto folklórico de españolidad impulsado por la dictadura (fue premio internacional del buen humor en el Festival de Cannes, 1953); y 3) en su paso por Madrid (diciembre de 1959), Dwight D. Eisenhower fue recibido con los máximos honores por Franco y aclamado por cerca de un millón de personas. Simboliza la total integración de la España franquista en el ámbito internacional. No es simple coincidencia, pero 1959 es el año en que se promulgó el Plan Nacional de Estabilización Económica (decreto-ley del 21 de julio, refrendado por las Cortes el 28 de julio).

de precios y producciones, fue beneficiosa un tiempo y perturbadora en el grado que hoy se realiza». Entre las soluciones estudiadas, «es obligada la coordinación de industrias, a fin de que pueda iniciarse la fabricación en serie», o «entendemos que nuestra industrialización deberá apoyarse en la coordinación de industrias existentes, aplazando el montaje de unidades fabriles estatales, hasta que nuestra economía

actual se sanee, evitando dispendios que no sean indispensables». Con la retórica de la época y «los debidos respetos», se están manifestando contra el planteamiento *autárquico*, así como contra el asfixiante *intervencionismo*; es más, le están tirando a la línea de flotación del mismísimo Instituto Nacional de Industria (INI), organismo estatal realmente controlado por ingenieros de la Marina, ingenieros del Ejército, artilleros del Ejército e ingenieros de Armas Navales. Por otro lado, en el Congreso Nacional de los ingenieros agrónomos de 1950 (convocado para estudiar y debatir sobre las medidas que pudieran perfeccionar la agricultura), también se explicita con claridad un nuevo sentir para la economía; Rafael Cavestany y de Anduaga (1902-1958), quien será nombrado ministro al año siguiente, se manifiesta «defendiendo enérgicamente la necesidad de reformas y criticando de manera abierta y bastante cruda la política autárquica e intervencionista»<sup>18</sup>. Con el cambio al sexto Gobierno de Franco (julio, 1951 – febrero, 1956) se van integrando modificaciones. «Se venían gestando desde unos años atrás, conforme se fue tomando conciencia del fracaso de la autarquía y en paralelo con la paulatina aproximación a los Estados Unidos»<sup>19</sup>. En este punto, conviene notar una disimetría en los repartos de poder ministerial entre las familias franquistas, pues la cartera del Ministerio de Agricultura recayó en el falangista «liberalizador» Rafael Cavestany, mientras que la del Ministerio de Industria lo fue en el «autárquico» Joaquín Planell Riera (1891-1969), artillero de profesión y muy vinculado al INI; en otros términos, el Ministerio de Industria y Comercio permanece bajo un mando militar, nada proclive a lo aspirado desde la ANII, de hecho extraordinariamente próximo a Juan Antonio Suanzes (1891-1977), ingeniero de la Armada, ministro de Industria en el Gobierno anterior, al que sucede.

Los años sesenta se abren con una importante liberalización que empieza a dar signos económicos positivos. Entre otras razones, esta se irá restringiendo merced a diversos Planes de Desarrollo, todos de tipo *indicativo* (tema sobre el que se volverá), así como una gestión problemática desde corporaciones como el INI. En estos años tuvo lugar un crecimiento económico espectacular, de donde una gran transformación social, pero no acompañada de cambios políticos. Con frecuencia y razón, esta etapa es denominada el «milagro económico español», aunque se tenga que reconocer que produjo un sistema económico con «pies de barro». Fruto de actuaciones en la segunda mitad de la década de los cincuenta, en estos años desarrollistas la ingeniería cambiará de forma sustancial.

En reflexiones incluso previas a lo acaecido en 1898, algunos pensadores trataron de dilucidar las causas de la decadencia española y métodos para inducir la necesaria regeneración. Muchos de los *regeneracionistas* fueron afines a la Institución

---

<sup>18</sup> Carlos BARCIELA LÓPEZ y M.<sup>a</sup> Inmaculada LÓPEZ ORTIZ, «La ingeniería agronómica española en la encrucijada. El congreso nacional de 1950», *Historia Agraria*, 61, 2013: 145-180 (cita en p. 147).

<sup>19</sup> *Ibidem*: 146. Los autores recalcan que «resulta indudable que fue el Gobierno de 1951 el que emprendió el camino de las reformas económicas liberalizadoras».

Libre de Enseñanza. Su máximo representante fue el aragonés Joaquín Costa (1846-1911) quien, entre otras cosas, pedía «escuela y despensa». Si el objeto central del volumen x son las instituciones de la ingeniería (formativas y profesionales), y la presentación de actuaciones realizadas por los ingenieros en el período necesita varios volúmenes más, en correspondencia a lo solicitado por Costa, aquí nos limitamos a incorporar unos ligeros «brochazos» sobre *educación y economía*<sup>20</sup> a lo largo de los subperíodos identificados.

La razón de considerar la educación es por su carácter esencial en la formación del capital humano. Sintéticamente, su trascendencia se puede formular con dos aforismos de incierta paternidad, pero de gran fuerza expresiva: «si cree que la educación es cara, pruebe con la ignorancia», o con el «solo hay algo más caro que formar a las personas y que se marchen: no formarlas y que se queden». Siendo imposible trazar una perspectiva sobre el tema educativo en su conjunto<sup>21</sup>, nos limitamos a entrelazar telegráficamente algún aspecto general, enfatizando apuntes específicos relativos a la ingeniería. En todo caso, reconocemos la crucial importancia de los niveles más básicos de la educación, aquellos en los que, desde la más tierna infancia, se imbuyen valores culturales básicos como la creatividad, la responsabilidad, la proactividad, el compromiso, la integridad y la solidaridad.

Igualmente de forma muy incompleta, la razón de apuntar algunos rasgos económicos del período reside en que, no siempre reconocidos apropiadamente, son elementos condicionantes, con frecuencia también reflejos, del sustrato social sobre el que se producen los desarrollos técnicos. Ahora bien, las técnicas existentes en una sociedad dependen unas de otras como partes de un sistema; por lo tanto, ha de existir una cierta coherencia y complementariedad entre ellas. Brillantes ejemplos de diseño ingenieril que ponen en evidencia insuficiencias en el sistema técnico-industrial en la España del siglo XIX son, por ejemplo, el *faro metálico* de Buda (en el

---

<sup>20</sup> La literatura que analiza la historia económica del período considerado en este volumen es amplísima, no existiendo un consenso cerrado sobre causas y consecuencias en su devenir. Centrados en perspectivas de conjunto, la monografía de Albert BRODER, *Historia económica de la España Contemporánea* (Madrid, Alianza Editorial, 2000) es una visión externa, pero «próxima». Gabriel TORTELLA, en *El desarrollo de la España Contemporánea. Historia económica de los siglos XIX y XX* (Madrid, Alianza Editorial, 1994) ofrece una visión complementaria. Otro manual universitario con ciertos equilibrios entre las escuelas económicas es Albert CARRERAS y Xavier TAFUNELL, *Historia económica de la España Contemporánea, 1789-2009* (Barcelona, Crítica, 2010). Más sintético y discursivo, centrado en el pasado siglo, es Juan VELARDES FUERTES, *Cien años de economía española, El siglo que lo cambió todo en nuestra economía*, Madrid, Encuentro, 2009. Una visión de mucho mayor espectro temporal: Francisco COMÍN, Mauro HERNÁNDEZ y Enrique LLOPIS (eds.), *Historia económica de España. Siglos X-XX*, Barcelona, Crítica, 2010.

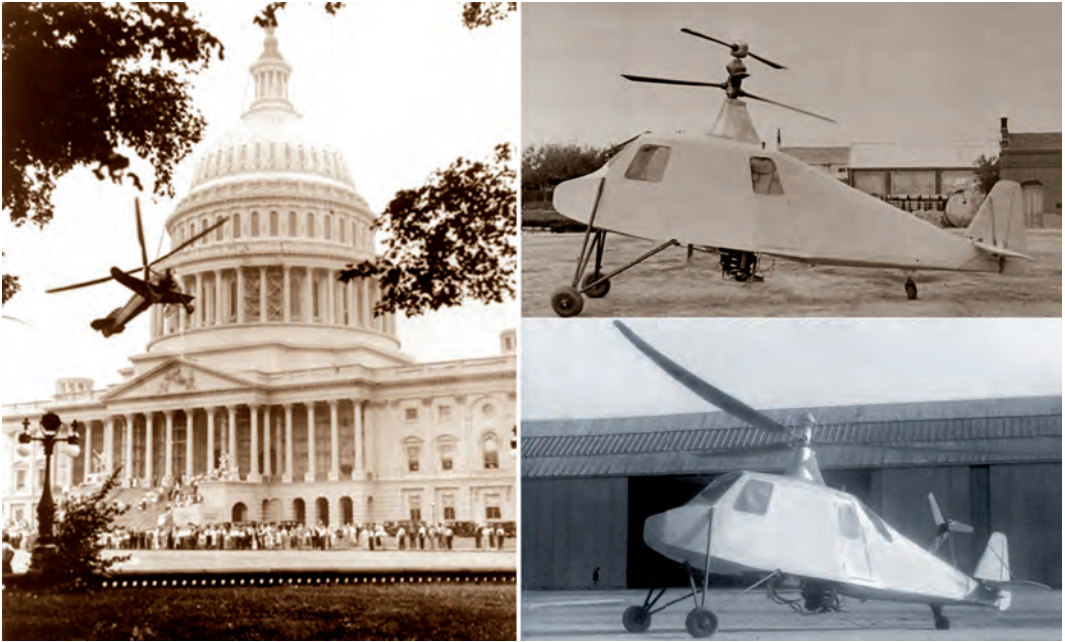
<sup>21</sup> Por ejemplo, véase al respecto: Manuel PUELLES BENÍTEZ, *Educación e ideología en la España Contemporánea*, op. cit., 1999; Mariano PÉREZ GALÁN, *La enseñanza en la Segunda República española*, Madrid, Cuadernos para el Diálogo, 1975; Alfonso CAPITÁN DÍAZ, *Educación en la España Contemporánea*, Barcelona, Ariel Educación, 2000.

delta del Ebro, Tarragona, diseñado por el ingeniero de caminos Lucio del Valle e inaugurado en 1864), y el *Destructor* (el primer «destructor», especificado por el oficial naval Fernando Villamil, 1885). Ambos eran excelentes figuraciones, aunque de imposible construcción en la España del momento (se construyeron en el Reino Unido, en Clyde y en Birmingham, respectivamente). En el siglo xx, se pueden decir cosas en cierto modo análogas, pero no idénticas. Por ejemplo: (1) el *dirigible trilobulado-semiflexible* de Leonardo Torres Quevedo, terminó fructificando industrialmente en París (dirigible Astra-Torres, 1908); (2) para el desarrollo industrial del *autogiro*, Juan de la Cierva funda The Cierva Autogiro Company Ltd. (Londres, 1926); posteriormente, en compañía del diseñador de aviones estadounidense Harold F. Pitcairn, crea la Pitcairn-Cierva Autogiro Company (Willow Grove, Pennsylvania, 1929); o (3) el revolucionario tren Talgo II (diseñado en aluminio por el ingeniero militar Alejandro Goicoechea), hubo de ser construido, por la American Car Foundry (Wilmington, Delaware, EE. UU., 1950). La diferencia entre los dos casos comentados del Ocho-cientos y los tres del pasado siglo xx es que, en estos últimos, al menos se realizaron prototipos operativos en España. En otros términos, había capacidades técnicas de diseño y prototipado, pero la componente industrial (y en casos también financiera) era insuficiente; en honor a la verdad, se puede decir que en España los mercados para los dirigibles o los autogiros eran liliputienses, no así para el tren.

Introducida por Bertran Gille, la idea de *sistema técnico* se basa en la constatación de que «a pesar de algunas limitaciones, como regla bastante general, las técnicas son, en diversos grados, interdependientes, de modo que ha de existir cierta coherencia entre ellas»<sup>22</sup>. A esa visión estructural se le ha de añadir la dinamicidad de las organizaciones institucionales y profesionales, en tanto que medios para potenciar los procesos de invención, desarrollo y difusión de nuevos artefactos y técnicas (creación y gestión). Finalmente, es prácticamente imposible aislar las técnicas de su contexto socioeconómico más general, por lo que su evolución se ha de interpretar dinámicamente, en el marco de sus relaciones con la sociedad. En cierto modo, esta visión lleva a considerar con amplitud las evoluciones, incluyendo conocimientos, recursos y limitaciones según las técnicas auxiliares o complementarias, la disponibilidad y el costo de las materias primas y los bienes intermedios, la capacitación del capital humano, la demanda del mercado, otros factores económicos (costos laborales, tasas de interés, política gubernamental, impuestos y administración), etcétera. Dicho de otro modo, estos factores conforman diferentes «circunstancias» en las cuales se puede desarrollar la tarea, siendo apropiado recordar el clásico «Yo soy yo y mis circunstancias» de Ortega y Gasset (*Meditaciones del Quijote*, 1914). Como el nivel de desarrollo de un sistema técnico exhibe siempre insuficiencias «culturales» (*i. e.*, de conocimiento teórico, o en el saber hacer), es importante bosquejar en las

---

<sup>22</sup> Bertran GILLE, «Prolégomènes à une histoire des techniques», *Histoire des techniques*, Paris, Gallimard, 1978: 1-118: 19.



**0.2. El autogiro y la libélula, aeronaves de alas giratorias.** Más pesadas que el aire, pero no aeroplanos (que son aeronaves de ala fija), buscando el despegue y aterrizaje (casi) vertical, funcionan en base a diferentes principios motores. Realizaciones pioneras a nivel internacional, sus desarrollos son fruto de inteligencia, creatividad y gran tesón. 1) Autogiro, tipo de aeronave inspirada por el ingeniero Juan de la Cierva Codornú (Murcia, 1895 – Croydon, Reino Unido, 1936), fue la primera de alas autorrotatorias (rotor que gira libremente por la acción del viento) que voló efectivamente, para lo que hubo de resolver multitud de problemas que facilitaron el posterior desarrollo del helicóptero. Su primera patente es de julio de 1920 (n.º 74.322; rotor sustentador libre, y dos rotores contrarrotatorios) y su primer vuelo es de ese octubre en el aeródromo de Getafe (el término «autogiro» lo registró De la Cierva en febrero de 1923). Diseñador de múltiples modelos, inicialmente contó con la colaboración de la Aviación Militar española en Cuatro Vientos. El representado es de la Pitcairn-Cierva Autogiro Company, modelo Pitcairn-PCA-2 (1931), la primera aeronave de ala giratoria que logró una certificación de vuelo en los Estados Unidos (se construyeron entre 20 y 30). La imagen recoge el despegue de un vuelo de impacto mediático desde el Capitolio (Washington), para lo que desde el aparcamiento hubo de rebasar el propio edificio (véase también la il. 5.3); y 2) Dos modelos de Libélula Viblandi, culminación de los trabajos inspirados por el ingeniero Federico Cantero Villamil (Madrid, 1874-1946). El nombre es un acrónimo de Villamil-Blanco-Díez, los tres personajes involucrados en su desarrollo. Los rotores están motorizados. El prototipo superior corresponde a la patente 149.788 (de 1940), estando dotado con rotores coaxiales en oposición (para compensar el par de giro en sentido contrario al giro de un rotor sobre el eje vertical). Fotografía de 1940, debió estar listo para las pruebas en junio de 1936, pero la Guerra Civil interrumpió el proceso. En la imagen inferior se muestra un modelo de 1941, en el que ya se configura el helicóptero, con un único rotor de sustentación-avance y otro en cola de compensación. Las dos fotografías fueron tomadas en el aeródromo de Cuatro Vientos. La última patente del ingeniero Cantero Villamil es la 172.328, sobre un sistema de mandos agrupados para el control de las aeronaves de alas giratorias, de 1946, año en el que fallece con 72 años. El primer helicóptero operativo producido en cadena fue diseñado y fabricado por el ingeniero Igor Sikorsky en los Estados Unidos (1942).

secciones que siguen algunos retazos de la construcción del *sistema nacional de innovación*, conjunto de instituciones técnicas y científicas, y agentes cuyo objetivo es dinamizar el desarrollo de los procesos de creación técnica y científica<sup>23</sup>, en gran parte con el progreso socio-económico como objetivo.

### III

#### DEL DESASTRE A LA DICTADURA (1898-1923)

Dos aldabonazos mayores en la conciencia colectiva hispana del período son el *Desastre de 1898*, con el que comienza esta etapa, y el *Desastre de Annual* (1921), en la guerra del Rif. Durante estos años existirá una importante agitación social, con hechos relevantes como la *Semana Trágica* de Barcelona (agosto de 1909), o el denominado *Trienio Bolchevique* (1918 y 1920-1921)<sup>24</sup>, este último plenamente enmarcado en la crisis de la Restauración y referido principalmente a las agitaciones producidas en el campo andaluz, pero no solo (por ejemplo, es histórica la huelga de «La Canadiense», comenzada en Riegos y Fuerzas del Ebro, empresa de la Barcelona Traction, Light and Power Company, limited; entre otras cosas, se consiguió la jornada laboral de ocho horas). Además, en este período se desarrolla la Primera Guerra Mundial (1914-1918), conflicto ante el que España adoptó una posición neutral.

En el aspecto educativo, anhelo largo tiempo acariciado por los liberales, en abril de 1900 Francisco Silvela desdobra el Ministerio de Fomento en: (1) Instrucción Pública y Bellas Artes; y (2) Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas. Por fin,

---

<sup>23</sup> Los flujos de técnicas e información entre personas, empresas e instituciones son clave para el proceso innovador, entendido en su más amplio sentido, comprendiendo la investigación, el desarrollo y la innovación. Introducido en el ámbito del análisis económico, por *sistema nacional de innovación* se suele entender la red de instituciones públicas y privadas (empresas, escuelas técnicas, universidades e institutos de investigación) cuyas actividades e interacciones se centran en la creación, importación, modificación y difusión de nuevos saberes técnicos y científicos. La innovación y el desarrollo tecnológico son el resultado de intensas, complejas y diversas relaciones entre esos actores del sistema. En las páginas que siguen nos limitamos, esencialmente, a apuntar la creación y eventual evolución de algunos actores institucionales gubernamentales del sistema hispano. El estudio de los sistemas nacionales de innovación y sus dinámicas reflejan la creciente atención otorgada al papel económico del conocimiento (véase, por ejemplo: OECD, *National Innovation Systems*, París. Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1997). Debido a Ana ROMERO DE PABLOS y María Jesús SANTESMASES, el capítulo 4 de este volumen, «Políticas para la ciencia y la tecnología», considera la dinámica de creaciones de organismos e instituciones del sistema nacional de innovación, que tienen por objeto la investigación y el desarrollo técnico.

<sup>24</sup> El derrocamiento del régimen zarista en Rusia culminó en marzo de 1917. Le siguió la *Revolución de octubre* o *Revolución bolchevique*, lo que condujo a la República Socialista Federativa Soviética de Rusia. (Nota: el 25 de octubre, según el calendario juliano, se corresponde con el 7 de noviembre, según el calendario gregoriano).

el sistema educativo nacional es merecedor de un departamento propio<sup>25</sup>. La nueva creación es un sólido indicio del interés que la educación empieza a tomar en esa España abatida tras el *desastre* colonial. Baste apuntar que, en ese cambio de siglo, en España solo un 28% de la población sabe leer y escribir, un 4% solo leer, mientras que el resto, un 68%, ¡más de los dos tercios!, son completamente analfabetos<sup>26</sup>. No procede analizar el devenir de la educación en general. Valga apuntar las creaciones escolares más importantes en el ámbito de las ingenierías superiores, enseñanzas impartidas en *Escuelas Especiales de Ingenieros*. Mayoritariamente dependientes de los correspondientes Cuerpos de Ingenieros de la Administración central, por tanto, de diversos ministerios, no solo del de Instrucción Pública, es tema que se desarrollará en el próximo volumen. En lo que sigue, nos limitamos a mencionar un reducidísimo conjunto de hechos relevantes.

En los primeros compases del período, todas las actuaciones académicas relativas a la enseñanza técnica superior tuvieron que ver con la ingeniería Industrial, síntoma inequívoco de la necesidad de mejorar la industrialización del país. Solicitada reiteradamente por la Diputación de Vizcaya y el Ayuntamiento de Bilbao<sup>27</sup>, antes de instituirse el Ministerio de Instrucción Pública, la auténtica norma fundacional de la Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao se emite desde el Ministerio de Fomento (enero de 1899). Un par de años más tarde (agosto de 1901), en el marco de una amplia reforma de la educación, ya desde el Ministerio de Instrucción Pública, se instituyen las Escuelas Superiores de Industria, que se crean en Madrid, Alcoy, Béjar, Gijón, Cartagena, Las Palmas, Tarrasa, Vigo y Villanueva y Geltrú (por fin, en ellas se regulan unos títulos técnicos de grado medio); «inesperadamente», también se crea una Escuela Central de Ingenieros Industriales en Madrid. En algunos lugares, como Tarrasa o Gran Canaria, las Escuelas Superiores de Industria fueron el origen de centros de ingeniería superior, e incluso de universidades. Ante la reiterada solicitud desde Tarrasa, en mayo de 1904, en el marco del Reglamento de su Escuela Industrial (creada en 1901), se incorporan un tanto subrepticamente unos nuevos *Estudios superiores profesionales*, de Ingeniero de Industrias Textiles, a cuyo grado podrán aspirar los peritos de la misma especialidad que aprueben una suerte de maestría de dos cursos (ciclicidad académica). Andando el tiempo estos estudios serán reconocidos

---

<sup>25</sup> Su misión (art. 2) será entender «en lo relativo a la enseñanza pública y privada en todas sus diferentes clases y grados, en el fomento de las ciencias y de las letras, Bellas Artes, Archivos, Bibliotecas y Museos. Formará parte de este Ministerio la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico». Para una perspectiva de conjunto sobre este ministerio, con sus diferentes denominaciones a lo largo del tiempo, véase, por ejemplo: Pedro ÁLVAREZ LÁZARO (coord.), *Cien años de educación en España. En torno a la creación del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes*, Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte / Fundación BBVA, 2001.

<sup>26</sup> Manuel PUELLES BENÍTEZ, *Educación e ideología en la España Contemporánea*, op. cit., 1999: 200.

<sup>27</sup> Dado el concierto económico vasco, correrán a su cargo los costes de instalación y mantenimiento, aunque naturalmente su reconocimiento oficial depende del Gobierno del Estado.

como ingeniería superior. Desde el ámbito privado, la iniciativa más importante fue la fundación (1908-1910) por la Compañía de Jesús del Instituto Católico de Artes e Industrias (ICAI). Inicialmente dedicado a la formación técnica a nivel elemental y al peritaje, en línea con la vocación tradicional de la Compañía de educar a las élites, en 1911 incluyó el perfil de ingeniero Electromecánico. Consecuencia de la Ley sobre Ordenación de las Enseñanzas Técnicas (1957), tanto la Ingeniería de Industrias Textiles (Tarrasa) como la Ingeniería Electromecánica del ICAI (Madrid) terminarán confluyendo en la Ingeniería Industrial.

En 1900 nace, en el seno del Instituto Geográfico y Estadístico, el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos. Parte integrante de la Administración, se le encarga la medida y el conocimiento del territorio, así como de su representación cartográfica. El procedimiento de entrada es por oposición en turnos cerrados organizados por profesiones



**0.3. El Instituto de Ingenieros Civiles (1905) y los dos primeros Congresos Nacionales de Ingeniería (1919 y 1950).** El Instituto, asociación de las asociaciones de la ingeniería no militar española, se constituyó inicialmente por las asociaciones de ingenieros Industriales, Agrónomos, de Caminos, canales y puertos, de Montes y de Minas. Fue el organizador de los dos Congresos Nacionales de Ingeniería, ambos desarrollados en Madrid. Voluntariosamente, el emblema se puede interpretar como «representación» del amplio espacio de actuaciones de la ingeniería (un paisaje en el que cabe admitir la representación del mundo forestal, el agrícola, las obras públicas, hasta una figuración simbólica de la energía, industria y comunicaciones), donde una mano visualiza unidad. Con multitudinaria participación en ambos congresos, el primero, visando esbozar líneas maestras para «un plan de reconstitución nacional», fue inaugurado por el rey Alfonso XIII; el segundo fue clausurado por Franco. Ambos encuentros reflejan las preocupaciones estrictamente técnicas y las económicas, estas últimas tanto a nivel empresarial como nacional. Las actas del primero se editaron en cuatro tomos (unas 2.600 páginas); las del segundo en nueve volúmenes (11 tomos, más de 5.000 páginas).

(i. e., concursos restringidos a los poseedores de la titulación correspondiente). Se les otorga la primera prioridad a ingenieros militares y artilleros, en su sentido más amplio. Siendo una institución civil, está formada por militares y civiles. De su concepción resulta interesante resaltar el carácter multidisciplinar de sus miembros; en particular, es un hecho diferencial la inexistencia de una escuela donde se les forme.

Otras dos iniciativas gubernamentales importantes con respecto a la ingeniería civil tendrán lugar en 1913. No serán iniciativa del Ministerio de Instrucción Pública, sino del de Fomento, la Escuela Nacional de Aviación (ENA), y del de Gobernación, la Escuela General de Telegrafía (Cuerpo de Telégrafos). En esta última comienzan unos estudios superiores de Telegrafía, que *a posteriori* serán reconocidos como ingenieros de Telecomunicación (título creado en 1920, en el marco de la Escuela Oficial de Telegrafía). Por el contrario, la ENA tendrá una vida lánguida, para terminar subsumiéndose en el ámbito militar; para la consolidación de la ingeniería aeronáutica habrá que esperar a septiembre de 1928, cuando se funde la Escuela Superior Aerotécnica (ESA).

Con el objeto de mejorar el sistema educativo, investigador y profesional, en una importante proporción basadas en el uso de pensiones al extranjero, dos instituciones reclaman la mayor atención, ambas fundadas en 1907<sup>28</sup>. Por un lado, desde el Ministerio de Instrucción Pública, en enero se crea la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), institución centrada en la investigación universitaria y en el perfeccionamiento del profesorado, que ha recibido una amplísima literatura, a veces algo redundante<sup>29</sup>. Por otro, en ese mismo junio, desde el Ministerio de Fomento se establecen pensiones para realizar prácticas en el extranjero destinadas a ingenieros de minas, de montes y agrónomos, lo que se puede tomar como el nacimiento de la Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero (JPIOE)<sup>30</sup>. ¿Por qué ni los ingenieros de caminos ni los industriales aparecen entre los candidatos posibles? Si bien los primeros estaban encuadrados en el mismo ministerio, tenían recursos por otros medios; el segundo caso se entiende en tanto

---

<sup>28</sup> Entre otros precedentes, cabe apuntar que en julio de 1901, el Ministerio de Instrucción Pública sacó a concurso la concesión de pensiones para ampliar estudios en el extranjero. La convocatoria estaba destinada a las facultades universitarias; también una por turno a las Escuelas Normales y otra, igualmente por turno, al conjunto de Escuelas de Ingenieros.

<sup>29</sup> Con motivo de una redonda efeméride, una amplia y reciente visión de conjunto es José GARCÍA VELASCO y José Manuel SÁNCHEZ RON (coords.), *100 JAE: la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario*, Madrid, Residencia de Estudiantes, 2010. El muy limitado papel de la JAE con respecto a la ingeniería se puede apreciar en Josefina GÓMEZ DE MENDOZA, «Economía, ingeniería, arquitectura y geografía. Los otros pensionados», en la obra antes citada (t. II: 242-333), donde se afirma que «la documentación consultada sobre pensionados técnicos de la Junta confirma [la] idea de desatención y la escasez y dispersión de las ayudas» (p. 217).

<sup>30</sup> Sobre esta institución, FRANCISCO VILLACORTA BAÑOS, *La regeneración técnica: la Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero, 1910-1936* (Madrid, CSIC, 2012) es una singular y amplia monografía.

que, en esos años, las Escuelas Especiales de Ingenieros Industriales dependían del Ministerio de Instrucción Pública. Con el tiempo esta última restricción desaparecerá, en un marco en el que la mayoría de las pensiones (relación 4 a 1), también las de mayor duración, eran destinadas a obreros (dígase, en el ámbito de la Formación Profesional)<sup>31</sup>.

Puede llamar la atención la relativa estabilidad de las instituciones anteriores, en un marco en el que la inestabilidad política se visualiza con la treintena larga de presidentes del Consejo de Ministros entre 1900 y 1923, así como con la cincuentena de ministros de Instrucción Pública (en media, ¡menos de seis meses por mandato!). Con mayor o menor entusiasmo, liberales y conservadores respetaron un apoyo a la estrategia para mejorar la educación y la investigación.

Tanto la JAE como la JPIOE son piedras angulares, aunque no únicas, del incipiente sistema nacional de innovación. En otros términos, entre otros propósitos, colaborar en la construcción y la potenciación del correspondiente sistema nacional. Si bien por sistema se entiende un conjunto de elementos operativamente entrelazados con un fin, se ha de reconocer que el entrelazamiento fue relativamente muy débil, a pesar de algunas loables iniciativas que resultaron ser marginales.

Importa también apuntar una creación de carácter profesional, aunque no enmarcada en la Administración del Estado: el Instituto de Ingenieros Civiles (enero de 1905), desde 1979 conocido como Instituto de la Ingeniería de España. Su raíz hay que buscarla en el propio devenir de la ingeniería hispana en el Ochocientos, donde la mayoría de las ramas (Minas, Caminos, Montes y Agrónomos) eran cuerpos de la Administración del Estado; tan solo Industriales era una «profesión libre»<sup>32</sup>. Por tanto, si con el cambio de siglo se acelera la presencia de ingenieros no industriales que desean, o se ven abocados, a trabajar al margen de la Administración, igualmente se incrementa la existencia de problemas de competencias profesionales. Se hace necesaria una institución aglutinadora, que represente a la profesión en su conjunto, en la que se puedan establecer acuerdos internos. El Instituto es

---

<sup>31</sup> Cifra muy modesta, de las 129 pensiones otorgadas a ingenieros entre 1909 y 1928, la mayoría (62,8%) eran *periplos* (es decir, viajes de estudios en los que se visitaban varios centros), no *estancias*; los pensionados fueron ingenieros de minas (48), agrónomos (36), de montes (35) e industriales (10). (Datos elaborados a partir del anexo con la relación de pensiones en F. VILLACORTA BAÑOS, *La regeneración técnica...*, *op. cit.*, 2012: 743-757). La JPIOE se centró en el «perfeccionamiento», no en la formación inicial de los obreros especializados.

<sup>32</sup> Sobre el nacimiento y desarrollo en el Ochocientos de las diferentes ingenierías civiles, también la arquitectura o las facultades de Ciencias, así como el Cuerpo de Telégrafos, el lector se puede dirigir al volumen V de esta misma colección (Manuel SILVA SUÁREZ, ed., *El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, 2007). La distinción entre «Cuerpos facultativos del Estado vs. profesión liberal: la singularidad de la ingeniería industrial», la consideran Manuel SILVA y Guillermo LUSA en el capítulo 5 del volumen IV de esta misma colección (Manuel SILVA SUÁREZ, ed., *El Ochocientos. Pensamiento, profesiones y sociedad*, 2007: 323-386).

una asociación de asociaciones por lo que sus funciones son análogas a las de otras muchas asociaciones profesionales<sup>33</sup>, aunque exhibe una visión más integral hacia el mundo exterior (nacional e internacional, técnico o en general), sin olvidar la misión de coordinar los objetivos a veces contradictorios entre las diferentes ramas. Sobre la base de sus asociaciones particulares, constituyeron el Instituto las cinco ramas decimonónicas de la ingeniería. Por un lado, las de los ingenieros industriales (1861/1872; profesión no corporativa en el Ochocientos), y la de los agrónomos (1872; profesión que surge como libre, pero se corporativiza con rapidez en el mismo siglo), fueron asociativamente bastante activas en el siglo previo; por otro, las de Caminos (1903), Montes (1904) y Minas (1904), que fueron constituidas expresamente para participar en el Instituto. No obstante, la existencia del citado Instituto no evitó que, creado en marzo de 1911 por el Ministerio de Fomento el Cuerpo Nacional de Ingenieros Industriales, sean las asociaciones «compañeras» las que bloquearon su existencia, por lo que el cuerpo habrá de ser «recreado» (en marzo de 1928), siendo reglamentado ya en tiempos de la República (noviembre de 1931).

El calificativo *civil* denota la existencia de importantes problemas derivados de la concesión por parte del Gobierno, a partir de los Presupuestos Generales del Estado de 1893, de competencias profesionales en el ámbito privado (no castrense) a los ingenieros militares y artilleros, entre otros cuerpos castrenses<sup>34</sup>. Por ejemplo, este hecho condicionará, retrasando en su momento, la integración de los ingenieros navales y los aeronáuticos. Las asociaciones por rama, incluso el Instituto de Ingenieros Civiles, se enmarcan jurídicamente en el derecho *privado*. A partir de 1949, año en el que se crea el de los ingenieros Industriales, surgirán los distintos colegios de ingenieros, cuyo ámbito jurídico es el del derecho *público*.

Desde un punto de vista económico, los planteamientos del régimen canovista fueron inadecuados para acortar distancias con los países líderes de la Revolución Industrial, existiendo una lenta pero pertinaz *divergencia*<sup>35</sup>. Salvo la exportación de materias primas (mayoritariamente minerales y productos hortofrutícolas,

---

<sup>33</sup> Entidades jurídicas constituidas por los asociados, se instituyen para la defensa de objetivos primordialmente profesionales (la obtención de complementos de formación, la defensa ante la Administración de competencias profesionales, etcétera) y el mantenimiento de vínculos personales; esencialmente son organismos de representación y comunicación. La existencia de discrepancias en determinados temas de un par o más de asociaciones conducía, naturalmente, a conflictos institucionales. Su papel en el ámbito de profesiones esencialmente constituidas como cuerpos de la Administración era, naturalmente, mucho menos importante que para aquellas profesiones que debían desenvolverse en el mercado libre de trabajo.

<sup>34</sup> Durante el Ochocientos, el tema militares vs. civiles se trata en Manuel SILVA y G. LUSA, «Cuerpos facultativos del Estado vs. profesión liberal: la singularidad de la ingeniería industrial», *op. cit.*, 2007: 367-371. La prolongación del tema en el siglo xx, será objeto de análisis en el próximo volumen.

<sup>35</sup> Véase, por ejemplo, la sec. 4.5 en Albert CARRERAS y Xavier TAFUNELL, *Historia económica de la España Contemporánea (1789-2009)*, *op. cit.*, 2010: 206-219.

principalmente cítricos)<sup>36</sup>, la producción nacional no estuvo dirigida a la exportación. En España persistió la estrechez del mercado interior, a lo que se unió una *cartelización precoz* de las grandes industrias (electricidad, siderurgia, química, papel...), algo que irá contra la productividad y la incentivación de la renovación técnica. Además, el reducido tamaño relativo de las empresas limitó su mecanización, al tiempo que unas barreras arancelarias desmedidas y persistentes no incitaban a la modernización. En otros términos, desde la política se adormece el interés por la innovación técnica, sin que se reduzcan las importaciones.

Por otro lado, aunque en términos macroeconómicos fuese vivificante, se puede afirmar que la neutralidad hispana durante la I Guerra Mundial, fue económicamente *desaprovechada*: «De los escasos países neutrales europeos [Holanda, Suiza y los países nórdicos], España fue sin duda el que obtuvo menos provecho de la guerra»<sup>37</sup>. Entre otras razones, ello se debe a la previa insuficiencia de la industria de bienes de producción, que históricamente venía siendo sistemáticamente maltratada<sup>38</sup>, así como a un endeble sistema financiero central. Habida cuenta de la prioridad exportadora, los costes subieron de forma significativa en el país durante la guerra; entre tanto, los salarios unitarios no crecieron en consonancia con los precios, sino que se estancaron, creando problemas sociales importantes. La producción se mantuvo a costa de aumentar las horas de trabajo, no de una necesaria renovación técnica. Si el superávit en los años de la conflagración se cifra en unos 4.900 millones de pesetas, en una parte sustantiva fueron dilapidados, empleados sin previsión modernizadora<sup>39</sup>. En suma, no se invirtieron adecuadamente en remozar la estructura productiva del país, creciendo de forma importante las desigualdades sociales. Se puede decir que «en vez de representar la consolidación de la economía, la guerra incrementó sus desequilibrios»<sup>40</sup>. Con el retorno a la paz en Europa, la recuperación de las

---

<sup>36</sup> Sin embargo, la minería inicia con el siglo un fuerte descenso, tanto por la reducción de los costes de los nuevos transportes (mayores capacidades y desplazamientos en buques, trenes...) que permiten la puesta en funcionamiento de minas muy distantes, como por la caída de leyes en los minerales hispanos, o el agotamiento relativo de los yacimientos, lo que lleva a mayores costes de extracción. Naturalmente, el mercado de la hortofruticultura, productos agrícolas considerados «de lujo», depende en exceso de la coyuntura económica en los países europeos.

<sup>37</sup> A. BRODER, *Historia económica de la España Contemporánea*, op. cit., 2000: 139.

<sup>38</sup> Manuel SILVA SUÁREZ y Agustín SANCHO SORA, «La industria metalmeccánica: aproximación a los motores hidráulicos», en el vol. VII de esta colección: Manuel Silva Suárez (ed.), *El Ochocientos. De las profundidades a las alturas*, Zaragoza, 2013, tomo I: 235-310.

<sup>39</sup> Unos 1.800 se destinaron a reservas oro («oro ocioso», fuente de una cierta respetabilidad); prurito nacionalista, se aplicaron unos 1.700 al rescate de activos empresariales de baja rentabilidad en manos extranjeras (por ejemplo, obligaciones de ferrocarriles), mientras que unos 1.400 se invirtieron en divisas extranjeras o depósitos que al poco se depreciaron (A. BRODER, *Historia económica de la España Contemporánea*, op. cit., 2000: 143).

<sup>40</sup> *Ibidem*: 144.

exportaciones tradicionales fue lánguida, pero a pesar de los altos aranceles, habida cuenta de las disponibilidades en divisas, las importaciones (no solo de bienes de equipo) crecieron vertiginosamente, de donde se generó un importante déficit. Si bien la agricultura aminoró el impacto de la crisis en la postguerra, la industria sufrió un fuerte reajuste. En estos lodos económicos se fundamenta en parte la aprobación general con el que fue recibido en primera instancia el golpe de Estado de 1923. En ello se ha de destacar el apoyo recibido desde Cataluña, donde Primo de Rivera era capitán general; entre los argumentos adicionales para su aliento se pueden contar tanto el «restaurar el orden» (los asesinatos se contaban por centenares anualmente), como el impedir que el Gobierno (muy especialmente Santiago Alba, ministro de Estado) maniobrara para reducir los aranceles, lo que modificaba el *statu quo* consolidado con el Arancel Cambó (1922).

Sea en el dominio de la metalurgia del hierro por los hititas, o en el de la artillería en la España renacentista, entre innumerables ejemplos, la técnica siempre ha sido un factor muy relevante, incluso decisivo, para el poder militar y sus reflejos políticos. A pesar de no participar España en la Gran Guerra —aunque estaba en paralelo el escenario marroquí— una traza que perdurará durante décadas son unas Comisiones de Movilización Industrial, formadas por artilleros e ingenieros del Ejército<sup>41</sup>. Bien sabido, el clásico aforismo latino *si vis pacem para bellum* es clara invitación a desarrollar «suficientes» medios técnicos y organizativos militares que otorguen «confianza y autonomía». Con estas premisas de antaño, dado el carácter decididamente industrial que la conflagración europea de 1914 puso en evidencia, no es difícil aceptar la importancia que, desde tan magno e intenso teatro de operaciones, el estamento militar le otorga a la industrialización en todos los países. *Nihil novum sub sole*, pero con renovada intensidad. La idea de analizar los recursos de producción industrial disponibles, así como las disponibilidades de materias primas y semielaboradas (incluidos los combustibles) en caso de posibles enfrentamientos fue puesta en marcha en muy diversas naciones. En España se organizaron las antedichas Comisiones, que actuaron hasta las vísperas de la Guerra Civil. Al margen del estudio sobre la idoneidad en las ubicaciones de las industrias<sup>42</sup> y de diferentes subsectores, las conclusiones se pueden resumir diciendo que se valoran como de suma importancia estratégica la sustitución de importaciones y el control de la producción por el Estado. Llevadas a un extremo, las Comisiones llegaron a planteamientos autárquicos y nacionalizadores, para lo que las solas políticas sobre aranceles y la libertad empresarial eran

---

<sup>41</sup> Véase, por ejemplo: Elena SAN ROMÁN, Monserrat ÁLVAREZ, Pedro Pablo ORTÚÑEZ y Águeda GIL, «La mirada del Ejército sobre la industria: artilleros e ingenieros ante la segunda oleada industrializadora», *Revista de Historia Militar*, II extraordinario, 2013: 197-238.

<sup>42</sup> Lo que se veía con preocupación si se encontraban ubicadas en la periferia peninsular (lección también clásica, bastando recordar, por ejemplo, los acontecimientos en la dieciochesca guerra contra la Convención francesa o guerra de los Pirineos).

claramente inapropiadas. Entre otras cosas, el Estado habría de adoptar no solo funciones de orientación en política industrial, también convertirse en gestor directo, al menos de las industrias militarmente sensibles. En otros términos, se trata de la sumisión de la economía a los fines de la defensa, marco en el que, sustituyendo importaciones, pero sin reparar especialmente en los gastos, se minusvaloran los costes de oportunidad. Se puede hablar de un discurso económico militarista. Tras la Gran Guerra se reforzarán en general los proteccionismos, no solo en Europa. En la exacerbación del planteamiento, con otros ingredientes ideológicos, los principios de autarquía, intervención y nacionalización económica, que flotan en informes de las Comisiones, florecerán en el franquismo.

Son muchos e importantes los temas que quedan «silenciados» en estos breves apuntes puntillistas. Entre los trascendentes, en el cambio de siglo, un vehemente Joaquín Costa (1846-1911) publicita la necesidad de regadíos en términos máximos, tan impulsivamente que ni siquiera respeta caudales ecológicos:

Entre un río que acrecienta su caudal al compás que se aproxima al mar, y otro que lo ve decrecer en la misma proporción, a fuerza de sangrías, llegando seco a la desembocadura, media toda una civilización [...]. Allá el azar y la fatalidad; aquí la previsión y el cálculo<sup>43</sup>.

Por ser un exponente singular del regeneracionismo, se han de mencionar los Riegos del Alto Aragón, el mayor sistema de regadío español. Estos riegos suministran, además, las más sólidas raíces conceptuales para los procesos modernos de puesta en regadío en la España del siglo xx. En el predicar con la variable de los regadíos por parte de otros regeneracionistas para superar la grave crisis de 1898, se han de contar las aportaciones de diversos miembros del Cuerpo de Ingenieros de Caminos<sup>44</sup>. Con el nuevo siglo surgen diversas iniciativas privadas y públicas. Finalmente, se promulga la ley de enero de 1915 por la que se:

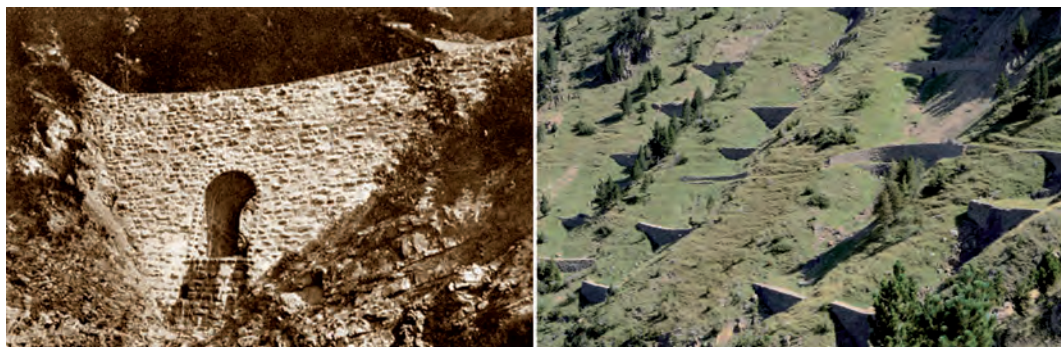
autoriza al Gobierno para la ejecución de las obras de *Riegos del Alto Aragón* con las aguas de los ríos Gállego, Cinca, Sotón, Astón y Guatizalema, en toda la extensión necesaria para regar las zonas de Sobrarbe, Somontano y Monegros.

Otorgando un plazo de veinticinco años, el Estado asume la responsabilidad de llevar a cabo el plan; «como regla general, las obras se harán por el sistema de

---

<sup>43</sup> Joaquín COSTA, *La fórmula de la agricultura española*, Madrid, Imprenta de Fortanet, 1912 (capítulo 1). Estudioso de Joaquín Costa, con natural interés por el desarrollo de los regadíos en España, en *Un siglo de obras hidráulicas en España: de la utopía de Joaquín Costa a la intervención del Estado* (Cuadernos económicos 11, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Zaragoza, 2000), Eloy FERNÁNDEZ CLEMENTE ofrece una amplia y apretada síntesis socioeconómica.

<sup>44</sup> Previamente, Mariano Royo Urieta (1825-1900), director del Canal Imperial de Aragón desde 1873 hasta su fallecimiento, precursor de las ideas de Costa, publicó sus *Cartas sobre riegos, por un afijonado* (2.ª ed., corr. y aum., Zaragoza, Tipografía de Juan C. Cavero, 1873). En ellas establece que los riegos hispanos fracasarán mientras no sean abordados por el Estado.



**0.4. Función y patrimonio: La defensa de la Estación Internacional de Canfranc contra aludes y torrentes.** *Con inusual frecuencia inadvertido, los montes encierran a veces patrimonios técnicos que, por derecho propio, reclaman mayor presencia en todos los ámbitos de la cultura. Los más visibles, y a la vez invisibles, suelen ser las masas arbóreas, fruto de trabajosas repoblaciones y prolongados cuidados posteriores. El patrimonio ilustrado en estas imágenes es de otra naturaleza; muestra la inserción (1912-1930) en la naturaleza de meditadas construcciones que le reducen o eliminan al valle las consecuencias de posibles situaciones catastróficas por lluvias o nevadas. 1) Gran y robusto dique «vacío» sobre el torrente Epifanio; realizado en mampostería, está provisto de una importante abertura (mechinal) que deja pasar los materiales gruesos; la nieve retenida licua lentamente, volviendo a quedar «vacío» para detener o amortiguar el siguiente alud; 2) Muros de sujeción de nieve en las laderas de los Arañones. (Fuente: Ignacio PÉREZ-SOBA DIEZ DEL CORRAL, «La labor del ingeniero de montes Benito Ayerbe Aísa [1872-1917]. Parte II: la defensa de la Estación Internacional de Canfranc contra aludes y torrentes», La Estela, 40, 2017: 36-46).*

Administración [no por contrata], salvo la adquisición de materiales, que se hará por concurso ó subasta» (art. 4.º). Simbólicamente, la ejecución del programa arranca a finales de marzo de ese mismo 1915. Las obras comenzarán cerca de Almudévar (Tramo I del Canal de Monegros), pero proyecto ambicioso en extremo, a pesar de haber incorporado modificaciones varias, aún le quedan pendientes tareas significativas.

## IV

### DICTADURA O DICTABLANDA (1923-1931)

Frente al cuarto de siglo cubierto de la etapa canovista, este período se desarrolla en algo menos de un tercio del mismo. Nacida del golpe militar liderado por el general Miguel Primo de Rivera<sup>45</sup>, la apreciación de Manuel Tagüeña, importante militante en el partido comunista, mando supremo del XV *Cuerpo de Ejército* republicano

<sup>45</sup> Entre septiembre de 1923 y diciembre de 1925 presidirá el Directorio Militar; posteriormente, hasta enero de 1930, momento de su caída, presidirá el Consejo de Ministros.

(que agrupaba a tres divisiones bajo sus órdenes, unos 30.000 hombres) en la Guerra Civil, desde el exilio, es bastante descriptiva:

Cursaba el último año de bachillerato cuando se acercaba el final de la «dictadura», *bonachona y paternal*, del general Primo de Rivera. No podía dejar de percibir su impopularidad y el descontento creciente que se extendía en todo el país. Es cierto que al lado de los *regímenes sanguinarios que hemos visto después por el mundo*, la situación de España en aquellos años no tenía nada de terrible. Públicamente se hacía mofa del dictador y los chistes corrían de boca en boca...<sup>46</sup>

De corte pretendidamente regeneracionista, retóricamente perseguidor del caciquismo, el dictador se veía a sí mismo como la encarnación del «cirujano de hierro», el encargado de curar los seculares males de España que había evocado Joaquín Costa (*Oligarquía y caciquismo como forma actual de gobierno en España: urgencia y modo de cambiarla*, 1902). Son señas de identidad del período un decidido impulso a la realización de obras públicas (mejoras en las infraestructuras de transporte y comunicaciones), y un fuerte intervencionismo del Estado<sup>47</sup>, que gira hacia un modelo corporativo. Política tecnócrata, busca ante todo una modernización del Estado y de la sociedad en su conjunto.

En lo educativo destaca una política de revitalización estatal, en la que sobresale su atención a la construcción escolar para la enseñanza primaria<sup>48</sup>; también la implicación en la modernización del bachillerato y su conexión con los estudios universitarios (1926). Ministro de Instrucción Pública, Eduardo Callejo impulsó igualmente una reforma universitaria (1928), instituciones a las que con anterioridad se les había reconocido el carácter de corporación de interés público, disponiendo que disfrutasen de personalidad jurídica para adquirir bienes, poseerlos y administrarlos (junio de 1924). En ello igualmente se ha de apuntar la institución de la Junta Constructora de la Ciudad Universitaria madrileña (mayo de 1927). Correlacionados con estos procesos de extensión y renovación educativa están los naturales condicionamientos derivados de la ideología: restricción de la libertad de cátedra, particularmente vigilando la impartición de «doctrinas antisociales o contra la unidad de la patria» (1925), algo que en esencia reitera en la reforma universitaria; ataque a la autonomía de los centros (1927), que de elegir sus directores (organización ascendente, de abajo hacia arriba) pasan a ser elegidos por las autoridades gubernamentales (organización des-

---

<sup>46</sup> Manuel TAGÜEÑA LACORTE, *Testimonio de dos guerras*, México, Ed. Oasis, 1973: 11. Las cursivas son nuestras.

<sup>47</sup> En términos generales, tras la Primera Guerra Mundial, los Estados evolucionaron hacia posiciones más intervencionistas.

<sup>48</sup> En los cinco años entre 1924 y 1929 intervino (construcción o renovación-ampliación) en cerca de 3.900 unidades, lo que viene a representar algo más de los dos tercios de lo realizado por el Ministerio de Instrucción Pública en los veintitrés entre su fundación y el golpe, 1900-1923; es decir, más del triple de actividad en tasa anual. (Datos en: Manuel PUELLES BENÍTEZ, *Educación e ideología en la España Contemporánea*, op. cit., 1999: 229-230).

cedente, de arriba hacia abajo); o supresión de la publicidad de las oposiciones, con lo que implica de potenciales «ocultismos». Pero la gota que colma el vaso, inserta en la reforma universitaria (art. 53), fue el reconocimiento en pie de práctica igualdad de las enseñanzas privadas «acreditadas» con las de la universidad pública. En la práctica se trataba del reconocimiento explícito de la capacidad para emitir títulos académicos de nivel facultativo superior (universitario o de escuela especial) concedidos a instituciones privadas, singularmente a la Iglesia (por las instituciones jesuitas de Deusto y agustinas de El Escorial, implícitamente también el reconocimiento de los títulos de ingeniero del jesuita ICAI). Cierre de universidades y escuelas especiales de ingenieros, renuncias a cátedra, amenazas de supresión de universidades, incluso de supresión de la carrera de ingeniero Industrial... la protesta tuvo tal extensión e intensidad<sup>49</sup> que se puede decir que puso en irremisible vía de salida a Primo de Rivera, a pesar de que, en septiembre de 1929, se retractó suspendiendo el mencionado artículo 53. Se ha de señalar que esta retracción se produce en pleno ocaso del mandato dictatorial, en parte con el objetivo de reducir tensiones en la calle cuando —bajo el epígrafe de *Exposición General Española*— se celebran la *Exposición Iberoamericana* de Sevilla y la *Exposición Internacional* de Barcelona, ambas inauguradas en mayo de ese mismo año de 1929.

En el ámbito educativo e investigador de las ingenierías, destaca por un lado el *Estatuto de la Enseñanza Industrial*, que posibilitará una cierta coordinación de varios niveles formativos —obrero, profesional y facultativo o de ingeniero—; además, añade otro de investigación y ampliación de estudios, todo ello con una limitada permeabilidad entre los mismos, definiendo como escuelas *privadas* «las sostenidas por particulares o Corporaciones distintas de los órganos de la Administración pública central, provincial o municipal». Publicado en octubre de 1924, el *Estatuto* se sitúa en un marco neo-regeneracionista, dependiendo del Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria. No obstante, la multiplicidad de normas y criterios contradictorios aconsejarán la refundición de textos, lo que da lugar al *Estatuto de Formación Profesional* (diversos documentos de octubre y diciembre de 1928). Mediante los estatutos de 1924 y 1928 la dictadura regula e integra la formación industrial en su conjunto, concibiéndola como un instrumento de modernización del país, de la política económica y social. Por otro lado, consolidando la integración de la orientación y la selección profesional, el Estado define una red institucional básica, pero delega en gran parte su desarrollo en las administraciones locales, también en la iniciativa privada. En registro complementario, ante la floreciente aviación, para evitar la dispersión de esfuerzos, en un ámbito en el que convergen intereses del Ejército de Tierra y de la Armada, así como civiles, en septiembre de 1928 la Presidencia del Consejo de Ministros, a impulso

---

<sup>49</sup> Ante la situación general planteada, los agustinos renunciaron al derecho conferido, pero los jesuitas se mantuvieron firmes (Francisco MARTÍ GILABERT, «La Iglesia y la dictadura de Primo de Rivera (1923-1929)», *Anuario de Historia de la Iglesia*, 2, 1993: 151-178; esp. pp. 161-162).

de Emilio Herrera Linares (1879-1967)<sup>50</sup>, crea la Escuela Superior Aerotécnica (ESA). Instalada en Cuatro Vientos, en esta institución se otorgarán los títulos de especialista en Motores, especialista en Aeronaves, navegante aéreo e ingeniero Aeronáutico (para los que tengan los títulos de especialista en Motores y en Aeronaves).

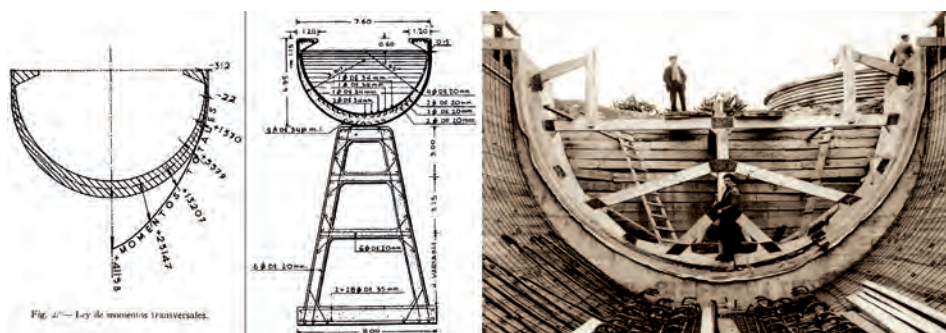
A la par, serán múltiples las reformas en otras ramas de la ingeniería. Por ejemplo: (1) se crea el Instituto Nacional Agronómico de Investigación y Experiencias (octubre de 1926; redenominado en su primer reglamento —marzo de 1927— como de Investigaciones y Experiencias Agronómicas y Forestales, en 1929 se segregará el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias), disponiéndose poco después la creación de las Estaciones de Cerealicultura y de Patología; (2) se crea la Junta de Investigaciones Experimentales, cuyo objetivo es cooperar en la enseñanza práctica de los alumnos de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos (noviembre de 1928); o (3) se reorganiza la Escuela Oficial de Telecomunicación (que reemplaza a la Escuela Superior de Telegrafía), en la que la admisión a los estudios de ingeniería estará, por fin, abierta a personas ajenas al Cuerpo de Telégrafos. También habrá creaciones y cambios en el ámbito asociativo de las ingenierías, pero hemos de dejar simplemente apuntada su existencia.

Política económica de inspiración en la Italia fascista, la dictadura implantó la idea de Estado Corporativo, sistema muy normativo, en el que se erige en el organizador y el impulsor de la producción nacional (en 1924 se crea el Consejo de Economía Nacional y en 1926 el Comité Regulador de la Producción Nacional). Más que con estatizaciones, ejerció su influencia combinando un fuerte dirigismo (política de activo intervencionismo corporativo, burocrática en exceso, «régimen de expediente») e incentivos para promover actuaciones consideradas de interés público. En paralelo, alineado con las políticas de la mayoría de los países (tuvieran o no un régimen autoritario; estuviesen o no en vías de industrialización), en el período de entreguerras se potenció el proteccionismo, de donde se incrementó el grado de monopolio, así como la rigidez del sistema<sup>51</sup>. Como régimen autoritario, los salarios fueron controlados (en 1926 se estableció la Organización Corporativa Nacional que se basaba en comités paritarios locales). Síntoma de conservadurismo económico, se ha de añadir la ausencia de muy necesarios cambios en la fiscalidad. En este sentido, la «rebelión de los terratenientes» (1926) evidenció que el Gobierno —que, en expresión de la época, había desalojado a la oligarquía política del turno— se hubo de plegar a poderes fácticos muy ligados a los caciques, a los que había dicho querer combatir; en realidad, más que el «descuaje del caciquismo», lo que se termina produciendo es la integración de muchos de estos en la Unión Patriótica, partido político creado por el dictador.

---

<sup>50</sup> Ingeniero militar y pionero de la aviación española (aviador y diseñador), permaneció fiel a la Segunda República en julio de 1936; exiliado en Francia, fue presidente del Gobierno de la República española en el exilio.

<sup>51</sup> Sin que este comentario sea una defensa de los proteccionismos ultramontanos del momento, ha de confesarse que la relativa cerrazón de nuestro sistema económico atenuó la repercusión de la *Gran Depresión*, consecuencia del desplome bursátil conocido como el *crac del 29*.



**0.5. El acueducto de Tardienta en obras (1934).** Prueba de continuidades y anécdota curiosa, el ingeniero de caminos que en 1924 diseña el acueducto es Alfonso Peña Boeuf (1888-1966); la originalidad de su estructura (sección semicircular, lo que lleva a sustanciales ahorros en materiales) y las discusiones sobrevenidas aconsejaron la realización de un tramo de pruebas, que se ensayó en febrero de 1935. Finalmente, la inauguración de la obra tuvo lugar en junio de 1941, siendo presidida por el propio autor del proyecto, a la sazón ministro de Obras Públicas (sobre «El acueducto de Tardienta» en la Revista de Obras Públicas: Alfonso PEÑA BOEUF, 2.666, 1935: 125-127; y José JUAN-ARACIL, 89, 1941: 373-377). En suma, se trata de un proyecto de talante regeneracionista de la dictadura de Primo de Rivera, cuyas obras prosiguen durante la Segunda República, y es concluido en el más duro franquismo.

Tal vez lo más característico de la política de modernización de este período sea el programa de obras públicas lanzado por Rafael Benjumea, I conde de Guadalhorce, ingeniero de caminos y ministro de Fomento, pudiéndose hablar en cierto sentido de «keynesianismo antes de Keynes»<sup>52</sup>. Entre otras prioridades, el programa perseguía la ampliación y modernización de las redes de transporte (carreteras, ferrocarriles<sup>53</sup> y puertos), también potenciar los embalses con su triple uso, como

<sup>52</sup> Véase el capítulo VIII de Juan VELARDE FUERTES, en *Cien años de economía española...: «Una dictadura keynesiana antes de la Teoría General (1923-1930)»*, 2009: 159-177.

<sup>53</sup> Habida cuenta de la descapitalización en que se encontraban las compañías ferroviarias (en parte no invertían ante la próxima caducidad de las concesiones), este sector fue uno de los primeros y el más importante beneficiario de los proyectos de ayuda pública. Se pretendía mejorar tanto las vías como el material rodante. No obstante, ante la resistencia a la reestructuración general de las compañías operadoras (1923), para evitar que las inversiones cayeran en saco roto, «en representación conjunta del Estado y de todos los intereses nacionales», con el objetivo de «regular e inspeccionar la gestión ferroviaria de las Empresas», en enero de 1924 fue creado el Consejo Superior de Ferrocarriles. De carácter intervencionista, el *Estatuto* de julio de 1924 articuló las relaciones entre el Estado y las compañías operadoras. El primero se reservaba el control de las tarifas, a la vez que,

fuelle para nuevos *regadíos* (en la órbita regeneracionista costiana es un intento de atenuar la desigualdad rural vs. la urbana), abastecimiento de *agua de boca* y producción de *energía hidroeléctrica*.

Prueba de evidentes *continuidades* con la etapa anterior en la política hidráulica, aún con matices diferenciadores y abstrayendo diversos hitos, en febrero de 1925 Primo de Rivera extiende la autorización sobre los Riegos del Alto Aragón a «todas las aguas públicas que sea posible y convenga derivar de cualesquiera cauce, dejando a salvo los derechos anteriormente adquiridos sobre las mismas». Pero la década transcurrida muestra que la complejidad del uso racional y optimizado del recurso agua requiere de nuevos instrumentos de gestión. En este sentido, en marzo de 1926, bajo el impulso del ingeniero de caminos Manuel Lorenzo Pardo (1881-1953), se crea en España el concepto de Confederación Sindical Hidrográfica (CSH). Tipo de organismo autónomo adscrito al Ministerio de Fomento, con representación de los usuarios, su área de influencia está delimitado por criterios «naturales» (geográficos), no meramente políticos o históricos. El planteamiento supone *de facto* una descentralización en las funciones y actuaciones del Estado, a la vez que prima las regiones naturales, no las políticas. Desde puntos de vista muy distintos, las CSH darán lugar a recelos, a pesar de que su objetivo es optimizar el aprovechamiento de las aguas de las cuencas hidráulicas, merced a la construcción de obras y su explotación con criterio integral; en la misma fecha se institucionaliza la primera CSH, la de la cuenca del Ebro.

En dimensión complementaria, en febrero de ese mismo año de 1926 se crea el Circuito Nacional de Firms Especiales (CNFE), red de carreteras diseñadas para el «estilo del petróleo». Su denominación deriva de la utilización de nuevos materiales, unos especialmente apropiados para el tráfico de automóviles (pasajeros y transporte de mercancías). Perseguía modernizar los itinerarios de mayores flujos rodados, lo que facilitó el acceso a las exposiciones internacionales de Barcelona y Sevilla de 1929, tarea complementada con la creación del Patronato Nacional del Turismo, germen de la actual red de Paradores Nacionales<sup>54</sup>.

Capitales privados cooperaron tanto en la construcción de embalses como en la puesta en marcha de grandes centrales hidroeléctricas y las correspondientes grandes redes de distribución (de alta tensión y con los necesarios centros de transformación, además de las redes de media y baja tensión); en suma, se desarrolla

---

con objeto de atraer capitales para renovar y ampliar la red existente, subvencionaba el interés de una nueva deuda ferroviaria. La política durante esta dictadura se puede ver como un primer paso para una futura nacionalización del sector, en suma preludio para la constitución de Renfe, tras la Guerra Civil (1941).

<sup>54</sup> Impulsado por la Comisaría Regia de Turismo en 1926, el primer parador fue el de Gredos. Inaugurado en 1928, se refleja en un interesante cartel publicitario de 1929, debido a Roberto Domingo Fallola (1883-1956), pintor costumbrista español, donde, entre otras cosas, se encuentra un bello automóvil. La il. 4.2.2 del volumen IX de esta misma colección reproduce otro de esos carteles, debido a Antonio Guezala (1889-1956), se centra en *Las playas del Abra* (1929).

un muy importante esfuerzo inversor. Si bien esto contribuye al desarrollo de infraestructuras técnicas y a la aceleración del crecimiento industrial, hoy se suele admitir que fueron los vientos de cola en esa década de «los felices años veinte» los mayores responsables de la mejora económica<sup>55</sup>, cuyo sector secundario estuvo dominado por la industria pesada. Ello supuso un cambio estructural, que hizo entrar al país en un nuevo estadio del proceso de industrialización (siderurgia y metalurgia, cemento, química, generación eléctrica, y bienes de producción); entre 1922 y 1929 el PIB crece anualmente al 5,6%.

En lo relativo a la telefonía, merece la pena detenerse un poco pues, habida cuenta del acendrado nacionalismo de la dictadura, presenta una contradicción programática. Desde mediados de la década de 1880, a diferencia de lo sucedido con el telégrafo, cuando emerge la telefonía, las autoridades de la época titubeaban entre asignarle la explotación del servicio telefónico a instituciones del propio Estado (a Telégrafos) o cederlo a otras iniciativas (privativas o municipales, por ejemplo). A comienzos de los años veinte, la embrionaria red telefónica existente estaba constituida por un conjunto de subredes con epicentros normalmente en las ciudades; es decir, se parte de un esquema fragmentado, también anticuado. En la necesaria modernización y ampliación, se vislumbra por momentos una solución totalmente pública, gestionada por Telégrafos (es decir, basada en la concentración de todas las telecomunicaciones en este organismo del Estado, como ocurre en otros países), o mixta (con una red interurbana de carácter público y redes urbanas en manos privadas o de instituciones locales). En este juego, Telégrafos intenta acaparar esas redes para constituir una nacional. Sin embargo, la opción del Directorio Militar fue justamente la opuesta. Prescindiendo de un concurso público, en mayo de 1924 se adjudica directamente el servicio en régimen de monopolio a una compañía privada, nominalmente «una sociedad española y dirigida por nacionales». La elegida fue la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), que se había constituido en ese mismo año. La CTNE tiene que proceder a la «organización, reforma y ampliación del servicio telefónico nacional». Sin embargo, esta empresa solo era nominalmente española, siendo la International Telephone and Telegraph (ITT, agrupación empresarial fundada en 1920) el necesario socio tecnológico y, tras una ampliación de capital, la auténtica propietaria de la CTNE, en la que siempre mantuvo el total control sobre el suministro de materiales<sup>56</sup>. Tiempos de acelerados cambios, la Asociación

---

<sup>55</sup> Véase, por ejemplo, Albert CARRERAS y Xavier TAFUNELL, *Historia económica de la España Contemporánea (1789-2009)*, op. cit., 2010: 239-243.

<sup>56</sup> Para una amplia perspectiva sobre la génesis y funcionamiento de la CTNE, véase: Ángel CALVO, *Historia de Telefónica, 1924-1975. Primeras décadas: tecnología, economía y política*, Madrid, Ariel / Fundación Telefónica, 2011. La producción del material necesario para la nueva red telefónica se hace a través de Standard Eléctrica; empresa filial de ITT, fue fundada con el apoyo de financieros españoles.

Nacional de Radiodifusión se funda en febrero de 1924, año en el que empiezan a emitir de forma regular varias emisoras a nivel nacional. Definitivamente, en 1924 las telecomunicaciones adquieren una nueva y potente presencia.

Terminada la Primera Guerra Mundial, el consumo de derivados del petróleo empieza a crecer significativamente en España. Su importancia geoestratégica y económica, dada la extrema dependencia y vulnerabilidad nacional a ese respecto, lleva a la promulgación en junio de 1927 de la Ley del Monopolio de Petróleos, según la cual se establece uno sobre el Estado que abarca su importación, manipulaciones industriales, almacenaje, distribución y venta. Desde el Ministerio de Hacienda (José Calvo Sotelo, ministro), se le confía en ese mismo 1927 a la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos Sociedad Anónima (CAMPSA), empresa constituida a imitación de la Compagnie Française des Pétroles (CFP; fundada en 1924 y con participación mixta privada y del Estado). Desafortunadamente, CAMPSA no generó una industria de refino ni se embarcó en la aventura de prospecciones, como cabía esperar<sup>57</sup>.

Con lo esbozado no se cubren las creaciones modernizadoras del momento que, al margen de consideraciones económicas, implican innovación técnica, pero el CNFE, la CTNE, las Confederaciones Sindicales Hidrográficas o CAMPSA son ejemplos del hacer en ese sexenio dictatorial. Ciertamente, operaciones como el contrato de la CTNE fue uno de los muchos ejes por los que se ataca políticamente, y no sin fundamento, lo realizado en la dictadura. Desde un punto de vista estrictamente económico hay tanto críticos como defensores de las inversiones realizadas por las Confederaciones, pero su compleja valoración, técnica e ideológica, cae fuera de los objetivos aquí perseguidos.

La incompatibilidad entre la creación de oligopolios en diversos sectores y la reducción de costes de los correspondientes productos, el fracaso en el aumento de la presión fiscal manteniendo inversiones (lo que conduce a una importante deuda que debilita la cotización de la peseta), o el intervencionismo corporativista (seudo-socializante) puesto en práctica, que contradice la necesidad de libertad de acción por parte de los empresarios, están entre las causas de la tremenda pérdida de popularidad de la dictadura. A estas hay que añadir otros motivos más genuinamente políticos como: (1) el mencionado apoyo a organizaciones académicas de la Iglesia (en el caso de la ingeniería, al ICAI), que provocan una importantísima contestación en el ámbito universitario y de las escuelas especiales; (2) la represión de los nacionalismos periféricos; (3) la corrupción, en un régimen que tiene la lucha contra el caciquismo como parte de su fundamento discursivo inicial, algo que se va diluyendo a medida que se institucionaliza y precisa de la connivencia de los sectores más

---

<sup>57</sup> La primera empresa petrolera privada del país fue CEPESA (Compañía Española de Petróleos, S. A.). Fundada en 1929, construyó su primitiva refinería en Tenerife en 1930, ya que, según la Ley del Monopolio, se prohibía la instalación de industrias petrolíferas privadas en el solar peninsular.

influyentes en los distintos territorios; o (4) de carácter estrictamente militar, como el grave «conflicto con los Artilleros», que termina dando lugar a la cuarta disolución del Cuerpo de Artillería, en febrero de 1929. Finalmente, Primo de Rivera dimite en enero de 1930, pasando el general Dámaso Berenguer a presidir el Consejo de Ministros. El *Delenda est monarchia* orteguiano (en «El error Berenguer», publicado en *El Sol* el 15 de noviembre de 1930), fue más que una desiderata. Si en febrero de 1931 Berenguer hubo de dejar paso al almirante Juan Bautista Aznar, en abril de 1931 este último vio la proclamación de la Segunda República.

## V

### LA SEGUNDA REPÚBLICA (1931-1936)

Si al margen de lo que supone como fundamental cambio en la forma de Estado, hubiera que identificar la actividad de la Segunda República con un único tipo de actuación que hable de transformación social, quizás el tema educativo sea elegido por muchos como emblema. Por ejemplo, poco más de dos meses después de constituido el Gobierno provisional republicano, un decreto del 23 de junio autoriza al Ministerio de Instrucción Pública para crear —apenas una semana después (a partir del 1.º de julio)— 7.000 plazas de maestros y maestras con destino a las escuelas nacionales. Simbólico y categórico, en el preámbulo se afirma que:

El Gobierno provisional de la República sitúa en el primer plano de sus preocupaciones los problemas que hacen referencia a la educación del pueblo. La República aspira a transformar fundamentalmente la realidad española hasta lograr que España sea una auténtica democracia. Y España no será una auténtica democracia mientras la inmensa mayoría de sus hijos, por falta de escuelas, se vean condenados a perpetua ignorancia.

Esta declaración prosigue con un contundente y revelador: «Ha llegado el momento de redimir España por la escuela». Aún impresionante, esto no es más que la punta de un iceberg que con perspectiva más global se puede vislumbrar, pues se abordaron temas como la dignificación profesional de los maestros (salarios), el perfeccionamiento de su formación, o la creación de miles de escuelas. En aquel momento se estima que el sistema de enseñanza atiende a poco más de la mitad de los potenciales escolares (aprox. 1.800.000 de 3.500.000). Evaluando un déficit de más de 27.000 escuelas, se establece un plan quinquenal (aprobado en Cortes en octubre de ese mismo año) para construir 25.000, actuación para la que el Gobierno hubo de tramitar un empréstito por 400 millones de pesetas (aprobado en septiembre de 1932). Si en 1908 en España hay unas 24.800 escuelas, en los veintitrés años hasta 1931 se han construido unas 13.000 (de media, unas 560 por año). En el bienio republicano de 1931-1933 con la ayuda de los municipios y diputaciones, se construyeron 9.620 (4.810 al año; es decir, se desarrolla una intensidad de más de 8,5 veces

superior)<sup>58</sup>. La gran prioridad de la República es la alfabetización, en menor grado la enseñanza secundaria y la universidad. A ello se han de añadir algunas iniciativas privadas promovidas desde sectores obreros o populares.

Sin embargo, en el ámbito de la formación técnica superior, la República no introduce novedades significativas; tampoco perfecciona los esquemas de formación profesional industrial heredados. Para empezar, en el ámbito de recortes y reorganización de la Marina, la Academia de Ingenieros de la Armada, que acepta aspirantes civiles, fue definitivamente clausurada en febrero de 1932. Obviamente, un país como España, con su enorme tradición marítima, no podía quedar sin escuela en la que formar ingenieros navales. De este modo, gracias a la persistente gestión de la Asociación de Ingenieros Navales, casi un año después, el centro que depende del Ministerio de Marina pasa a depender del Departamento de Instrucción Pública. Sin ser puerto de mar, la nueva escuela se instala en la capital de la República<sup>59</sup>. Con esta actuación se puede decir que «concluyen» los procesos fundacionales de las ingenierías civiles «clásicas» españolas (Minas, 1777; Caminos, 1802; Montes, 1848; Industriales, 1850; Agrónomos, 1855; Telecomunicación, 1920; Aeronáuticos, 1928; y Navales, 1933<sup>60</sup>). Ya comentado, a la relación anterior se ha de añadir el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos (1900), creado en el seno del Instituto Geográfico y Estadístico, institución civil en la que también participan técnicos militares.

En registro completamente diferente, se puede apuntar que, apenas un mes después de la proclamación de la República (el 11 de mayo de 1931), ante la *activa pasividad* de algunas autoridades, turbas incendiarias prendieron fuego a las instalaciones del ICAI<sup>61</sup>. Son malos tiempos para la Compañía, que por quinta vez en su

---

<sup>58</sup> Datos básicos tomados de Manuel CASTILLO MARTOS y Juan Luis RUBIO MAYORAL, *Enseñanza, ciencia e ideología*, Sevilla, Diputación de Sevilla / Vitela Gestión Cultural, 2014: 30-31; también, en Manuel PUELLES BENÍTEZ, *Educación e ideología en la España Contemporánea*, op. cit., 1999: 265-266. Otros datos de interés en: Ramón LÓPEZ MARTÍN, «La construcción y creación de escuelas en la España del primer tercio del siglo XX», *Historia Educación*, 16, 1997: 65-90; y Mariano PÉREZ GALÁN, *La enseñanza en la Segunda República española*, Madrid, Cuadernos para el Diálogo, 1975.

<sup>59</sup> Incluso antes de constituirse la nueva escuela, representantes de la ingeniería naval participan en una comisión para la revisión y la armonización de los planes de estudios y organización de las escuelas de ingenieros civiles. Formada en 1932, sus conclusiones no tuvieron impacto alguno.

<sup>60</sup> En cualquier caso, se ha de puntualizar que la formación de ingenieros navales arranca en el seno de la Armada en 1770. La correspondiente Academia sufrió innúmeros avatares. Reconstituida en septiembre de 1918 en El Ferrol como *Academia de Ingenieros de la Armada*, según reglamento de ese mismo noviembre podía admitir alumnos *libres*, civiles. En ese sentido cabe adelantar su «fundación» con aplicación al ámbito civil en década y media. La opción aquí recogida es que en 1933, la escuela es puramente civil, aunque la mayoría de sus profesores fuesen inicialmente de origen militar. De hecho, su primer director fue Nicolás Franco, hermano de quien se instauraría como dictador en 1936.

<sup>61</sup> Con carácter más general, entre los días 10 y 13 de mayo de 1931 se produjo una crispada ola incendiaria contra edificios, obras de arte, bibliotecas, etcétera, de la Iglesia católica. Conocida como

historia —todo un récord— es singularizada con un decreto de disolución específico (enero de 1932). Finalmente, se ha de anotar el peculiar intento de puesta en el mercado profesional de un nuevo título de ingeniero. Sorpresivamente decretado, el título de ingeniero Pecuario<sup>62</sup> toma forma administrativa en diciembre de 1931. Sucede tras crearse en ese mismo mes de mayo la Dirección General de Ganadería e Industrias Pecuarias en el Ministerio de Fomento, que queda indirectamente bajo la tutela del veterinario Félix Gordón Ordás, cofundador del Partido Republicano Radical Socialista<sup>63</sup>. *De facto non nato*, su creación *de iure* surge completamente al margen del ámbito cultural propio de la ingeniería; es actuación que ha de enmarcarse en la reforma de la profesión de veterinario, a su vez derivada de la de albéitar, que busca nuevos espacios profesionales de actuación<sup>64</sup>. La reacción del Instituto de Ingenieros Civiles, alentada en particular por los ingenieros agrónomos, fue inmediata. Si bien el tema termina olvidándose, estos quedaron parcialmente marginados en el sector pecuario.

La crisis de 1929, y esfuerzos en otras direcciones desde el Gobierno, dan lugar a que se promulgue la supresión de estudios como los de ingeniero Aeronáutico<sup>65</sup>, o intentos varios de reducir el número de plazas de estudiantes de entrada en las Escuelas Especiales de Ingenieros Industriales. Con carácter global, reunidas la mayoría de las escuelas de ingeniería en el Ministerio de Instrucción Pública, se ha de subrayar un claro y casi unánime lamento, que años después recoge, por ejemplo, Francisco

---

*la quema de conventos*, transforma en humo y cenizas valiosísimos elementos patrimoniales de España. La Agrupación al Servicio de la República, en escrito firmado por sus impulsores, Gregorio Marañón, José Ortega y Gasset y Ramón Pérez de Ayala, la condenaron enérgicamente en el diario *El Sol* el mismo día 11 de mayo de 1931. Ramiro de Maeztu dirá que «dejar destruir el ICAI no fue solo crimen, sino estupidez», mientras que, muy afectado y desde Buenos Aires, Azorín hablaba «del incendio de un monumento de cultura y civilización».

<sup>62</sup> José Manuel GUTIÉRREZ GARCÍA, «La campaña por la reforma de la profesión: 'Baldomero no será veterinario, será todo un ingeniero pecuario'», *Información Veterinaria*, septiembre de 2010: 22-25.

<sup>63</sup> Félix Gordón Ordás (León, 1885 – México DF, 1973), veterinario de profesión, en los últimos años de la dictadura de Primo de Rivera (junto con personas como Marcelino Domingo o Álvaro de Albornoz Liminiñana) funda este partido. Durante la Guerra Civil ejerce de embajador en México contribuyendo a la favorable acogida de republicanos españoles que dispensa ese país. Llega a ser presidente del Gobierno de la República española en el exilio, cargo que ejerce a continuación Emilio Herrera, el ingeniero militar que había sido director-fundador de la Escuela Superior Aerotécnica (ESA).

<sup>64</sup> Con la modernización de los transportes (ferrocarril, automóvil, camión, autobús, motocicletas, etcétera) y la competencia del motor de combustión interna en las tareas del campo (tractores, segadoras, etcétera), la clínica y la cirugía para équidos y bovinos eran temas que se contemplaban en declive, reconociéndose, además, que la profesión no estaba bien remunerada.

<sup>65</sup> «La falta de trabajo para los ingenieros en general y en particular para los de esta especialidad aeronáutica, aconsejan restringir la formación de estos ingenieros, en particular la de los que no dispongan de otras especialidades» (*GM*, enero de 1935). Para no violentar derechos adquiridos, de momento se admite un nuevo ingreso.

Vighi, catedrático de la Escuela Central de Ingenieros Industriales y poeta. No sin razón, afirma que dejándolas bajo el paraguas de los ministerios técnicos específicos,

se defiende con más atención el prestigio, los derechos y los intereses de las Escuelas y sus graduados. En cambio, en Educación Nacional [que sustituye a Instrucción Pública] apenas influyen los organismos de la Enseñanza Técnico facultativa, ni el profesorado de las Escuelas Especiales. Toda la atención va en beneficio de Universidades y organismos superiores para los que nunca faltan espléndidas dotaciones y en cuyo honor y provecho no deja de funcionar el altavoz de los elogios<sup>66</sup>.

En análogo sentido puede considerarse la reducida atención de los gobiernos republicanos a la formación y perfeccionamiento de los obreros:

Resulta paradójico, cuando se analiza con detenimiento la política educativa y cultural de la Segunda República, aquella República «de trabajadores de todas clases», que de todos los sectores educativos tocados por el innegable esfuerzo presupuestario del régimen, fuese precisamente el menos beneficiado el dirigido a formar profesionalmente a los trabajadores<sup>67</sup>.

Dados los abusos en el empleo de títulos de ingeniero (el problema del *intrusismo*<sup>68</sup>), en marzo de 1933, Fernando de los Ríos, socialista reformista y ministro de Instrucción Pública, dicta una *definición oficial* del uso del título de ingeniero (*GM del 17*)<sup>69</sup>. Se argumenta que la norma es solo un *corolario* de la Constitución de 1931 (art. 49), que reserva al Estado la exclusividad «para expedir títulos académicos y profesionales». De este modo, en el artículo 1 se limita el uso de la denominación de *ingeniero* a

— Aquellos que estén en posesión del correspondiente título expedido por el Estado español.

<sup>66</sup> Francisco VIGHI, «La enseñanza profesional y técnica en España: la formación de los ingenieros», en *II Congreso Nacional de Ingeniería*, 1951, t. x y xi: 35-39; la cita, en p. 39.

<sup>67</sup> FRANCISCO VILLACORTA BAÑOS, *La regeneración técnica: la Junta de Pensiones...*, *op. cit.*, 2012: 621.

<sup>68</sup> Sobre esta cuestión, desde la perspectiva de los ingenieros industriales, véase G. LUSA MONFORTE, «La Escuela de Ingenieros de la Dictadura a la República (1927-1936)», *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, 16, 2006: 75-84.

<sup>69</sup> En 1932 se plantea una cuestión similar en Francia. El informe de una comisión nombrada al efecto por la Société des Ingénieurs Civils de France concluye afirmando que «la palabra *Ingeniero* o *Ingeniero civil* no es un título, sino más bien una simple indicación de una profesión que toda persona que tenga conocimientos suficientes puede ejercer». Se admite, por consiguiente, su uso tanto por autodidactas como por egresados de escuelas privadas. En cualquier caso, especificando el centro que lo otorga, todo diploma de ingeniero es privativo, legalmente protegible (recogido en J. Manuel ESPAÑA, «La denominación de Ingeniero», *Madrid Científico*, 1.150, noviembre de 1925: 348-349). Esta resolución no debe extrañar, por cuanto el primer presidente de la Société Centrale des Ingénieurs Civils (1848) —precedente directo de la Société des Ingénieurs Civils de France (1850)— fue Eugène Flachat, un empresario e ingeniero autodidacta que interactuó mucho con los colegas ingleses del momento (con los Stephenson y los Brunel, en particular).

- Los nacionales o extranjeros con títulos expedidos por las escuelas especiales consideradas como oficiales en otros Estados.

Admitiendo que los títulos oficiales extranjeros se puedan incluso *revalidar* mediante la superación de las *pruebas de competencia* que acuerde el Consejo Nacional de Cultura, el decreto es taxativo. Declara que quienes «hubieren obtenido de alguna entidad privada una certificación de estudios calificada con alguna denominación que coincida con los títulos expedidos por el Estado se abstendrán de usar esa denominación o título, debiendo indicar, en cambio, *diplomado de...* la entidad o Escuela de que proceda». Entre los afectados por este decreto se encuentran aquellos que han sido titulados como ingenieros por el ICAI, a los que ahora solo se les permite identificarse como *diplomados* en Electromecánica o similar. Complementariamente, diversas normas regulan las competencias profesionales (*i. e.*, el catálogo de atribuciones) de los ingenieros de las diferentes ramas (de Minas, Industriales, de Telecomunicación, Agrónomos, Caminos...).

En este punto, procede señalar que, históricamente y con cierta frecuencia, entre las diferentes ingenierías se observan, sobre un mismo problema, dispares puntos de vista técnicos (*doctrinales*), pudiéndose afirmar que no siempre estaban modulados por pretensiones *corporativas*. En todo caso, en fecha tan temprana como febrero de 1863, a fin de establecer «con claridad y precisión las atribuciones que en la dirección y ejecución de las obras públicas de diversas clases corresponden a las carreras y profesiones, que tienen entre sí varios puntos de contacto», desde el Gobierno se mandó crear una comisión que incorpora un ingeniero civil de cada rama (Minas, Caminos, Montes, Industrial, y Agrónomo) y un arquitecto. Prueba de que el resultado no fue concluyente es un rosario de disputas. Por ejemplo, en lo relativo a los aprovechamientos rurales entre los ingenieros agrónomos y los de montes, o en la regularización de los cursos de agua y la valoración del papel del bosque, se enfrentaron ingenieros de caminos y de montes. Más centrados en cuestiones *corporativas*, en temas energéticos, están las diferencias entre los ingenieros de minas y los industriales, o de los agrónomos (regadíos) vs. los de caminos e industriales (generación hidroeléctrica), o sobre el ámbito de las telecomunicaciones entre ingenieros industriales y los más modernamente creados de telecomunicación)<sup>70</sup>.

En lo relativo a instituciones que forman parte del incipiente sistema nacional de innovación, más que nuevas creaciones hay en estos años hay diversas redefiniciones, algunas regresivas. Por ejemplo, se reglamenta el Instituto Forestal de

---

<sup>70</sup> Desde diversos puntos de vista, a los conflictos doctrinales y corporativos en el Ochocientos se les dedica atención a lo largo del volumen v de esta misma colección: Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, 2007. Los conflictos competenciales entre los ingenieros de caminos y los arquitectos centran la monografía: ANTONIO BONET CORREA, FÁTIMA MIRANDA y SOLEDAD LORENZO, *La polémica ingenieros-arquitectos en España. Siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos / Turner, 1985.

Investigaciones y Experiencias (1932) o el Instituto de Investigaciones Agronómicas (1932), o el Instituto de Ampliación de Estudios e Investigación Industrial (1936); por otro lado, al publicarse su reglamento inicial, el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo se declara «pronto a terminarse» (febrero de 1933)<sup>71</sup>. En cualquier caso, las mayores expectativas provienen de una frustrada creación *ex novo*, la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER)<sup>72</sup>. Impulsada por José Castillejo será contemplada por ley (diciembre de 1931). Según su preámbulo:

La guerra europea ha reformado la fe de nuestro siglo en el poder creador de la inteligencia humana y ha difundido esa fe entre las masas, fascinadas ante la magnitud y la profusión de inventos que multiplican el poder y el bienestar.

Las clases directoras se han apoyado en este entusiasmo para organizar la investigación científica, aunque huyendo de atentar a la libertad de métodos y de iniciativas que es condición esencial para su desarrollo. Así han surgido en todos los pueblos cultos instituciones que se proponen coordinar los esfuerzos científicos y cultivar las vocaciones de los más aptos para la investigación.

Claro canto a la institucionalización de un *sistema nacional de innovación*, entre otras cosas, pretende:

- «La atracción de las industrias y de los intereses privados para que coadyuve a las investigaciones científicas que más directamente les afecten».
- «La coordinación de trabajos y la alianza de laboratorios para ahorrar esfuerzos y crear cooperación y ambiente científicos».

Desbordando el ámbito de la Instrucción Pública (en el que también se desenvuelve la JAE), y desde su propio ámbito, curiosamente ignora la tarea de la Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero —que tenía experiencia en la cooperación con empresas y otras entidades patrocinadoras de obreros pensionados—, así como de numerosas instituciones asociadas a las diferentes ramas de la ingeniería.

La FNICER integra en 1933 el ya veterano Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática «Torres Quevedo» (que en 1911 había sido integrado en la Asociación de Laboratorios de la JAE, y que deriva del fundado en 1904 como Centro de Ensayos de Aeronáutica, transformado en 1907 en Laboratorio de Mecánica Aplicada). El

<sup>71</sup> Para la adjudicación de la construcción de los cruceros *Baleares* y *Canarias*, «coletazos» del Plan de Escuadra de 1914 (mucho más directamente del Plan Naval Primo de Rivera-Cornejo, de julio de 1926), a la Sociedad Española de Construcción Naval se le impone como condición el que realice esta infraestructura, que ha de quedar en propiedad del Estado. Ha de estar operativa antes de la primera botadura. En octubre de 1929 se decreta los nombramientos de los dos ingenieros que, en representación del Ministerio de Marina, han de definir con la empresa «el proyecto más conveniente de Canal de Experiencias».

<sup>72</sup> JUSTO FORMENTÍN IBÁÑEZ y Esther RODRÍGUEZ FRAILE, *La Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1931-1939)*, Madrid, CSIC, 2001.

Centro de Investigaciones Vinícolas es el único que se crea en el ámbito de la ingeniería. Dirigido por Juan Marcilla, este centro quedó asociado a la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos. Diversas actuaciones que no tienen nada que ver con las funciones del FNICER, y la cercanía del levantamiento armado de julio de 1936, impidieron que se llegara a producir algún fruto relacionando investigación y entorno socioeconómico.

La continuidad de las políticas hidráulicas y forestales es patente<sup>73</sup>. De este modo, en febrero de 1933, la República crea el Centro de Estudios Hidrográficos, al que «le atribuye la misión inicial y urgente de formular un plan nacional de obras hidráulicas». Bajo la dirección de Lorenzo Pardo, que había impulsado y dirigido técnicamente la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro (marzo, 1926), se formula con urgencia el I Plan Nacional de Obras Hidráulicas. Al potenciar los regadíos mediterráneos a costa de los demás, no llega a ser aprobado, al oponerse confederaciones tan potentes como las del Duero, Tajo y Guadalquivir, pero tendrá impacto en la evolución del sector<sup>74</sup>. La metodología concebida para la gestión del recurso agua en la cuenca del Ebro se aplica al solar nacional. Por otro lado, la ley relativa al Patrimonio Forestal del Estado (octubre, 1935), fija su objetivo en «restaurar, conservar e incrementar el Patrimonio Forestal del Estado, de modo que plenamente llene sus fines económicos y sociales» (Base 1.<sup>a</sup>). Distribuidos en diez anualidades, para ello presupuesta la República 100 millones de pesetas. No obstante, la Guerra Civil interrumpe el proceso, pero en el bando franquista se «comparte» y amplifica el interés, de modo que por orden de octubre de 1938 del Ministerio de Agricultura, al ingeniero de montes Joaquín Ximénez de Embún Oseñalde (1882-1954), asistido por su compañero Luis Ceballos Fernández de Córdoba (1896-1967), se le encarga con urgencia la redacción de un Plan General de Repoblación Forestal de España

---

<sup>73</sup> Bien conocida, la Reforma Agraria (ley de septiembre de 1932) fue un tema político nuclear en la República. Más que técnica, fue una reforma de carácter social. Buscaba reducir la lacerante y vergonzante desigualdad existente, sobre todo en la mitad sur peninsular. Para su implementación se creó el Instituto de Reforma Agraria, cuyo primer director fue el ingeniero agrónomo Adolfo Vázquez Humasqué (1887-1975). Preservando el principio de propiedad privada, para disponer de tierras a distribuir entre los jornaleros (parte de los latifundios) se adoptó el mecanismo de expropiación con indemnización. Problemas políticos, económicos y técnicos condujeron pronto a una enorme frustración entre los jornaleros y a una importante inquietud entre los propietarios, particularmente entre los pequeños que no tenían la fuerza política de los grandes. En agosto de 1935 fue complementada por otra ley «dictada» desde el Partido Agrario por la que se suprimían las expropiaciones forzosas, se potenciaba la posibilidad de litigio en los precios de las fincas a expropiar, así como se redujeron los fondos disponibles para su aplicación. El Gobierno de Franco derogó esta reforma en sus primeros compases.

<sup>74</sup> Cabe apuntar que este plan se puede contemplar como una «reforma agraria técnica», no estrictamente social, sobre el régimen de tenencia de la tierra; a pesar de ello, los grandes propietarios se resistieron, sabedores de que el regadío terminaría afectando al régimen latifundista de explotación (se llega a decir que «el agua disuelve la gran propiedad»).

(PGRFE). Concluyen la tarea en enero de 1939, pero con su aplicación se entra de lleno en plena autarquía<sup>75</sup>.

Cambiando de registro, si bien la cerrazón arancelaria de España hizo que la influencia de la Gran Depresión se atenuase, desde un punto de vista económico, tanto las exportaciones como las inversiones se hundieron<sup>76</sup>. La recuperación posterior fue lenta, entre otras cosas por la permanente conflictividad social durante el período, con innumerables y cruentos hechos, origen de profundas desconfianzas en empresarios e inversores<sup>77</sup>. En registro complementario, la insuficiencia de recursos para poner en práctica la reforma agraria, así como fallos conceptuales en esta, condujeron sorpresivamente a la paradoja de que el «campesinado pobre, predominante en la España interior del norte y del centro, formaría la base social del ejército que se alzó en armas contra la República»<sup>78</sup>.

Baste recordar que republicanos convencidos como Unamuno fueron tremendamente críticos con la República. Si en mayo de 1931 se había producido la denominada *quema de conventos*, en ese diciembre se aproxima la aprobación de la nueva Constitución. Tres días antes, el 6 de ese mes, Ortega y Gasset pronuncia su discurso titulado *Rectificación de la República*, en el que se lamenta de haber empezado «a cundir por el país desazón, descontento, desánimo, en suma, tristeza... [pues] se ha dado la impresión de que no [...] se aprovechaba ese triunfo espontáneo y nacional —¡y nacional!— de la República para arropar en él propósitos, preferencias, credos políticos particulares, que no eran coincidencia nacional». Por ello pide a los republicanos que no falsifiquen la República, y como había dicho meses antes, «¡No es esto, no es esto! La República es una cosa. El radicalismo es otra. Si no, al tiempo». Igualmente, han de tenerse en cuenta las palabras de Salvador de Madariaga: «Con

<sup>75</sup> «Aunque el Plan de 1939 no fuera usado como guía para las grandes repoblaciones a lo largo de todo el franquismo, sí refleja bastante fielmente una ideología repobladora nacida en el primer tercio del siglo XX, que se apartaba sensiblemente de la que tenía el Cuerpo de Montes en el siglo XIX, y que en gran medida sería la que heredaron las generaciones de Ingenieros de Montes que iban a tomar la dominancia en el Cuerpo a partir de 1940» (Ignacio PÉREZ-SOBA DIEZ DEL CORRAL y Jesús PEMÁN GARCÍA, «Joaquín Ximénez de Embún Oseñalde (1882-1954): Coautor y principal ideólogo del Plan General de Repoblación Forestal de España de 1939», capítulo 4 en Jesús Pemán García, Iñaki Iriarte Goñi y Francisco José Lario Leza [eds.], *La restauración forestal de España. 75 años de una ilusión*, Madrid, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017: 97-118; cita en p. 99).

<sup>76</sup> Considerando las exportaciones de productos hortofrutícolas «de lujo», en 1931, la almendra y la naranja representaban el 23% del total; el vino y el aceite el 21% (véase: Francisco COMÍN, «El período de entreguerras (1914-1936)», capítulo 8 en Francisco Comín, Mauro Hernández, y Enrique Llopis [eds.], *Historia económica de España. Siglos X-XX, op. cit.*, 2010: 298).

<sup>77</sup> Albert CARRERAS y Xavier TAFUNELL, *Historia económica de la España Contemporánea (1789-2009)*, op. cit., 2010: 250-261.

<sup>78</sup> *Ibidem*: 256.

la rebelión de 1934, la izquierda española perdió hasta la sombra de autoridad moral para condenar la rebelión de 1936»<sup>79</sup>.

Desgraciadamente, poco después, con el apoyo esencial de las tropas españolas acantonadas en África, se produce el más sangriento de los levantamientos castrenses hispanos en nuestra historia contemporánea. Si la colisión de puntos de vista pudiera ser contemplada como «inevitable», el magno problema adicional fue la inclemencia y nulos deseos de pactos e integración por parte del bando vencedor, que somete cruelmente a toda disidencia —real o ficticia— a las más duras penas, no solo durante la guerra, pues la situación es prolongada durante décadas. La violencia física e intelectual como característica del nuevo régimen instaurado en abril de 1939.

En la derrota republicana pesaron decisivamente la sustancial y continuada ayuda alemana (nazi) e italiana (fascista), también el apoyo del Portugal salazarista, a los sublevados. Igualmente, la «no intervención» de las democracias occidentales (incluso la hostilidad de grupos de presión influyentes de las potencias democráticas, especialmente del Reino Unido), así como el grave desorden e indisciplina en las propias filas republicanas, bando en el que el abandono, la separación o la aniquilación de los dirigentes empresariales y de la vida económica fue norma. En todo caso, «descentralización y caos definen a partes iguales la progresiva situación de la España republicana»<sup>80</sup>. Pormenorizando un tanto el análisis:

La debilidad institucional republicana no constituyó el marco más adecuado para el progreso de la industria. La revolución conllevó, en ocasiones, la eliminación o huida de los gestores y erosionó los apoyos de la República entre las potencias democráticas. Los conflictos entre partidarios y detractores de las colectivizaciones repercutieron en contra del normal funcionamiento de la actividad industrial. La socialización propugnada por los anarcosindicalistas más radicales llevó al enfrentamiento en el seno de las propias empresas colectivizadas. La pugna entre el Gobierno de la República y las administraciones regionales debilitó el funcionamiento de la industria de guerra.

Sin embargo, y pese a que la debilidad institucional republicana constituyó un innegable factor operando en detrimento del desarrollo fabril, las principales variables explicativas de la progresiva crisis de la actividad industrial en la zona leal durante la Guerra Civil fueron dos: la falta de materias primas (incluyendo combustibles) y el paulatino estrangulamiento del mercado<sup>81</sup>.

En cierto sentido, se puede decir que la República se ve conminada a jugar la carta soviética, lo que genera un todavía mayor rechazo en la Europa democrática. No nos compete entrar en ello. Registrando el dolor, saltamos los tres años de esa Guerra (in)Civil, en los que más que sobre el desarrollo de la técnica, lo que se conoce —de

<sup>79</sup> Salvador DE MADARIAGA, *España. Ensayo de historia contemporánea*, Madrid, Espasa Calpe, 1979: 362-363.

<sup>80</sup> Elena SAN ROMÁN, «De la Gran Guerra a la Guerra Civil: el nacimiento de la Movilización Industrial», *op. cit.*, 2009.

<sup>81</sup> J. CATALAN, «La industria entre la guerra y la revolución, 1936-39», *op. cit.*, 2005: 86.



**0.6. El Sinaia y el Winnipeg, símbolos del exilio transoceánico.** Ambos vapores partieron en 1939 de Francia, de la occitana Sète y de la aquitana Pauillac, respectivamente. El primero arribó a Veracruz el 13 de junio, desembarcando unos 1.600 refugiados. A bordo del mismo, en sus inicios poeta ultraísta, Pedro Garfias escribirá *Entre España y México*, que entre desgarrado y confiado arranca diciendo: «Qué hilo tan fino, qué delgado junco / —de acero fiel— nos une y nos separa / con España presente en el recuerdo, / con México presente en la esperanza». La mayoría de los primeros viajes fueron organizados por el Servicio de Evacuación de Refugiados Españoles (SERE, julio de 1939-mayo de 1940) y el Comité Técnico de Ayuda a los Refugiados Españoles (CTARE), organización de acogida en México. Organizado por Pablo Neruda (cónsul especial de Chile en París) en coordinación con el SERE, el Winnipeg llegó a Valparaíso el 3 de septiembre con unos 2.200 refugiados, entre ellos el ingeniero industrial Víctor Pey. Una veintena de barcos fueron llevando refugiados españoles a América hasta 1942, calculándose en total entre unos 22.000 y 30.000 los evacuados. Casi dos centenares de ingenieros españoles formaron parte de este contingente.

uno y otro bando— son elementos sobre estrategias de industrialización o aprovisionamiento en tiempos de cruenta conflagración.

Uno de los amargos corolarios de la conflagración es el doble exilio, exterior e interior. Sobre el primero existen muchas monografías relativas a filósofos, literatos, artistas y arquitectos, o científicos. El exilio de los ingenieros solo ha aparecido en ocasiones de manera marginal. Debido a Gonzalo LÓPEZ DE HARO, «Ingenieros del exilio español», en este volumen se le dedica al tema el capítulo 7. El cuadro 0.1 proporciona un resumen cuantitativo (más de doscientos profesionales), habiendo

de ser cautelosos porque muchas fuentes indican solo la profesión de ingeniero, pero sin especificar la rama (de casi un 36% no consta, toda vez que datos como 11 ingenieros aeronáuticos de 207, lleva a la conclusión que muchos debían ser ingenieros militares, o tener otra especialidad civil previa); por otro lado, es posible que haya casos de personas que se desarrollaron profesionalmente como ingenieros sin estar titulados. A pesar de posibles pequeños sesgos, pues el trabajo se hace desde la otra orilla atlántica, lo primero que sobresale es un casi 95% de exiliados en Hispanoamérica, donde es punto absolutamente singular el casi 65% del total (del orden de los dos tercios) que recalca en el acogedor México del general Lázaro Cárdenas del Río. Finalmente, sobre los  $207-74 = 133$  ingenieros con especialidades conocidas, 58 son industriales, lo que significa casi un 44%; esto puede ser indicativo quizás, de su actividad muy en contacto con el ambiente obrero en las fábricas, y de su talante profesionalmente liberal desde su fundación como carrera a mediados del Ochocientos.

	Arg.	Col.	Ch.	EUA	Fr.	Mx.	R. D.	Ven.	Resto	Total
Aeronáuticos	—	—	—	1	—	10	—	—	—	<b>11</b>
Agrónomos	1	1	1	1	—	14	1	—	2	<b>21</b>
Caminos	4	2	—	—	1	6	—	4	1	<b>18</b>
Geógrafos	—	—	—	—	—	1	1	—	—	<b>2</b>
Industriales	2	2	2	1	2	39	4	2	4	<b>58</b>
Militares	—	—	—	—	1	7	—	1	1	<b>10</b>
Minas	1	—	—	—	—	5	1	1	1	<b>9</b>
Montes	—	—	—	—	—	2	—	2	—	<b>4</b>
Otros	1	1	1	—	1	50	19	—	1	<b>74</b>
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>134</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>207</b>

**Cuadro 0.1. Ingenieros del exilio exterior.** Los números presentados corresponden a la primera generación (primero ingenieros, después exiliados). Naturalmente, debieron ser más de los registrados, particularmente en Francia y en la Unión Soviética. De la segunda generación (primero exiliados, después ingenieros), se sabe de al menos 63 casos más. Las columnas corresponden a Argentina, Colombia, Chile, Estados Unidos, Francia, México, República Dominicana y Venezuela. (Elaboración a partir del apéndice del capítulo 7 de este mismo volumen: Gonzalo LÓPEZ DE HARO, «Ingenieros del exilio español»).

## VI

### LA AUTARQUÍA (1939-1950)

Con antecedentes en la primera mitad del siglo, la política autárquica es un planteamiento ideológico, que en el caso de España se ve reforzado —lo que se suele

infravalorar, incluso «olvidar»— por el aislamiento del régimen salido de las armas. En esencia, la autarquía busca la eliminación de importaciones y el abastecimiento del mercado interior merced a la producción propia, sin la debida atención a los costes y precios derivados. Supone la

Subordinación de la economía a la política. La economía se contempla no como un fin (proporcionar bienestar a la población), sino como un medio para alcanzar otros objetivos considerados más importantes: convertirse en una gran potencia militar e imperial. Este objetivo llevaba aparejado inevitablemente un fuerte nacionalismo económico<sup>82</sup>.

Nacionalismo autárquico (en realidad autárquico-militar) y desconfianza en los organismos internacionales (se dice manipulados por potencias enemigas de España), están entre los argumentos más comunes manejados por los economistas de la época. Coloquialmente, se puede decir que, se trata de una política «a lo Juan Palomo», aunque aquí se guisa y come poco. En su sentido más estricto, la autarquía es un período que termina ocupando por completo la década de los cuarenta. Coexiste con la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), casi sexenio que comienza en práctica continuidad con la terminación de la Guerra Civil, y es seguido del sexenio del mayor aislamiento político al régimen de Franco (1945-1950). En este lustro se contempla el rechazo a la admisión de España por la ONU (diciembre de 1946), cerrándose con la correspondiente derogación en noviembre de 1950; también España es ignorada en el Plan Marshall (1947). Desde un punto de vista económico, es un período marcado por un extremo *intervencionismo* gubernamental, en el que tuvo lugar una larga y honda depresión económica que se prolonga con dureza en los años cruciales en los que «se cuece» el fin del aislacionismo (1950-1953), los comienzos de la década de inflexión. Justamente, el fuerte intervencionismo, por el que se manipulan precios, cupos productores, disponibilidad de divisas y capacidades de importación, creación de empresas, etcétera, estará en el origen de inmensas tramas de corrupción.

Concluida la Guerra Civil, se redefine «estructuralmente» el incipiente sistema nacional de innovación. Uno de los objetivos es «cubrir con un opaco manto del olvido» lo construido con anterioridad, como cuando la JAE y la FNICER se «recuperan» reformulando su función en el seno de una nueva institución, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC; noviembre de 1939)<sup>83</sup>. Se le encomiendan

<sup>82</sup> Carlos BARCIELA, «Guerra Civil y primer franquismo (1936-1959)», capítulo 9 en Francisco Comín, Mauro Hernández y Enrique Llopis (eds.), *Historia económica de España. Siglos X-XX*, op. cit., 2010: 340.

<sup>83</sup> El papel del CSIC en temas técnicos se centra en gran parte en el Patronato Juan de la Cierva, que a veces colabora con otras instituciones, por ejemplo, con equipos de investigación del INI. Sobre el mencionado Patronato, se puede decir que existen continuidades personales y de medios, así como disparidades conceptuales con la FNICER, véase: Santiago Manuel LÓPEZ GARCÍA, «El Patronato 'Juan de la Cierva' (1939-1960). I Parte: Las instituciones precedentes», *Arbor*, 619, 1997: 201-238; «El Patronato 'Juan de la Cierva' (1939-1960). II Parte: La organización y la financiación», *Arbor*, 625, 1998: 1-44; y «El Patronato 'Juan de la Cierva' (1939-1960). III Parte: La investigación científica y tecnológica», *Arbor*, 637, 1999: 1-32.

funciones de coordinación e impulsión de la investigación, así como otras de ejecución, agrupándose en su seno algunas actividades de investigación científica, otras de carácter ideológico-religioso, y diversos institutos al servicio del desarrollo tecnológico industrial. En ocasiones estos institutos reciben de forma directa soportes económicos a través de tasas parafiscales aplicadas a la actividad de las empresas del correspondiente sector (por ejemplo, es el caso de los institutos Torroja, del Carbón, y del Hierro y el Acero).

Significativamente, en el mismo día que se crea el CSIC se dicta una ley sobre Ordenación y Defensa de la Industria, a la que seguirán muchas otras normas; entre otras, casi dos años más tarde, se instaura el Instituto Nacional de Industria (INI; septiembre de 1941), institución que se adscribe a Presidencia del Gobierno (comprende lo civil y lo militar) hasta 1968, año en que pasa a depender del Ministerio de Industria y Comercio. Militarista y autárquico, inspirado parcialmente en el italiano Instituto per la Ricostruzione Industriale (IRI, 1933), el artículo 1.º de su ley fundacional afirma que su objetivo es:

propulsar y financiar, en servicio de la nación, la creación y resurgimiento de nuestras industrias, en especial de las que se propongan como fin principal la resolución de los problemas impuestos por las exigencias de la defensa del país o que se dirijan al desenvolvimiento de nuestra autarquía económica.

Redactor de la legislación industrial del bando franquista durante la Guerra Civil, alineando sus planteamientos con las conclusiones de las Comisiones de Movilización Industrial constituidas al calor de la Primera Guerra Mundial, Juan Antonio Suanzes, ingeniero de la Armada y compañero de promoción de Nicolás Franco, inspira la creación del INI, al que, significativamente, se baraja denominar en sus inicios Instituto Nacional de Autarquía. El objetivo de la nueva institución es promover la creación de empresas importantes en sectores industriales considerados estratégicos. Los tres ejes que «justifican» la actuación del Estado son: (1) la necesaria industria de defensa nacional que ha de procurar independencia; (2) la insuficiencia de empresarios e iniciativas privadas (que de haberlas, orientadas por el lucro, eran poco patrióticas y debían sujetarse al interés nacional); y (3) la ausencia de entes de financiación de grandes proyectos industriales. Entre los objetivos autárquicos, la producción de material militar (o de doble uso, como la construcción naval) y la disminución de la dependencia exterior de productos energéticos (la generación de hidroelectricidad o el uso de carbones nacionales), siempre en el portafolio de las actuaciones importantes.

A su frente el dictador puso al mismo Suanzes, aunque para ello manejó previamente otras alternativas. Presidente del INI (1941-1945, y 1951-1961), Suanzes también fue ministro de Industria y Comercio en el primero y quinto gobiernos de Franco (enero, 1938 – agosto, 1939; y julio, 1945 – julio, 1951). Justamente durante este último hubo de dejar la presidencia del INI, que no obstante quedó vacante. Dentro de una visión autárquica, corporativa e intervencionista de la economía, aproximación que se concibe como nuclear para impulsar el desarrollo de la nación,

promueve una industrialización subordinada a los intereses de la defensa nacional<sup>84</sup>. Concebido como organismo de movilización industrial, reuniendo a muchos de los militares que habían trabajado en las Comisiones, con el INI se llevan a la práctica diversas iniciativas que, en caso de conflicto militar, buscan la autosuficiencia industrial. Si bien en su objetivo fundacional se le atribuye al INI un carácter subsidiario respecto a la iniciativa privada, y se le encomienda la misión de actuar como hospital de empresas, el personal sello que le imprime Suanzes a su gestión hace que estas funciones queden bastante relegadas en la práctica. De hecho, en ocasiones el INI obstaculiza la iniciativa privada (entre otros muchos ejemplos, ya en la década de los cincuenta, en la constitución de la empresa automovilística vallisoletana Fabricación de Automóviles, S. A., FASA, concebida para fabricar automóviles Renault)<sup>85</sup>. En todo caso, para Suanzes la clave de bóveda de su pensamiento industrial es situar la economía al servicio de los fines políticos del «nuevo Estado», lo que al condicionar sus estrategias le lleva a enfrentamientos con empresarios y otros gerifaltes del régimen. En suma, militarismo<sup>86</sup> y autarquía caracterizan el nacimiento del INI, debiéndose añadir que los planteamientos políticos autárquicos son muy apreciados por amplios grupos castrenses y de la Falange.

Por otro lado, el intervencionismo «totalitario» en precios y cantidades a producir, teóricamente pensados para proteger a productores y consumidores, termina suponiendo una desincentivación de los primeros (por ejemplo, los labradores, que debían entregar la cosecha de trigo a precio tasado, normalmente muy por debajo del precio de mercado). Hasta 1952 en que el mercado se liberaliza en parte, ese intervencionismo autoritario impulsa a la vez el *rationamiento* y la venta ilegal, el *mercado negro* (quienes se dedican a ese comercio se conocen como «estraperlistas»; venden trigo, pan, aceite, azúcar, mantequillas, productos industriales, etcétera). En este contexto, tuvo gran importancia el Servicio Nacional del Trigo (SNT), creado en agosto de 1937, en plena contienda. Del mismo depende la Red Nacional de Silos,

---

<sup>84</sup> Desde análisis económicos complementarios y con diferentes coberturas temporales: Pablo MARTÍN ACEÑA y FRANCISCO COMÍN, *INI, 50 años de industrialización en España*, Madrid, Espasa-Calpe, 1991; Elena SAN ROMÁN, *Ejército e industria: el nacimiento del INI*, Barcelona, Crítica, 1999; Antonio GÓMEZ MENDOZA (ed.), *De mitos y milagros. El Instituto Nacional de Autarquía (1941-1963)*, Barcelona, Fundación Duques de Soria / Edicions Universitat de Barcelona, 2000.

<sup>85</sup> También tuvo fracasos rotundos inducidos desde el absurdo de la política autárquica, como la Empresa Nacional Calvo Sotelo (ENCASO), que antes de crearse ENSIDESA era la más importante del grupo del INI.

<sup>86</sup> Justamente un personaje importante que acompaña en estos tiempos a Suanzes es Joaquín Planell Riera. Artillero (hasta la dictadura de Primo de Rivera, eran titulados por el Ministerio del Ejército como ingeniero Industrial del Ejército), ejerce de vicepresidente del INI (1945 y 1951), de ministro de Industria (entre 1951 y 1962, justamente entró en sustitución de Suanzes, siendo cesado cuando los tecnócratas del Opus Dei obtienen pleno dominio político), y finalmente pasa a ser director del Banco (público) de Crédito Industrial.

edificios de almacenamiento-regulación con el que garantizar un suministro mínimo a una depauperada población<sup>87</sup>. En febrero de 1968, el SNT pasa a denominarse Servicio Nacional de Cereales (SNC).

Con la Guerra Civil los recursos humanos preexistentes se descabezaron en la mayoría de las instituciones; al margen de los fallecidos en la contienda, se forzaron los exilios, también en el interior (*i. e.*, las depuraciones o purgas, procesos de expulsión laboral de los considerados desafectos al nuevo régimen, aunque permaneciesen en el país). Más que desde la solvencia académica, en la postguerra las cátedras universitarias se ganan desde las ideologías<sup>88</sup>. Un par de años más tarde (julio de 1943) se legisla sobre la ordenación de la Universidad española. No procede entrar en su análisis, aunque conviene recordar que se define como confesional<sup>89</sup>, exigiéndose que el rector sea de Falange. Aquí solo nos interesa subrayar el que, en la tradición académica española, se explicita con claridad el divorcio entre la universidad y la enseñanza técnica superior (disposición adicional 14.<sup>a</sup>):

Dada la naturaleza de esta Ley, que solo alcanza a la ordenación universitaria, quedan excluidas de sus normas las Escuelas especiales de Arquitectura e Ingenieros, los organismos que de ellas dependan, las Escuelas de formación de sus profesiones auxiliares, así como aquellos Centros de Investigación o de estudio que, por referirse a la ingeniería o arquitectura, no atañen a la Universidad.

La importancia del mundo rural en la España del momento se refleja en numerosas actuaciones. Para llevar a cabo y coordinar las actividades que de los estudios de investigación y experimentación agronómicas competen al Estado, una es la reorganización del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA, febrero de 1940), organismo que es dotado de autonomía administrativa. De las actuaciones técnicas del nuevo Estado, quizás esté entre las menos conocidas el esfuerzo

---

<sup>87</sup> Patrimonio de la arquitectura industrial de singulares improntas y ubicaciones, elementos definitorios de muchos paisajes, estos silos han sido denominados «catedrales del campo». Diseñados a partir de la segunda mitad de los años cuarenta, los primeros se inauguran en los comienzos de la década siguiente. De la decisión con la que fueron construidos da fe Óscar NÚÑEZ MAYO, *Red Nacional de Silos*, Madrid, Publicaciones Españolas (Temas españoles, 292), 1957. Concretamente se dice: «Actualmente hay en España, en plena utilización, 187 silos, con una capacidad mayor de cinco millones de quintales métricos. Las obras, cuya terminación está prevista para el año 1958, afectan a otros 40 silos, aproximadamente, con lo que, para la campaña triguera 1958-59 se espera disponer de una capacidad de almacenamiento de 7,5 millones de quintales» (p. 5). En la actualidad algunos de los antiguos silos han sido reacondicionados por diferentes administraciones para albergar actividades culturales como teatros, bibliotecas, o museos-centros de interpretación; la iniciativa privada ha transformado alguno en hotel con observatorio astronómico incluido, por ejemplo.

<sup>88</sup> Por ejemplo, en el ámbito universitario: JAUME CLARET MIRANDA, *El atroz desmoche. La destrucción de la Universidad española por el franquismo, 1936-1945*, Barcelona, Crítica, 2006.

<sup>89</sup> «Inspirándose en el sentido católico, consubstancial a la tradición universitaria española, acomodará sus enseñanzas a las del dogma y de la moral católica y a las normas del Derecho canónico vigente», artículo 3.º.

re poblador de los montes. Aunque con matices, se diseña en línea con lo avanzado por una creación republicana, el Patrimonio Forestal del Estado (1935). Habida cuenta del aislamiento (político, así como el derivado de otras prioridades económicas), a partir de 1940 se potenció extraordinariamente la repoblación forestal, algo previamente compartido por prácticamente todas las opciones políticas. Sus objetivos eran: (1) abastecer a la nación de madera industrial (para la construcción, la industria del mueble, la industria papelera, etcétera), bajo el aislamiento y régimen autárquico; (2) combatir la erosión, especialmente en las cabeceras fluviales y cuencas torrenciales (cuya presencia no solo termina cambiando el clima, también colmatando rápidamente los pantanos, reduciendo su capacidad, y por tanto su triple funcionalidad: abastecimiento, riegos y generación de energía eléctrica); y (3) potenciar una economía forestal complementaria en el ámbito rural (resinera, etcétera). Esencial en aquellos tiempos, no se puede olvidar su función social, como substancial empleador, por la que absorbe parte del paro obrero y campesino. En este ámbito juega un papel importante la (re)fundación del Patrimonio Forestal del Estado (marzo de 1941), organismo que contemplando las funciones *protectora* y *productora*, es el principal encargado de restaurar, conservar e incrementar la propiedad forestal del Estado, con fines «nacionales, económicos y sociales». Fundamento de un vasto programa de empleo agrario<sup>90</sup>, en 1940 se inicia el desarrollo de la acción repobladora más trascendental de la historia de España, conjunto de actuaciones que, como coloforio, supone una de las más importantes transformaciones del paisaje hispano<sup>91</sup>.

Más conocida es la labor del Instituto Nacional de Colonización (INC), organismo creado en octubre de 1939, en el seno del mismo Ministerio de Agricultura. Entre sus objetivos básicos, sustituir el marco de la reforma agraria republicana (más social que técnica, aunque con insuficiencias), reorganizando y reactivando el sector agrícola. Se busca el incremento de la productividad y de la superficie en producción. En línea con programas anteriores, en su conjunto el franquismo consigue un ingente incremento de las hectáreas de regadío. Reforma social y económica, entre sus fines, el abastecer los mercados autárquicos, toda vez que emplea una numerosa mano de obra en la construcción de infraestructuras, preparación de suelos y reparaciones (en

---

<sup>90</sup> Dicho en tiempos de la República, la repoblación forestal «constituye la solución más apropiada en el caso de un paro obrero, porque, no necesita, en general, para la mayor parte de sus trabajos el aprendizaje ni la especialización, porque pueden emprenderse casi todos aquellos en cualquier momento y porque las consignaciones y créditos concedidos para ellos se consumen, en su casi totalidad en jornales». (Octavio ELORRIETA, *El Patrimonio Forestal de España. Informe presentado a la comisión encargada de formular las bases para su formación*, Madrid, 1941; citado por Luis GIL, *Pinares y rodenales. La diversidad que no se ve*, Madrid, Real Academia de Ingeniería, 2008: 143).

<sup>91</sup> Entre 1940 y 1950 se repoblaron por el Estado unas 366.500 ha, de ellas el 83% por el Patrimonio Forestal del Estado, el resto por la Dirección de Montes y Política Forestal. (Elaboración propia a partir de los datos del Secretariado de la FAO: *El programa español de repoblación forestal*, 1957; <http://www.fao.org/docrep/x5386s/x5386s02.htm>).

parte con presos políticos, merced al sistema de redención de penas); además, genera numerosos puestos de trabajo «permanentes», los de los colonos. Su desarrollo se coordina con el Plan Nacional de Obras Públicas de 1940 (Plan «Peña»), en el que se inserta el Plan General de Obras Hidráulicas; como el republicano Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, ambos participan de una impronta regeneracionista, aunque en marcos políticos diametralmente opuestos.

Con claros y oscuros, los resultados puntuales dependen del caso concreto, de las condiciones del entorno próximo. Importan las variantes locales, aunque se puede afirmar que los regadíos desarrollados durante el franquismo y los cambios de cultivo que se introdujeron implicaron una singular transformación en el paisaje. Monte bajo o dehesas (por ejemplo, en Extremadura), zonas esteparias y desérticas (en los Monegros aragoneses), o zonas húmedas (de marismas, como en el bajo Guadalquivir) se convierten en regadíos. Además se realiza una amplia y compleja infraestructura hidráulica con multitud de pantanos<sup>92</sup> y redes de distribución (grandes canales, red secundaria de canales y acequias, o canales de desagüe, en los que se integran acueductos, sifones, aliviaderos, puentes, etcétera), importantes movimientos de tierras (nivelaciones y parcelaciones), y repoblaciones, así como nuevas vías de comunicación. La ingente puesta en regadío de tierras y la generación hidroeléctrica (para evitar la importación de petróleo, con el talón de Aquiles de las sequías) hizo que se inauguraran multitud de pantanos, algunos planificados y con obras en marcha desde los tiempos de la dictadura de Primo de Rivera. En agosto de 1952, ligeramente fuera del período que nos ocupa en esta sección, al inaugurar el pantano de cabecera del Ebro (Arroyo, Santander), obra iniciada en 1927, Franco comenzó el discurso reflejando su valoración estratégica de las obras hidráulicas, afirmando a la vez su concepto de autarquía:

Asistí a un acto histórico, porque histórico es en la vida de España la creación de estos nuevos mares hechos por la mano del hombre. Es una etapa gloriosa de la vida española a la que tenemos la suerte de asistir quienes pertenecemos a esta generación.

Nos dolía España por su sequedad, por su miseria, por las necesidades de nuestros pueblos y de nuestras aldeas, y todo ese dolor de España se redime con estas grandes obras hidráulicas nacionales, embelleciendo su paisaje y creando ese oro líquido que es la base de nuestra independencia. Sí señores, de nuestra independencia, porque no hay independencia política si no hay independencia económica, y no hay independencia económica si no hay bienestar en nuestros hogares. (*ABC*, 7 de agosto de 1952: 9-10.)

Por otra parte, el esfuerzo inversor en el franquismo se vislumbra al comprobar la existencia de más de tres centenares de pueblos de colonización razonablemente

---

<sup>92</sup> Si en el año 1940 la capacidad de los embalses españoles era de unos 4.030 hm<sup>3</sup>, en 1970 el total era más de nueve veces mayor, ascendiendo a unos 36.798 hm<sup>3</sup> (Vicente PINILLA NAVARRO [ed.], *Gestión y usos del agua en la cuenca del Ebro en el siglo xx*, Zaragoza, Pressas Universitarias de Zaragoza, 2008: 244). Por ello era frecuente ver a Franco inaugurando algún pantano, de donde el apelativo jocoso de «Paco el rana», al que se le daba un sentido peyorativo.

diseñados y contruidos hasta comienzos de los años setenta, que terminan estando provistos con avanzados equipamientos y servicios, así como con viviendas relativamente espaciaosas<sup>93</sup>. En suma, una metamorfosis del medio rural de una amplitud sin precedentes, un significativo movimiento migratorio dentro del propio ámbito, por el que se pretende fijar población en ese mismo medio. Auspiciado por el Estado, se superponen la construcción de un sistema hidráulico de notoria complejidad (en su mayoría bajo la responsabilidad de miembros del Cuerpo de Ingenieros de Caminos), con técnicas y cultivos nuevos para muchos colonos (bajo la guía de miembros del Cuerpo de Ingenieros Agrónomos), las repoblaciones forestales de parcelas impropias para el cultivo agrícola (por ejemplo, en las cabeceras de diversas cuencas), las plantaciones lineales en caminos o los contravientos forestales (a cargo de miembros del Cuerpo de Ingenieros de Montes), o con la construcción de poblados (en los que con frecuencia intervenía el Instituto Nacional de la Vivienda). No obstante, en la década de los cuarenta no se construyeron grandes obras, tampoco fue importante la superficie puesta en regadío y escaso el número de colonos fijados. Estas restricciones se debieron, sobre todo, a carencias financieras, que en parte se irán relajando en la década siguiente, entre otras razones debido a la modesta «ayuda» americana derivada de los Pactos de Madrid (1953).

Con el *nuevo* régimen, encuadrado en el Ministerio de Agricultura, al INC le compete diseñar, ejecutar y supervisar una puesta en marcha masiva de regadíos, sin duda uno de los proyectos más relevantes en la más genuina doctrina social y económica del franquismo, la *autarquía*.

Vista la eficacia militar de la aviación (algo bien comprobado en la contienda nacional), el Gobierno de Franco creará con celeridad el Ministerio del Aire (agosto de 1939), marco en el que se funda el Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos del Ejército, también la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos (AMIA)<sup>94</sup>, ambos en fecha tan temprana como diciembre de 1939. En este mismo contexto castrense, en mayo de 1942 se crea el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA). Organismo autónomo de investigación y desarrollo, bajo la inmediata dependencia del ministro, es decir en un ámbito militar, contará con la colaboración de civiles. De hecho, su

---

<sup>93</sup> José TAMES ALARCÓN, «Actuaciones del Instituto Nacional de Colonización, 1939-1970», *Urbanismo: revista oficial del Colegio de Arquitectos de Madrid*, 3, 1988: 4-12. En una perspectiva más amplia: FRANCISCO J. MONCLÚS y JOSÉ LUIS OYÓN, *Colonización agraria en España, 1855-1973. Políticas y técnicas en la ordenación del espacio rural*, Madrid, Ministerio de Agricultura / MAP / MOPU, 1988.

<sup>94</sup> Heredera de la Escuela Superior Aerotécnica (ESA, 1928), en la AMIA podrán estudiar tanto los cadetes militares como algunos alumnos externos (al terminar estos serán nombrados tenientes de complemento del cuerpo). Manteniendo su reclutamiento multidisciplinar, la AMIA tiene profesores militares (de los tres ejércitos, Aire, Tierra y Marina), y civiles, «para las asignaturas que no tengan carácter militar». Entre sus misiones está el conferir el título facultativo de ingeniero Aeronáutico. Entre tanto, la ESA es mantenida como una suerte de escuela doctoral, pero no tuvo relevancia en este período.



**0.7. «Cooperación intraeuropea para un mejor nivel de vida»: España excluida.** Concurso internacional de carteles organizado por la OECE en otoño de 1950. Actuación propagandista del Plan Marshall, impulsa la idea de incrementar la cooperación entre países. Eliminando barreras arancelarias y potenciando instituciones intergubernativas, se infiere un progreso económico que ayude a contener el avance del comunismo patrocinado por la Unión Soviética. Lanzado el concurso en otoño de 1950, se recibieron más de diez mil propuestas; un porcentaje significativo empleaba las banderas nacionales para simbolizar esa integración. Además, se hacían explícitas leyendas como: «Cooperation means prosperity»; «Sève nouvelle, vie meilleure»; o «ERP, Bir Bauen Ein Neues Europa». Los pósteres reproducidos transmiten la idea de sistema dinámico. En el primer premio, «All the Colours to the Mast», del holandés Reyn Dirksen, el barco es movido por velas que son las banderas de los países involucrados; en «Whatever the weather, we only reach welfare together», del también holandés I. L. Spreekmeester, un molino de viento tiene por palas las banderas de los diferentes países y, significativamente, un emblema derivado del Gran Sello de los Estados Unidos es el timón; y, cuarto premio, en «Reconstruire l'Europe», del francés Alban Wyss, se muestra la idea de reconstrucción de forma más convencional, con un edificio provisto de un andamio, cuya fachada proclama vexilográficamente la integración.

primer presidente fue el ingeniero industrial Esteban Terradas e Illa (1883-1950), que al fallecer le terminó dándole nombre propio: Instituto Nacional de Técnica Aero-náutica «Esteban Terradas»<sup>95</sup>. Significativo para el desarrollo «particular» (*i. e.*, privado) de la profesión, en abril de 1946 se le reconocen los derechos de ejercicio civil a «los títulos de Ingenieros expedidos por el Ministerio del Ejército a los Oficiales que terminen sus estudios en la Escuela Politécnica del Ejército e ingresen en el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción»; con posterioridad, también a los miembros del Cuerpo de Ingenieros de Armas Navales.

Después de casi una década de funcionamiento de la AMIA en el seno del Ministerio del Aire, en febrero de 1948 se transfiere lo sustancial de sus medios y

<sup>95</sup> Una publicación efeméride sobre esta institución es: José Manuel SÁNCHEZ RON, *INTA, 50 años de ciencia y técnica aeroespacial*, Madrid, INTA / Doce Calles, 1997.

responsabilidades escolares al Ministerio de Educación Nacional. El propósito es poner en marcha la ingeniería Aeronáutica desde una óptica civil. Aunque el contexto político y económico es ahora muy diferente, se trata de un proceso de «desmilitarización» que, aún con diferencias importantes, guarda analogías con el realizado en tiempos de la República (bienio 1932-1933) con la ingeniería Naval, que pasó desde el Ministerio de Marina al de Instrucción Pública. De este modo, en enero de 1949 la nueva institución, que inicialmente recuperó la designación fundacional de 1928 (Escuela Superior Aerotécnica, ESA), pasa a denominarse Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos (EEIA). Son años en los que también se reestructuran los cuerpos técnicos del Ejército de Tierra y de la Armada. En el marco de la organización de los servicios de telecomunicación, por ley orgánica (noviembre de 1940), se crea el Cuerpo de Ingenieros de Telecomunicación al Servicio de la Administración, lo que en cierto modo significa la puesta en marcha de una institución que podrá condicionar en parte a la todo poderosa CTNE.

A finales de la misma década, en abril de 1949, se autoriza la creación de los primeros colegios oficiales de ingenieros del Estado español, los de Ingenieros Industriales. Con ello terminan coexistiendo tres tipos de instituciones de la ingeniería en España: (1) los cuerpos de ingenieros de la Administración General del Estado, integrados por funcionarios; (2) las asociaciones profesionales, incluido el Instituto de Ingenieros Civiles; y (3) los colegios profesionales oficiales. A diferencia de las asociaciones, que son entidades de derecho *privado*, los colegios profesionales son corporaciones de derecho *público*.

Creados dentro del Estado corporativo instaurado tras la Guerra Civil, se ha de recordar que los colegios de arquitectos fueron institucionalizados en diciembre de 1929, con los estertores de la dictadura de Primo de Rivera, en un Estado también corporativo. En todo caso, conviene señalar que con bastante anterioridad fueron fundados los colegios de abogados o los de médicos, por ejemplo<sup>96</sup>. Los colegios

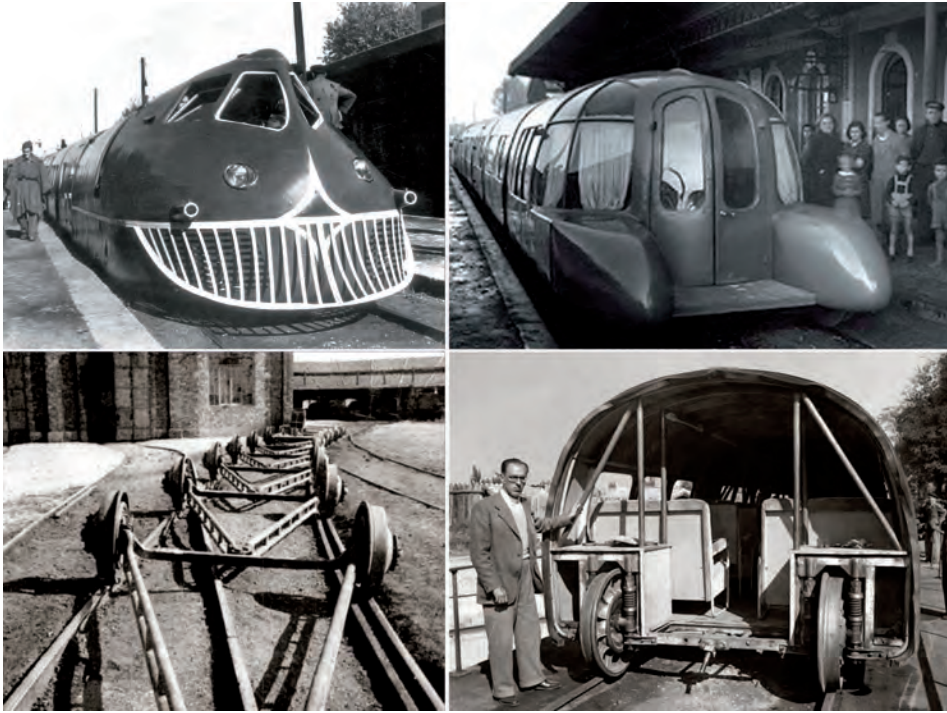
---

<sup>96</sup> Al margen de precedentes varios, la primera regulación colegial aplicable con carácter general en el Estado español son los *Estatutos para el régimen de los Colegios de Abogados del Reino* (mayo de 1838). Los manda establecer: (1) «en todas las ciudades y villas donde residan los Tribunales supremos y Audiencias del reino» [*sic*]; (2) «en todas las capitales de provincia»; (3) «en todos los demás pueblos donde hubiese veinte abogados, al menos, de residencia fija»; y (4) «en todos los partidos judiciales donde hubiese igual número de veinte abogados, aunque residan en diferentes pueblos de un mismo partido» (reproducido en Eugenio GARCÍA DE GREGORIO [ed.], *Reseña histórica del Ilustre Colegio de Abogados de Madrid. De su antiguo Monte-Pío...*, Madrid, Imprenta de Don B. González, 1849: 19-33). En su sentido moderno, el primer Colegio Médico constituido en España es el de Madrid (junio de 1893); al año siguiente se formalizó una docena más en ubicaciones muy diferentes. La apertura del proceso legislativo para el asesoramiento por parte de los colegios en temas profesionales tuvo lugar en junio de 1894. Finalmente, el decreto sobre «Instrucción General de Sanidad Pública» (enero de 1904) considera de forma ya definitiva a los colegios médicos como corporaciones oficiales (Ana M.<sup>a</sup> GONZÁLEZ REBOLLO, *Los colegios médicos en España (1893-1917)*, tesis doctoral, Universidad de Valladolid, 1997).

suponen un peculiar método de gestión de la profesión en el que el propio colectivo profesional se autoorganiza, y actúa como Administración delegada, siendo no obstante independientes de las administraciones públicas, de las que no constituyen parte integrante. La creación de los colegios profesionales de Ingeniería y la desvinculación de las correspondientes Escuelas Especiales de los respectivos cuerpos de la Administración del Estado, lo que definitivamente se hará en la década siguiente (ley de julio de 1957), son dos actuaciones de la máxima importancia a la hora de comprender el devenir de la ingeniería hispana, no solo en el franquismo.

En el marco político-económico, autarquía y aislamiento van parejos, pues en febrero de 1946, la ONU condena al régimen de Franco, al tiempo que le prohíbe a España el ingreso en la organización. No obstante, con el apoyo decisivo de los Estados Unidos y la importante abstención de Francia y Reino Unido, la resolución reprobatoria será revocada en noviembre de 1950. Si bien terminada la Segunda Guerra Mundial se ha de apuntar la existencia de un importante aislamiento, de ninguna de las maneras hubo un bloqueo impermeable. Pronunciada con motivo de un debate sobre la España franquista en la Asamblea Nacional francesa en 1948, referida a uno de los productos de la exportación hispana por excelencia, la célebre frase de Georges Bidault, ministro de Affaires Étrangères, es elocuente: « Il n'y a pas d'oranges fascistes. Il n'y a que des oranges ». Entre los argumentos formales por los que se « admiten » políticamente determinados intercambios económicos está el que un mayor acoso a la economía hispana afectaría más a la de por sí comprometida calidad de vida de la población, que al régimen al que se pretende golpear. Ciertamente no explicitado, por ambos lados impera el « bussiness is bussiness ».

Por ser una dictadura que había simpatizado y recibido sustantivos apoyos castrenses de la Alemania nazi y la Italia fascista, la España de Franco será excluida del *European Recovery Program* (1948-1952), en el que los Estados Unidos « invirtieron » una entonces fabulosa suma (véase el cuadro 0.2). Conocido como Plan Marshall, fue concebido para facilitar la reconstrucción y recuperación de una Europa devastada tras la Segunda Guerra Mundial. La Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, bajo el mandato de Stalin, rechazó participar en el mismo, por considerarlo un instrumento del capitalismo imperialista del otro lado del Atlántico. Indiscutiblemente el Plan funcionó como mecanismo de atracción de las economías beneficiarias a la esfera estadounidense, país desde el que se importaron cuantiosos bienes y servicios. En este sentido se comprende que la ayuda llegase a países que no sufrieron (o solo marginalmente) el conflicto armado en su solar y que tampoco eran una democracia. Es el caso del autoritario y corporativista Portugal de Antonio de Oliveira Salazar, que siendo neutral, como España, había desarrollado a fondo un doble juego entre las potencias Aliadas y las del Eje. Al potenciar los Estados Unidos el desarrollo económico de Europa occidental, se establece una barrera de contención a la propagación de los movimientos comunistas auspiciados desde la Unión Soviética, lo que permite interpretarlo como eficaz instrumento de defensa del bloque occidental-capitalista



**0.8. Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol (TALGO 1): el «tren oruga».** Prototipo experimental construido en España (entre Oñate, Madrid y Valladolid, 1942), el Talgo 1 sirvió para valorar y mejorar ideas previas a la Guerra Civil del ingeniero Alejandro Goicoechea Omar. Establecida una alianza con el empresario José Luis Oriol Urigüen, en octubre de 1942 se constituyó la empresa Patentes Talgo, S. A., al tiempo que comenzaron las pruebas. Con seis coches, la composición inicial rodó a 115 km/h entre Madrid y Guadalajara, llegando incluso a alcanzar los 135 km/h. Entre las ideas directrices de esta innovación radical se encuentran el uso de coches (vagones) cortos que forman un sistema articulado con bastidor de rodadura definido por triángulos isósceles. La base de cada triángulo se soporta en un rodal con dos ruedas que giran independiente la una de la otra, mientras que el tercer vértice se engancha al centro de la base del triángulo anterior (a través de una articulación), lo que permite los necesarios giros en las curvas; en suma, los coches forman un cuerpo único articulado (se le denominó «tren oruga»). Las ruedas no se sitúan debajo de los coches sino entre ellos, sirviendo a dos consecutivos; al quedar más bajas que los convencionales, lo que desciende el centro de gravedad, se obtiene a una mayor estabilidad y confort, incluso permite una velocidad superior. Parcialmente autoportantes, las cajas (habitáculos para el alojamiento de los pasajeros o las mercancías) eran de menor peso, lo que permitía ahorrar energía en la tracción y, dada su menor inercia, tener un mejor comportamiento en caso de accidente. De aerodinámico y moderno diseño, Talgo revolucionó el transporte ferroviario. A lo largo de diferentes pruebas, el Talgo 1 llegó a rodar un total de unos 3.000 km. (Véase también, la il. 5.4.)

(liderado por los Estados Unidos) frente al bloque oriental-comunista (liderado por la Unión Soviética) en la denominada Guerra Fría, tensión política que hunde sus raíces en el propio teatro de operaciones de la Segunda Guerra Mundial. Con el fin de gestionar eficientemente las ayudas, los países beneficiarios crearon la Organización

Europea para la Cooperación Económica (OECE, 1948)<sup>97</sup>, precedente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1960). Con ritmos e intensidades diferentes, aislamiento y autarquía (enfebrecido planteamiento ideológico), irán atenuándose hasta desaparecer en la década siguiente.

## VII

### LA DÉCADA DE LOS CINCUENTA: INFLEXIÓN

Durante esta década se producen cambios sustantivos en el aún incipiente sistema nacional de innovación, comprendida la reformulación y reorganización de las carreras técnicas superiores. Lo relevante es que paulatinamente, aunque a veces con excesiva parsimonia, se van creando y amoldando las estructuras y organizaciones hispanas a las adoptadas en otros países de Europa occidental, el todo bajo el paraguas protector de los Estados Unidos, cuya inflexión política en relación con España se manifiesta inequívocamente en 1950, como se ha señalado, y se condensa y amplifica en los mencionados Pactos de Madrid (1953)<sup>98</sup>. Entre las compensaciones introducidas por la implantación de las cuatro bases militares, que los estadounidenses aceptan y desarrollan, se cuentan diversas contribuciones al desarrollo económico y social español. En particular, un Programa de Ayuda Técnica (1953-1963) cuyas actuaciones serán utilizadas con intensidad en la década siguiente, en las campañas propagandísticas puestas en marcha por los Estados Unidos con objeto de presentarse ante los españoles como un auténtico «amigo americano», no simplemente como potencia imperialista, lo que le va acarreado una notoria impopularidad, tanto entre afectos al régimen como en grupos antifranquistas. Podrán en valor colaboraciones para

la modernización de las grandes infraestructuras de transporte en España —puertos, carreteras y aeropuertos—; el desarrollo del sector energético español —especialmente en materia hidráulica y nuclear—; el aumento de la productividad del campo —ligado a la importación de abonos y maquinaria—; el impulso a sectores específicos

<sup>97</sup> Organismo internacional, fue fundado por Francia, Gran Bretaña, Irlanda, Portugal, Holanda, Bélgica, Luxemburgo, Alemania (Occidental), Austria, Italia, Suiza, Dinamarca, Noruega, Islandia, Suecia, Grecia y Turquía. Una década después, en enero de 1958, España se asocia a la OECE. En julio de 1959 entra como miembro de pleno derecho, por lo que, en diciembre de 1960, será miembro fundador de la OCDE. (Luis DELGADO GÓMEZ-ESCALONILLA, «El ingreso de España en la Organización Europea de Cooperación Económica», *Arbor*, vol. CLXX, 669, 2001: 147-179).

<sup>98</sup> Muy asimétrico en su concepción, el Gobierno de Franco hubo de aceptar muchos condicionantes que no eran de su gusto. Por ejemplo, «en cuanto al Convenio sobre ayuda económica cabría apuntar que España se comprometió a la estabilización de la moneda, el equilibrio de los presupuestos, el mantenimiento de una estabilidad financiera, el fomento de la competitividad y de la productividad, el desarrollo del comercio internacional y, en general, a poner todos los medios para mantener saneada la economía» (M.<sup>a</sup> del Rocío PIÑEIRO ÁLVAREZ, «Los Convenios Hispano-Norteamericanos de 1953», *Historia Actual Online*, 11, 2006: 175-181; cita en p. 176).

a través de las «misiones de productividad» —como el acero, el calzado, el turismo o la industria textil—; los métodos de gestión y tecnología exportados a España, o los repartos de alimentos y productos de primera necesidad realizados por Cáritas<sup>99</sup>.

Bajo estas coordenadas, la pregunta inmediata es ¿cómo se compara esta ayuda con la del Plan Marshall a los otros países europeos? Una respuesta sintética, es que:

De manera tardía y más modesta, la ayuda técnica estadounidense funcionó en España como en el resto de la Europa occidental. Se persiguió el mismo objetivo y se pusieron en marcha los mismos instrumentos, si bien más tarde, con menores recursos económicos, con un trasfondo militar más pronunciado y sin los mecanismos intraeuropeos de cooperación. Ello no impidió que también aquí la ayuda americana estimulara el crecimiento del país, facilitara la transferencia de conocimientos desde el otro lado del Atlántico y difundiera el modelo económico y empresarial americano<sup>100</sup>.

Matizando, en los fondos de la «ayuda» se mezclaban préstamos (casi los dos tercios), y donaciones (cuadro 0.2); además, en nuestro caso los norteamericanos tenían que aprobar el uso de las partidas que le correspondía emplear al Gobierno español, cuya libertad al respecto estaba bastante restringida.

	Ayuda	Donación	Préstamo	% préstamo
Gran Bretaña	7.668,20	3.458,36	4.209,84	54,9
Francia	5.186,70	3.283,18	1.903,52	36,7
R. F. Alemana	4.047,70	2.805,06	1.242,64	30,7
Italia	3.447,10	2.823,17	623,93	18,1
Grecia	1.738,10	1.493,03	245,07	14,1
Yugoslavia	1.586,00	1.064,21	521,79	32,9
Turquía	1.391,60	907,32	484,28	34,8
Holanda	1.228,50	840,29	388,21	31,6
Austria	1.170,90	1.092,45	78,45	6,7
España	1.183,90	413,18	770,72	65,1

**Cuadro 0.2. Parte de la ayuda americana a Europa occidental (1946-1961) y a España (1953-1961).** Como se puede comprobar, más tardía, el volumen y el porcentaje en donación a España (34,9%) fue muy inferior. Fuente: A. BRODER, *Historia económica de la España Contemporánea*, 2000: 172.

<sup>99</sup> LORENZO DELGADO GÓMEZ-ESCALONILLA, «Modernizadores y tecnócratas. Estados Unidos ante la política educativa y científica de la España del desarrollo», *Historia y Política*, 34, 2015: 113-146 (cita en p. 116).

<sup>100</sup> ADORACIÓN ÁLVARO MOYA, «Guerra Fría y formación de capital humano durante el franquismo. Un balance sobre el programa estadounidense de ayuda técnica (1953-1963)», *Historia del Presente*, 17, 2011: 13-25 (cita en p. 22).

Un eje fundamental de estas cooperaciones se enmarcó en el ámbito educativo, pues educar en sus valores y procedimientos a las futuras élites políticas, económicas, técnicas y científicas era, sin duda, una buena inversión de futuro<sup>101</sup>. Entre los ejemplos posibles, aunque peculiar por establecerse directamente en el ámbito de la cooperación en la investigación científico-técnica, baste señalar las estrechas relaciones de Gregorio Millán Barbany (1919-2004), ingeniero titulado en la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos (AMIA, 1945), posteriormente, investigador en el INTA y profesor en la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos, con Theodore von Kármán (1881-1963), del Jet Propulsion Laboratory (Caltech), uno de los creadores de la mecánica de fluidos moderna. Interesa señalar que Millán Barbany fue nombrado director general de Enseñanzas Técnicas del Ministerio de Educación Nacional (1957-1961) con el explícito objeto de llevar a buen puerto el proceso de reforma de las enseñanzas técnicas (lo que conducirá a la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas de 1957), hito de enormes consecuencias académicas, sociales y económicas.

Para ilustrar innovaciones institucionales desde los primeros años de la década, a modo de un primer botón de muestra, baste mencionar la creación de la Junta de Energía Nuclear (JEN; octubre de 1951), creación en la que se recoge una iniciativa previa, la Junta de Investigaciones Atómicas (JIA; 1948), creada por decreto reservado en septiembre de 1948, apenas tres años después de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki. El otrora mencionado ingeniero Esteban Terradas es nombrado su presidente en enero de 1950, pero fallece en mayo de ese mismo año. En 1951 la JIA se transformó en JEN. A pesar de la retórica inicial del régimen, entre bambalinas la actuación está más pensada con una óptica castrense que con la de generación pacífica de energía. Baste recordar que el discurso «Átomos para la paz», del general Dwight Eisenhower, tiene lugar un par de años después, en diciembre de 1953. Consecuencia de la nueva política internacional y con la ayuda estadounidense, en 1958 se instala el reactor de investigación JEN-1; por primera vez en España, se desarrolla una reacción nuclear en cadena automantenida. Entre tanto, en octubre de 1956, al crearse las

---

<sup>101</sup> La cooperación educativa americana no se limita a lo derivado de los Pactos de Madrid, debiéndose anotar, entre otras actuaciones, la inclusión de España en el Programa de Becas Fulbright, acuerdo firmado en octubre de 1958. No obstante, la financiación española inicial se resolvió merced a fondos de contrapartida procedentes de la propia ayuda económica. El Gobierno americano invitó al español en 1956. Su objeto inicial era atraer a posibles líderes en humanidades y ciencias sociales, para progresar en el conocimiento mutuo de ambos países. Desde el régimen se expresaron resistencias de dos tipos: económicas (en particular, la posible pérdida de divisas); y un mayor interés en la formación de capital humano para potenciar el desarrollo económico y tecnológico del país. Tras dos años de negociaciones, se firma el acuerdo (sobre los precedentes, génesis y desarrollo del programa: LORENZO DELGADO GÓMEZ-ESCALONILLA, *Viento de poniente. El Programa Fulbright en España*, Madrid, Comisión Fulbright España / Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo / LID Editorial Empresarial, 2009).

*cátedras especiales* de «Tecnología nuclear» y «Fernando Tallada» (en el seno de las Escuelas Especiales de Ingenieros Industriales de Bilbao y de Barcelona, respectivamente), se ponen las bases para la instalación de otros dos reactores experimentales. Diseñados en 1959, los reactores gemelos ARBI (Bilbao) y ARGOS (Barcelona) fueron inaugurados en 1962, aunque serán operativos al año siguiente. JEN-1, ARBI y ARGOS son los tres primeros reactores que operaron en España, en tres ciudades distintas; les seguirán otros muchos, pero serán principalmente industriales, no experimentales. Se puede decir que la etapa de la JIA (1948-1951) fue de *secretismo*, la inicial de la JEN (1951-1954) es adjetivable como de *grandes proyectos*, mientras que el cierre de la década verá las *primeras realizaciones*. En este último período, se ha de reseñar el compromiso del mundo empresarial e institucional local en casos como la instalación del reactor ARGOS<sup>102</sup>. De forma relativamente temprana la generación industrial de energía termonuclear comenzará en España a finales de la década siguiente.

A modo de un segundo botón de muestra transformador, si bien «el ideario franquista de los primeros años presentaba las obras públicas como la panacea de todos los males y generadoras de un desarrollo económico a través de la producción nacional, [...] no fueron el cuerno de la abundancia con el que soñaron los ideólogos de la primera etapa franquista. Se observa claramente que el despegue de estos sectores tuvo lugar a partir de la ayuda exterior»<sup>103</sup>.

Un tercer dominio de actividad (este transversal) que se benefició del «saber hacer» y financiación de los Estados Unidos fue la modernización de la organización de la producción. Con frecuencia denominada *Organización Científica del Trabajo* (OCT), a veces se duda con fundamento del carácter científico de varios de sus componentes. No obstante, la nueva aproximación se basa<sup>104</sup>

en una actitud interrogante, operando por medio de la descomposición de un problema en sus elementos constitutivos y fundamentado en la observación sistemática; es esta la vertiente progresiva del propio taylorismo y de la OCT. Los resultados de un enfoque analítico pueden o no ser científicos; no obstante —a pesar de dicha ambigüedad—, constituye una contribución positiva por cuanto es condición de posibilidad de todo avance científico.

<sup>102</sup> Francesc BARCA SALOM, *Els inicis de l'Ingenyeria nuclear a Barcelona. La càtedra Ferran Tallada*, tesis doctoral, Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, 2002. Para una visión centrada en la JEN: Ana ROMERO DE PABLOS y José M.ª SÁNCHEZ RON, *Energía nuclear en España. De la JEN al CIEMAT*, Madrid, Doce Calles / CIEMAT, 2001.

<sup>103</sup> María Olga MACÍAS MUÑOZ, «El largo despertar: los tiempos de la Autarquía (1939-1959)», *TST: Transportes, Servicios y Telecomunicaciones*, 2, 2002: 149-187 (p. 183).

<sup>104</sup> Con perspectiva temporal, pero dentro del período que se contempla en este volumen: José María VEGARA, *La organización científica del trabajo. ¿Ciencia o ideología?*, Barcelona, Fontanella, 1971: 165. Para una amplia perspectiva de los modelos de gestión desde el Ochocientos, considerando entre otros los paradigmas de OCT y Recursos Humanos (RR. HH.), puede consultarse Mauro F. GUILLÉN, *Models of Management. Work Authority and Organization in a comparative perspective*, Chicago, The University of Chicago Press, 1996.

Aunque dispersa, existe una importante literatura sobre la introducción en España de estos métodos de racionalización del trabajo, se adjetiven o no de científicos, tanto desde sus escauceos tayloristas, como desde las posteriores aproximaciones fordistas. Como se trabaja con personas, hay visiones desde la pura racionalización mecánica, la psicología industrial, o la sociología industrial, por ejemplo. Simplificando mucho se puede decir que, sin ser masivas, desde las primeras décadas del siglo xx, existen en España algunas aproximaciones a su aplicación en empresas de diversos sectores, pero que las aplicaciones intensivas son realmente escasas hasta la Guerra Civil<sup>105</sup>. Se hace mucho más hincapié para su empleo desde las instituciones que cristalizaciones en realidades empresariales; dicho en otros términos, se van introduciendo con retraso y lentitud hasta los años de la década aquí contemplada que una vez más es de inflexión. Entre otras instituciones, liderada por el ingeniero de minas César de Madariaga y Rojo (1893-1961), durante la Edad de Plata jugó un papel interesante la mencionada JPIOE; un sorprendente caso de aplicación avanzada en esas décadas se produjo en el sector del calzado<sup>106</sup>.

Entre tanto, en los distintos países agraciados con el Plan Marshall se crean comisiones de productividad (se habla de producir «a la americana»). De hecho, en 1952 la OECE constituye la European Productivity Agency (EPA). Si la aproximación de los Estados Unidos a España adquiere una intensidad superior con el comienzo de la década, en mayo de 1952 —antes de la firma de los Pactos de Madrid (1953)— se crea nuestra Comisión Nacional de Productividad Industrial (CNPI). De hecho, su más significativo arranque llega en 1954, al recibir fondos del Programa de Ayuda Técnica Norteamericana asociado a los Pactos de Madrid. Su objeto, llevar a cabo las «misiones de productividad», parte sustancial del Programa de Ayuda Técnica. Entre 1954 y 1962, parcialmente financiados, se organiza un centenar y medio de misiones de estudio a los Estados Unidos y a Europa, actuaciones en las que participa cerca de un millar de profesionales de diversos sectores económicos, de la industria en particular. Estos periplos suelen durar unas seis semanas en las que visitan centros de distinto tipo (de investigación, universidades y empresas modélicas en la aplicación de principios y métodos)<sup>107</sup>.

---

<sup>105</sup> Véase por ejemplo: Juan José CASTILLO, «¿Ha habido en España organizadores de la producción? Entre dos congresos de ingeniería, 1919-1950», en Santiago Castillo (coord.), *El trabajo a través de la historia*, Madrid, UGT / Centro de Estudios Históricos / Asociación de Historia Social, 1996: 233-264. Al menos parcialmente centrados en la década que nos ocupa, véase: Mikel BUESA BLANCO y José MOLERO ZAYAS, «Cambio técnico y procesos de trabajo: Una aproximación al papel del Estado en la introducción de los métodos de la Organización Científica del Trabajo en la economía española durante los años cincuenta», *Revista de Trabajo*, 1982: 249-268; y José Luis HERRERO, «El papel del Estado en la introducción de la OCT en la España de los años cuarenta y cincuenta», *Sociología del Trabajo*, 9, 1990: 141-166.

<sup>106</sup> Aurora GALÁN CARRETERO, *Calzados Coloma. Empresa pionera del fordismo español (Almansa, 1900-1936)*, Albacete, Instituto de Estudios Albacetenses «Don Juan Manuel», 2014.

<sup>107</sup> Para una breve visión de conjunto sobre el CNPI, incluso de sus precedentes, y sus trabajos en el sector del calzado, junto con el textil y el carbón, considerados prioritarios, véase: José Antonio

Al Programa de Ayuda Técnica derivado de los Pactos de Madrid también se acoge técnica y económicamente el Servicio de Extensión Agraria (SEA, septiembre de 1955), organismo autónomo con misión complementaria al INC, igualmente dependiente del Ministerio de Agricultura<sup>108</sup>. Creado con el asesoramiento de técnicos norteamericanos, es concebido para «educar» a los agricultores y promover cambios que mejoren su productividad. En un marco sociocultural muy diferente al fabril o el urbano, el SEA tendrá como misión impulsar actividades de extensión. En tiempos de la Ilustración esta tarea se llega a delegar, al menos parcialmente, en los párrocos (recuérdese el *Semanario de Agricultura y Artes dirigido a los párrocos*, 1797-1808), ya que por su influjo social y nivel cultural, en muchos lugares eran los únicos agentes capaces de entender las propuestas, colaborando así a la difusión de las nuevas técnicas en ámbitos rurales. Más próximo y técnico, desde comienzos de la década de 1880, análogo cometido se le encomienda a las Granjas-Escuelas, dirigidas por el Cuerpo de Ingenieros Agrónomos (junto con las estaciones vitivinícolas, practicaron el desarrollo de técnicas agronómicas más allá de lo que representa la enseñanza teórica y el laboratorio). El SEA se erige en España en el principal cauce de difusión de las técnicas ligadas a la importante «revolución verde». Sus profesionales son previamente educados y entrenados en misiones de productividad o estancias de formación, bien en los Estados Unidos, bien en otros países europeos (principalmente Holanda) que, bajo la sombra del Plan Marshall y la OECE, habían sido formados previamente. No es hasta 1962 cuando los principios de acción del Servicio de Extensión Agraria español comienzan a adoptar rasgos distintivos propios (mejor adaptación al entorno particular, no simple transposición mecánica de un «saber hacer» foráneo).

En este contexto técnico, una de las actuaciones más importantes a tener en cuenta es, fruto de un acuerdo entre los ministerios de Educación y de Industria, la fundación de la madrileña Escuela de Organización Industrial (EOI, julio de 1955). Su impulsor y primer director fue el ingeniero industrial Fermín de la Sierra (1912-2004), catedrático de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid. La EOI se puede considerar como la primera escuela de negocios de España y una de las primeras de Europa. Unos años después, con el soporte de la Diputación y la Cámara de Comercio de Barcelona, así como del Ministerio de Industria, la barcelonesa Escuela

---

MIRANDA ENCARNACIÓN, «La Comisión Nacional de Productividad Industrial y la *americanización* de la industria del calzado en España», *Revista de Historia Económica*, 3, 2004: 637-668.

<sup>108</sup> Una amplia perspectiva en Fernando SÁNCHEZ DE PUERTA, *Extensión agraria y desarrollo rural. Sobre la evolución de las teorías y praxis extensionistas*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1996 (esp. el capítulo 5, «Las acciones de extensión promovidas por el Estado en España», pp. 381-450). Como ocurre con la organización científica del trabajo en el ámbito industrial, se ha de subrayar el importante papel de la sociología y psicología (función de animador sociocultural) en las tareas de extensión, además del propiamente técnico (de difusión de innovaciones, de corrección de protocolos inapropiados, etcétera). Por su carácter (parcialmente) precursor, es interesante la monografía: José MALLART, *Organización Científica del Trabajo Agrícola*, Barcelona, Salvat Editores, 1934.

de Administración de Empresas (EAE, 1958) nace por iniciativa de José de Orbaneja y Aragón (1910-2003), director de la correspondiente Escuela Técnica Superior de Ingenieros (ETSI) Industriales. Iniciativa del Opus Dei en los mismos años, Antonio Valero Vicente (1925-2001), catedrático de la ETSI Textiles de Tarrasa, también ingeniero industrial, funda (Barcelona, 1958) y es primer director general (hasta 1967) del Instituto de Estudios Superiores de la Empresa (IESE). Con estos antecedentes, no extrañará que en el plan de estudios de 1964 de la ingeniería industrial aparezca una nueva especialidad en el país: Organización Industrial.

Una actuación complementaria de la década es la constitución de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT). Si en enero de 1958 se firma el acuerdo de asociación de España a la OECE (en julio de 1959 entra como miembro de pleno derecho), esta Comisión se puede ver como un primer fruto de esa incorporación a un ente transnacional que cree decididamente en la educación y la investigación como medio de potenciar el desarrollo económico. Para poner de relieve su importancia política, evitar los reinos de taifas ministeriales y potenciar la cooperación, la CAICYT emana de la misma Presidencia del Gobierno en febrero de ese año:

los más importantes problemas de la economía en general, la industrialización y la defensa, que preocupan a los Gobiernos de todos los países, están íntimamente vinculados a problemas científico-técnicos, que solamente un amplio desarrollo de la investigación, en indisoluble unión de la fundamental y la aplicada, permite acometer.

En definitiva, primer organismo dedicado en exclusiva a la política científica y técnica, la CAICYT surge para llevar a cabo funciones que, inicialmente encomendadas al CSIC, siguen estando insuficientemente cubiertas. En cierto modo, es el reconocimiento de un fracaso, quizás en parte debido a la «indisciplina» de algunos ministerios que tenían estructuras propias de investigación y desarrollo (Obras Públicas, Agricultura, Industria, Ejército, Marina, Aire o Educación Nacional, entre otros). Entre las misiones de la CAICYT están el planificar y coordinar la investigación, estudiar su financiación o asesorar e informar técnicamente tanto al propio Gobierno, como a los diferentes ministerios e instituciones. Administrativamente vinculada en sus compases iniciales al CSIC, la CAICYT, que sin duda se puede considerar como el precedente inmediato, casi en continuidad, de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT, 1987), no brillará por su eficiencia, como reconoce en repetidas ocasiones la OCDE, normalmente con presupuestos insuficientes. En términos generales, «la explicación más sólida de la debilidad científica y técnica y de la frágil voluntad política de los sucesivos gobiernos está relacionada con la escasez de la base fiscal del Estado, derivada de la carencia de un sistema impositivo moderno construido sobre impuestos directos, progresivos y generales»<sup>109</sup>.

---

<sup>109</sup> «A esto hay que añadir los costes heredados y las reticencias de todos para desmontar el monopolio de la ayuda tecnológica por parte del Estado a las empresas públicas» (Luis SANZ MENÉNDEZ y Santiago LÓPEZ GARCÍA, «Continuidad y cambio en las políticas de ciencia y tecnología durante la Autarquía y los inicios del Desarrollismo», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 1997: 70-98, cita en p. 89).

Desde el punto de vista del devenir de la ingeniería, la década está marcada en sus orígenes (mayo-junio de 1950) por la celebración del II Congreso Nacional de Ingeniería, organizado por el Instituto de Ingenieros Civiles, que se desarrolla en la Escuela Especial de Ingenieros Navales (Madrid). Encuentro multitudinario, fueron unos cuatro mil los participantes. En este surge de nuevo con fuerza la idea de reformar las enseñanzas técnicas. Se constituye una comisión, pero sus propuestas distarán de lo que se dictará en forma de ley.

Para el desarrollo económico y el progreso social, España requiere un mayor número de profesionales en todos los campos y niveles, así como modernizar los estudios (programas, instalaciones, profesorado, etcétera), difundirlos sobre el solar nacional, e invertir en investigación y desarrollo técnico. Entre tanto, las necesidades de técnicos superiores para encarar el progreso económico del país hacen que reiteradamente aparezcan normas estableciendo el número mínimo de alumnos que deben ingresar en cada una de las Escuelas de Ingenieros y de Arquitectura. La revisión en profundidad del modelo educativo y de las dependencias administrativas de las Escuelas Especiales se puede interpretar como toda «una liberalización», en la que se busca el aumento del capital humano y se valora la generación de conocimiento como objetivo estratégico. Con estas premisas y muchas reticencias, llega la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas de 20 de julio de 1957. Por fin todas las Escuelas Especiales de Ingenieros y de Arquitectos pasan a depender del Ministerio de Educación Nacional. Entre otras muchas cosas, ello significa culminar la desvinculación administrativa entre los Cuerpos de la Administración y las correspondientes escuelas formativas, adaptándose en ese septiembre las denominaciones a las de *Escuela Técnica Superior* (ETS). El acortamiento de las carreras académicas persigue favorecer cuantitativamente las cohortes de titulados y, por tanto, una mayor juventud de los mismos al incorporarse al mundo laboral (eventualmente al de la investigación y desarrollo); la creación de los doctorados en ingeniería y arquitectura, está entre las modificaciones más importantes<sup>110</sup>. La reforma terminará suponiendo, además, una renovación profunda y una significativa extensión de las instituciones docentes y de investigación del país<sup>111</sup>.

---

<sup>110</sup> Desde la Ley Moyano (1857), a los ingenieros se les reconocía un nivel académico «equivalente» a los doctorados universitarios. Ahora, al recortarse la duración de los estudios, las nuevas promociones tendrán que abordar una auténtica tesis doctoral. Para una perspectiva general: Manuel SILVA SUÁREZ, *Ingeniería y Universidad. Sobre dos rememoraciones y un ámbito de investigación pluridisciplinar*. Lección Inaugural del Curso 2006-2007, Universidad de Zaragoza, septiembre de 2006 (esp. la sec. 3: «Segunda rememoración: con motivo del cincuentenario de la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas», pp. 40-56). La génesis, el desarrollo y las consecuencias de la ley del 57 serán objeto importante del próximo volumen.

<sup>111</sup> Es el comienzo de un importante programa de creación de escuelas técnicas por todo el país, una imprescindible *descentralización*. Por ejemplo, en julio de 1959 se crean las Escuelas Técnicas de: Arquitectura y Aparejadores de Sevilla; Ingenieros Agrónomos y de Peritos Agrícolas de Valencia; Ingenieros de Minas de Oviedo; y Peritos Industriales de Vitoria.

Un efecto colateral de esta reforma es la segregación de laboratorios asociados a la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos que permanecen en el Ministerio de Obras Públicas, en el marco de un Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), que se crea ese mismo agosto de 1957. No obstante, un dato que puede dar una primera idea del imprescindible esfuerzo presupuestario en la década 1957-1967 es que, si bien los catedráticos solo pasan de 297 a 380, los profesores auxiliares (*i. e.*, los no catedráticos: profesores encargados de curso, de laboratorios, etcétera) crecen de 281 a 1.691, aunque todos (sean catedráticos o no) suelen tener aún dedicaciones docentes marginales<sup>112</sup>.

Una constante, las competencias profesionales de las ingenierías irán acumulando normas definitorias y delimitadoras, también contradictorias (al provenir frecuentemente de diferentes ministerios), incluso sentencias judiciales cuando la ambigüedad permita interpretaciones diferentes. Entre las medidas de esta década, una de amplio espectro (de mayo de 1952) es la fijación de las competencias de los ministerios de Industria y Agricultura en las industrias agropecuarias (enológicas y sus derivados; lácteas, comprendiendo la leche, mantequilla y quesos; sidrería; apicultura; fabricación de piensos compuestos; o secado y fermentación del tabaco) y forestales (obtención del corcho; aserrío y despiece de maderas; o la obtención de carbón vegetal). En grandes líneas, salvo algunas actividades en las industrias elayotécnicas, muchas tradicionales de los ingenieros industriales en el Ochocientos, pasan a ser reservadas administrativamente a los ingenieros agrónomos, principalmente, o de montes, profesiones tuteladas por el Ministerio de Agricultura<sup>113</sup>. El que la ingeniería está compuesta por múltiples ramas (con cuerpos doctrinales, técnicos e intereses a veces contrapuestos) lo evidencia la existencia no solo de cuerpos de la administración y asociaciones profesionales, los colegios oficiales de cada rama o especialidad tendrán cada vez más peso en el devenir de las profesiones (cuadro 0.3).

En julio de 1951 toma posesión el sexto Gobierno de Franco. Como se ha anunciado, dejan el cargo algunos ministros defensores de la política autárquica, al tiempo que entran otros como Rafael Cavestany, partidario de reformas que reduzcan la rigidez del sistema económico. Durante esta década de inflexión, se toman algunas medidas tendentes a limitar la intervención estatal, dándole algo más de protagonismo al mercado. En registro complementario, por apuntar sobre la continuidad de los programas de repoblación referidos anteriormente, en diciembre de 1951 se aprueba otra ley sobre repoblación forestal y ordenamiento de cultivos agrícolas de los terrenos integrados en las cuencas alimentadoras de los embalses de regulación,

---

<sup>112</sup> Dirección General de Enseñanza Técnica Superior: *La Enseñanza Técnica Superior en España en el decenio 1957-66*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, 1967: 52.

<sup>113</sup> El desequilibrio relativo en esta partición se puede comprender desde el momento en que los cincuenta constituyen una década en la que el Instituto Nacional de Colonización (octubre de 1939) tiene una muy importante actividad y se dilucida la gestión técnica de los proyectos agroindustriales derivados. Los Colegios Oficiales de Ingenieros Agrónomos habían sido creados en marzo de 1950, pero reciben sus estatutos en marzo de 1953.

Rama	Fecha	Ministerio	Territoriales
Industriales	9/4/1949	Industria y Comercio	11
Agrónomos	31/3/1950	Agricultura	8
Caminos	26/6/1953	Obras Públicas	Centralizado
Montes	5/5/1954	Agricultura	Centralizado
Minas	9/12/1955	Industria	6

**Cuadro 0.3. Decretos de creación de los primeros colegios oficiales de ingeniería.** Se indica la dependencia ministerial a los efectos gubernativos y administrativos, así como su eventual carácter descentralizado (número de colegios territoriales).

mientras que en abril de 1952 se publica la primera vía de ayuda a los propietarios particulares y otras Entidades para repoblar sus montes.

Bajo ese impulso, solo en el sexenio 1951-1956 se repoblaron unas 600.000 ha, el 84% a cargo del Patrimonio Forestal del Estado, el resto por la Dirección de Montes y Política Forestal<sup>114</sup>. Finalmente, en junio de 1957 se promulgó una nueva Ley de Montes.

En lo relativo a los nuevos regadíos, los años cincuenta representan una década en la que se produce una auténtica explosión de nuevas realizaciones a lo largo de la piel de toro. Por ejemplo, desde Andalucía y con amplia perspectiva temporal, a modo de sintética valoración sobre el proceso en la provincia jienense<sup>115</sup>, se ha dicho que:

Afortunadamente los planteamientos colonizadores del primer franquismo venían a superar a aquellos otros esgrimidos por los pensadores ilustrados, que tan profunda huella habían dejado en la provincia de Jaén, e incluso a la gran mayoría de las formulaciones decimonónicas que se efectuaron en este mismo terreno. No se trataba ahora de instalar nuevos pobladores sobre el inmenso desierto demográfico de Sierra

<sup>114</sup> Elaboración propia a partir de los datos del Secretariado de la FAO: *El programa español de repoblación forestal*, 1957; <http://www.fao.org/docrep/x5386s/x5386s02.htm>.

<sup>115</sup> Con carácter previo, por ley de abril de 1952 se dicta el *Plan Badajoz* («Plan de obras, colonización, industrialización y electrificación de la provincia de Badajoz»), provincia en la que «la tierra no cumplía su función social ni económica porque [...] no estaba explotada al máximo de sus posibilidades; la propiedad rústica estaba muy concentrada; la poca variedad de cultivos favorecía el paro estacional; existían desequilibrios entre los capitales territorial y de explotación de un lado, y los cultivos y la ganadería por otro» («Plan General de Ordenación Económico-Social de la provincia de Badajoz», 1948). Contempla: (1) la construcción de pantanos, presas, canales y acequias principales; (2) la transformación agrícola y colonización; (3) la repoblación forestal; (4) el acondicionamiento de la red de caminos relacionada; (5) el acondicionamiento del ferrocarril; y (6) el acondicionamiento de los puertos de Huelva y Sevilla. Pronto sería criticado, al valorarse más como gran proyecto de colonización y de transformación global de una amplia región, que como un plan de desarrollo regional. Quince meses después, por ley de julio de 1953 se aprueba un plan análogo para la provincia de Jaén (aunque en este caso se incluyen partidas para investigaciones mineras, o la búsqueda de aguas subterráneas). En lo económico sus características determinantes son claras directrices del régimen: autarquía, dirigismo e intervencionismo (de donde la integración de la industrialización como estrategia de desarrollo).

Morena, incentivándolos con repartos generosos de tierras sumamente inhóspitas, ni de crear pequeñas células aisladas en forma de colonias agrícolas, a modo de *arcadias*, sino de propulsar una nueva agricultura de regadío sobre las fértiles terrazas del valle del Guadalquivir, mucho más productiva y diversificada que la tradicional, con plena capacidad para generar empleo y riqueza de forma directa y de propiciar, indirectamente, el desarrollo de un sector agroindustrial del que históricamente había carecido esta provincia<sup>116</sup>.

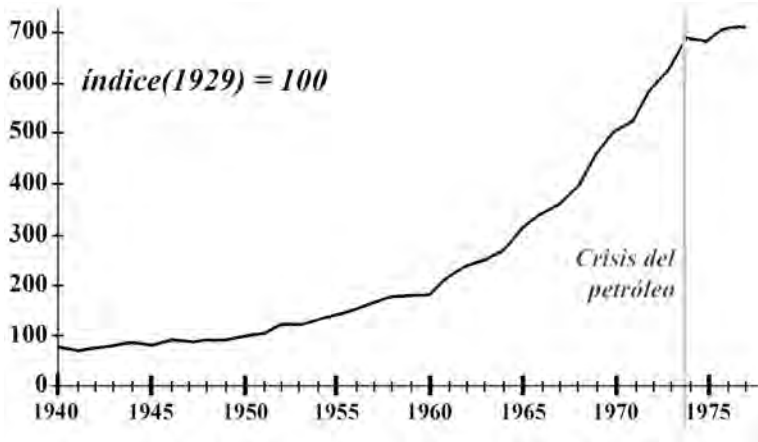
Ahora bien, en el caso de Jaén se distribuye a colonos solo un cuarto de los terrenos en transformación, de donde «los grandes beneficiados por la acción estatal fueron los medianos y grandes propietarios enclavados en las zonas regables, que vieron cómo se revalorizaban sustancialmente sus tierras sin tener que soportar apenas contrapartidas expropiatorias»<sup>117</sup>. Por otro lado, las diminutas parcelas para los colonos, poco más que «huertos familiares» (policultivo de subsistencia), no permitieron su autonomía económica. Sociológicamente, en esa planificación subyacía la idea de fijar mano de obra que sirvieran como obreros rurales para las fincas grandes y medianas del entorno<sup>118</sup>. Complicando la cuestión, la imparable mecanización de gran cantidad de las faenas agrícolas, por un lado, y el conservadurismo empresarial de muchos de los grandes y medianos propietarios, por el otro, no crean el trabajo esperado, obligando a la emigración a algunos colonos/obrerros que habían pretendido fijarse en el medio rural. En suma, no se fija toda la población esperada y las inversiones quedan en parte infrautilizadas; corolario de esto último, producciones inferiores a las estimadas reducen las posibilidades de una industrialización sostenible. Habida cuenta de otros regadíos con mayor tasa de éxito, se puede hablar de resultados diferenciados, para lo que se ha de contemplar en su justa medida los dispares condicionantes sociales impuestos por el régimen franquista, algo que actúa

---

<sup>116</sup> Eduardo ARAQUE JIMÉNEZ, JOSÉ D. SÁNCHEZ MARTÍNEZ, VICENTE J. GALLEGOS SIMÓN y ANTONIO GARRIDO ALMONACID, «Balance de la actuación del Instituto Nacional de Colonización en la provincia de Jaén», *Investigaciones Geográficas*, 41, 2006: 15-32 (cita en p. 16).

<sup>117</sup> *Ibidem*: 18. En una colonización, las tierras se clasifican en *exceptuadas* (entre los posibles motivos, porque ya están previamente transformadas al regadío, o no son aptas para el riego), *reservadas* (fracción que se deja beneficiada a sus legítimos propietarios), y *en exceso* (la parte a repartir entre colonos, que se expropia). Vencedores en la guerra, los terratenientes mantuvieron con frecuencia las mejores propiedades, cuyo valor subía merced a las propias inversiones del Estado, a cambio de una parte que, en todo caso, remuneraba el propio INC.

<sup>118</sup> Ciertamente compleja, la reserva de espacios para los pantanos, y también para la repoblación forestal concebida para proteger sus cuencas de alimentación, dio lugar a importantes tensiones sociales. En particular, obligaron «al abandono de sus parcelas agrícolas —bien por desahucio, bien por expropiación— a multitud de pequeños roturadores que habitaban en los montes desde tiempo inmemorial, pero cuyas propiedades o posesiones habían quedado incluidas dentro de los perímetros de repoblación obligatoria de aquellas grandes obras hidráulicas» (*Ibidem*: 24). Monografía efeméride multidisciplinar, analizando el medio siglo de colonización de las Bardenas: ALBERTO SABIO ALCUTÉN (COORD.), *Colonos, territorio y Estado. Los pueblos del agua de Bardenas*, Zaragoza, Institución «Fernando el Católico», 2010.



**Gráfico 0.1. Índice de producción industrial.** (Fuente: Albert CARRERAS Y ODRIOZOLA, «La producción industrial en el muy largo plazo: una comparación entre España e Italia de 1861 a 1980», en Leandro Prados de la Escosura (ed.), *El desarrollo económico en la Europa del sur: España e Italia en perspectiva histórica*, Madrid, Alianza Editorial, 1992: 173-210, esp. pp. 182-183).

en paralelo con los efectos de la evolución técnica e industrial. El Informe del Banco Mundial de agosto de 1962 (*El desarrollo económico de España*), con planteamientos económicos antiautárquicos, frenará un tanto las inversiones en general, el desarrollo de los regadíos entre otros epígrafes<sup>119</sup>.

A pesar de lo dicho, en su conjunto el principal motor del crecimiento económico en la década de los cincuenta fue la industria, apuntándose en estos años de inflexión un cambio estructural en el sistema productivo nacional. La relación entre los índices de producción industrial en 1950 y 1960 es aproximadamente de 1,8 (véase el gráfico 0.1, lo que significa un 6% de tasa media de crecimiento anual. No obstante, es década en la que prima *la industrialización sustitutiva de importaciones*<sup>120</sup>. Con respecto a lo habido años antes, se observan desarrollos importantes en sectores como la siderurgia, la construcción, las telecomunicaciones, la química, la agroalimentación, los electrodomésticos, el calzado, el automóvil o los astilleros, por ejemplo. Desde el punto de vista de la producción, el impulso a las técnicas de organización científica del trabajo marcará diferencias con el hacer anterior. De hecho, es oportuno recordar

<sup>119</sup> Este informe tuvo la virtud de promover en España el primer gran debate sobre política económica, en tiempos en que ya se habían constatado las ventajas de la liberalización impulsada por el Plan de Estabilización, y se incubaba el Primer Plan de Desarrollo Económico y Social. Entre los análisis iniciales que suscita *sobre y desde* el sector agropecuario se encuentra el número especial de la *Revista de Estudios Agrosociales*, 41, 1962, en el que se abordan temas como las inversiones en colonización, la concentración parcelaria, las perspectivas de la producción agrícola y la organización de los mercados agrarios, o la enseñanza y la extensión agraria.

<sup>120</sup> Título que adopta el capítulo 7 de Albert CARRERAS y Xavier TAFUNELL, *Historia económica de la España Contemporánea (1789-2009)*, op. cit., 2010: 303-332.

que, entre las soluciones para una industrialización moderna y eficiente, la ANII, había solicitado en 1948, entre otras medidas, una «obligada [...] coordinación de industrias, a fin de que pueda iniciarse la fabricación en serie», abogando por la instalación de empresas privadas<sup>121</sup>. No es posible entrar en la aludida diversidad de sectores. Valga un brevísimo apunte relativo al automóvil, sector en el que se ponen en marcha sistemas racionalizados de producción en serie (tipo fordista).

A este respecto es oportuno señalar que poco antes, en 1946, el INI había fundado el Centro de Estudios Técnicos de Automoción (CETA; pensado para la investigación y el desarrollo, centrado en el diseño, la normalización y la estandarización para la industria automovilística), y la Empresa Nacional de Autocamiones, S. A. (ENASA), centrada en la producción de vehículos industriales, particularmente camiones y autobuses. La dirección técnica recayó en el ingeniero industrial Wifredo Ricart (1897-1974), con gran experiencia en el diseño de automóviles, en particular en Alfa Romeo<sup>122</sup>. Con ENASA y el CETA, se comienza a instaurar la nueva industria de vehículos rodados de transporte en el franquismo, en momentos de aislamiento económico y político, sobre la base de la mítica Hispano-Suiza. Poco después, vendrán la SEAT (también bajo el amparo del INI), FASA-Renault, y muchas otras. El cuadro 0.4 ofrece una perspectiva cuantitativa de la fabricación de automóviles, donde destaca la SEAT. Le sigue FASA-Renault con algo más de un 42% de la producción de la primera<sup>123</sup>.

	SEAT	FASA-Renault	Citroën	Barreiros-Chrysler(*)	Authi	Otras	TOTAL
1953-1955	11.537	6.400	0	0	0	2.782	<b>20.719</b>
1956-1960	106.568	37.542	0	0	0	10.002	<b>154.112</b>
1961-1965	288.416	132.388	34.889	0	0	6.104	<b>461.797</b>
1966-1970	953.477	333.461	114.389	181.256	70.024	543	<b>1.653.150</b>
1971-1975	1.638.244	752.950	293.042	317.487	154.802	0	<b>3.156.525</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.998.242</b>	<b>1.262.741</b>	<b>442.320</b>	<b>498.743</b>	<b>224.826</b>	<b>19.431</b>	<b>5.446.303</b>

**Cuadro 0.4. Producción de automóviles entre 1951 y 1975.** (Fuente: *Atlas de la industrialización española, 1750-2000*, tabla III.3.2.5; \* hasta 1969, Barreiros Diésel.)

<sup>121</sup> «Jornadas de Ingeniería Industrial, *Conclusiones elevadas al Gobierno*», *Dyna*, año 23, 7, 1948: 305.

<sup>122</sup> Se produjeron contados ejemplares de unos míticos coches de muy alta gama, los Pegaso Z-102 y 103. Para una primera aproximación no técnica al sector: Carles SUDRIÀ y Elena SAN ROMÁN, «La industria del automóvil en España: una panorámica», en Jaime Brihuega, (coord.): *Garaje. Imágenes del automóvil en la pintura española del siglo XX* (2 vols.), Madrid, Fundación Eduardo Barreiros, 2000: 61-89. Entre los múltiples textos dedicados a las diferentes marcas y subsectores, una visión que contempla autobuses y camiones, tanto de la mítica Hispano-Suiza como de su «sucesora» ENASA, hasta su integración en IVECO: Manuel LAGE, *Un millón de camiones y buses españoles*, Barcelona, Lunwerg Editores, 2007.

<sup>123</sup> La fabricación de SEAT supera a la suma de las restantes empresas automovilísticas; excluida la SEAT, la producción de FASA-Renault supera a la suma del resto de marcas (1.185.320 automóviles).

Desde un punto de vista histórico, con la terminación de esta década, se produce el más importante punto de inflexión en la economía española en el período considerado: la aprobación del decreto-ley de Ordenación Económica, normalmente conocido como Plan de Estabilización, no sin fuertes reticencias, refrendado por las Cortes en el mismo mes de julio de 1959. Este plan supone una muy importante liberalización de la economía hispana, que de este modo deja definitivamente los estrechos vericuetos de la autarquía. La raíz para el cambio se refleja en el nombramiento del octavo Gobierno de Franco (1957-1962), al que acceden como ministros varios «tecnócratas» del Opus Dei, siendo la Falange la gran perdedora en el cambio de aires.

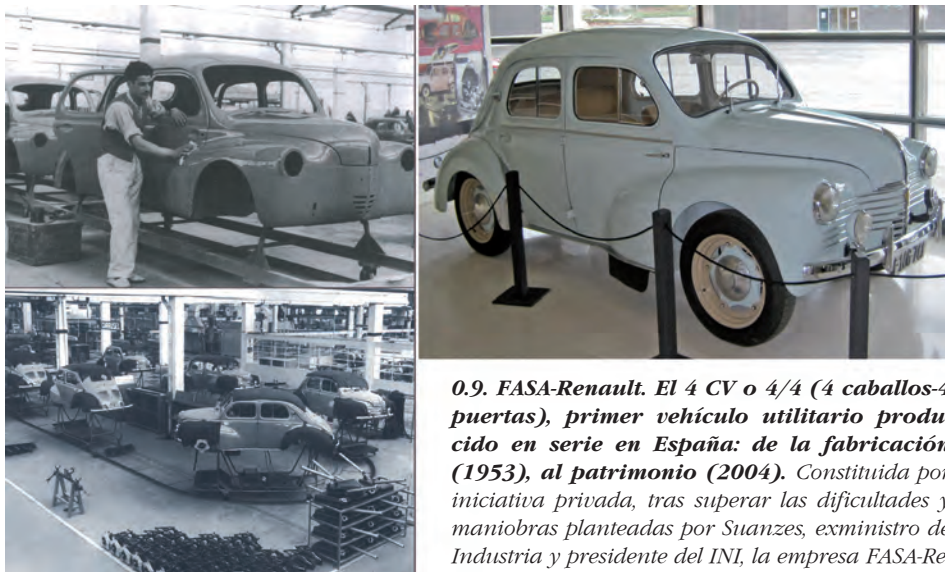
La asociación de España a la OECE, se encontraba rígidamente condicionada a la puesta en práctica de diversos cambios en la política económica que dieran lugar a una importante liberalización de la economía. De este modo, la integración en la OECE está muy relacionada con la elaboración del Plan de Estabilización de julio de 1959, a cuyo planteamiento también colabora el Fondo Monetario Internacional (FMI). Ideológicamente contrariado el «Generalísimo», su promulgación significa su definitivo alejamiento personal de las decisiones del día a día, que deja en manos de «tecnócratas» vinculados al Opus Dei. Franco se «auto coloca» en una posición más representativa que ejecutiva, la de Jefe de Estado<sup>124</sup>. Poco más de una década después de que se constituyera la OECE, el éxito del Plan de Estabilización se deberá en gran parte a la vigorosa recuperación previa en Europa occidental y a los vientos de cola que en ella soplaban con fuerza<sup>125</sup>. Por fin, la España franquista se incorpora a los mecanismos y espacios económicos multilaterales impulsados por la OECE, organismo generado gracias al Plan Marshall, en el que había sido ignorada.

En esencia, el Plan de Estabilización se sustentó en las remesas de los emigrantes (mano de obra no absorbida por el sistema productivo nacional, algo posible por la capacidad de acogida de las economías de los países de recepción) y el turismo (síntoma de bienestar económico alcanzado en los países emisores), tema sobre el que se volverá. En suma, con esos flujos de entrada de divisas, más los relativos a exportaciones, se cubren los de salida, los debidos a las importaciones, que a su vez se dispararon. A ello se ha de añadir una importante financiación desde el exterior (inversiones productivas, normalmente, a su vez hecho facilitado al liberalizar la repatriación de beneficios y dividendos), así como la acumulación capitalista obtenida gracias a la represión laboral, a la mejora de la productividad y al incremento del mercado interior.

---

<sup>124</sup> En «Franco: mitos, mentiras y manipulaciones» (ed. de Julián Casanova, *40 años con Franco*, Barcelona, Crítica, 2015: 15-52), Paul PRESTON sitúa ese distanciamiento con el poder diario un bienio antes, en el momento en el que nombra su octavo Gobierno (1957-1962).

<sup>125</sup> Desde esta perspectiva se puede decir que, entre los efectos indirectos de la contribución americana, se han de contemplar las ayudas Marshall ya que estas potenciaron sustantivamente la vertiginosa recuperación de Europa.



**0.9. FASA-Renault. El 4 CV o 4/4 (4 caballos-4 puertas), primer vehículo utilitario producido en España: de la fabricación (1953), al patrimonio (2004).** Constituida por iniciativa privada, tras superar las dificultades y maniobras planteadas por Suanzes, exministro de Industria y presidente del INI, la empresa FASA-Renault se constituyó en diciembre de 1951. «El día 1

de agosto de 1953 se puso en marcha la cadena de producción de FASA en Valladolid y el día 12 del mismo mes los vallisoletanos tuvieron ocasión de contemplar un insólito espectáculo: los primeros once coches montados por la empresa FASA, aún sin matricular, desfilaron por el centro de la ciudad hacia el Ayuntamiento para su presentación oficial ante el alcalde y demás autoridades locales». (BOE del 20/3/2004, acuerdo para incoar expediente de declaración de BIC como Bien Mueble). 1) Desengrasando una carrocería venida de Francia (paso previo a su pintado), que va montada en «un burro» (jerga en la fábrica, 1953); 2) El «carrusel», denominación de la cadena de montaje, una fabricación en serie aún bastante artesanal (hacia 1954); y 3) El primer vehículo salido de la factoría vallisoletana (n.º 00001), tras su restauración depositado en el Museo de la Ciencia de Valladolid. Por acuerdo de 11 de noviembre, de la Junta de Castilla y León, se declara bien de interés cultural como bien mueble el modelo 4 CV fabricado en la factoría de Fasa Renault Valladolid. Se individualiza la declaración en el primer ejemplar fabricado (BOE del 14 de diciembre de 2004).

Aunque el Plan de Estabilización se promulga a finales de la década, se ha de considerar la existencia de pasos previos en esa dirección. En política interna, en febrero de 1957 toma posesión el octavo Gobierno de Franco, que acomete una serie de medidas conocidas como de «pre-estabilización»; por otro lado, a lo largo de la década, las democracias europeas y los Estados Unidos fueron estrechando lazos comerciales y económicos con España. Pragmáticamente, desde el extranjero se fue conformando una presión en el sentido económico liberalizador<sup>126</sup>. La intervención de la OCECE fue concluyente para impulsar el cambio de la política económica española.

<sup>126</sup> En cualquier caso, no se olvide que importaciones tecnológicas se venían produciendo desde mediados de los cuarenta, a pesar de todo. Piénsese, por ejemplo, en las grandes turbinas hidráulicas para las muchas centrales hidroeléctricas, o en las grandes turbinas de vapor para las centrales termoeléctricas (caso de la Central de Compostilla, Ponferrada, primera de ENDESA, 1950).

El régimen franquista hubo de renunciar a los planteamientos autárquicos que mantenía, así como a su política de sustitución de las importaciones. En suma, liberalizar la economía, eso sí, sin abrir las puertas a las libertades políticas. La aceleración del desarrollo económico del país será espectacular en la década siguiente, pero en la década de los cincuenta la expansión del PIB se situó en un incremento anual acumulativo en torno al 5%, destacando las mejoras en «las industrias del hierro y del acero, la industria química, la de bienes de equipo y de transformados metálicos y de electricidad» (en la que desaparecieron las interrupciones de suministro típicas en la década previa). Por ejemplo, el índice de producción industrial entre 1950 y 1959 superó el 85% (véase el gráfico 0.1).

## VIII

### LOS AÑOS SESENTA Y ALGO MÁS: EL DESARROLLISMO

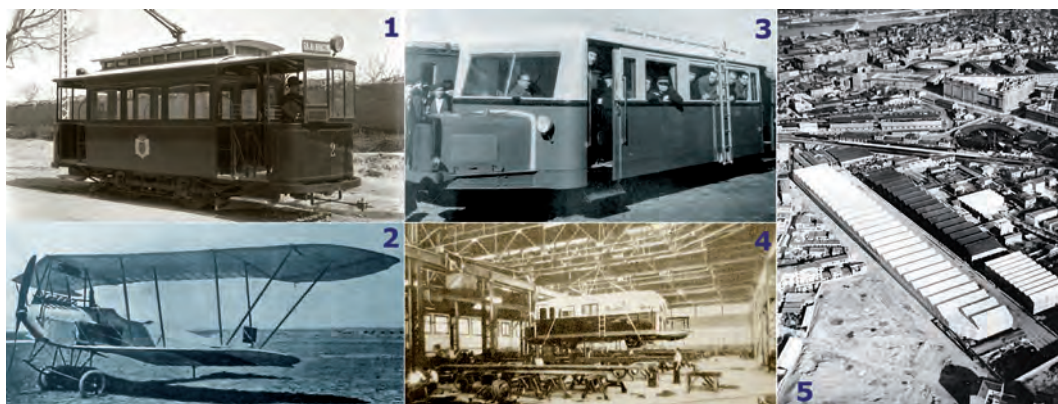
Con inaudita tasa de crecimiento, la más alta vivida hasta entonces, el período considerado termina con unos índices macroeconómicos que etiquetan a la España de Franco como país industrializado, aunque con los frágiles talones derivados de las políticas desarrollistas<sup>127</sup>. Son tiempos de un explosivo crecimiento de iniciativas empresariales, muchas claramente industriales, calificativo tomado en su más amplio sentido. Tiempos en los que, coloquialmente y con frecuencia, se va a la caza de una patente extranjera o un contrato de transferencia de tecnología<sup>128</sup>. Contra lo que se pueda pensar en primera instancia, esto no significa que no haya un trabajo ingenieril intenso, sino todo lo contrario, pues en un muy significativo número de casos no ha lugar a una simple transferencia o implementación directa, sino que se han de adaptar selectivamente las técnicas a los condicionantes locales (desde las variantes en las materias primas disponibles, suministros energéticos comprendidos, pasando por toda suerte de condicionantes sociales, culturales y económicos)<sup>129</sup>. Si el Plan Nacional de Estabilización Económica (1959) supone una decidida liberalización,

---

<sup>127</sup> A modo de ejemplo, tomando el sector del automóvil, a pesar de su crecimiento espectacular, España es, principalmente, un país con muchas plantas de montaje, mientras que los diseños, así como la investigación y el desarrollo, son fundamentalmente de origen foráneo.

<sup>128</sup> Sobre patentes y contratos, véase en este mismo volumen el capítulo 5, «El cambio técnico: de los contratos de transferencia de tecnología y de las patentes».

<sup>129</sup> En este sentido, a mediados del Ochocientos, se pueden mencionar diversos problemas para la puesta en marcha en España de la nueva siderurgia (Marbella, Málaga o El Pedroso). Cambiando de registro y tiempo, en la segunda mitad del pasado siglo xx, es posible decir algo similar del trabajo de los directivos y organizadores de empresas españoles, que combinaron elementos sustanciales del exterior, pero no solo. Hubieron de conjugar los nuevos saberes y prácticas con la cultura nacional (José Luis GARCÍA RUIZ, «Estados Unidos y la transformación general de las empresas españolas», *Cuadernos de Historia Contemporánea*, 25, 2003: 131-153).



**0.10. Carde y Escoriaza (Zaragoza, 1896), en 1920 denominada Material Móvil y Construcciones. Fabricación flexible, aunque de volumen relativamente alto.** Su primera especialidad trascendente, y que siempre mantuvo, fue la construcción de tranvías eléctricos (tras el de Bilbao a Santurce, el primero instalado en España, salieron de sus instalaciones para San Sebastián, 1897). Pensada como empresa en parte acogida al modelo productivo de fabricación flexible (productora sobre pedido o de pequeñas series, empleando maquinaria no muy especializada, manejada por una mano de obra muy cualificada), normalmente buscó la diversificación más que la producción en gran serie. Por ejemplo, a mediados de la década de los años diez también construye aviones. Transformada en Material Móvil y Construcciones, S. A., a principios de los treinta fabrica automotores ferroviarios (muchas compañías españolas encuentran en estos vehículos la forma de reducir gastos de explotación, sobre todo en líneas de escaso tráfico, entre otras razones, dada la dura competencia que empieza a plantear el transporte por carretera); perteneciente al grupo, a finales de los años cincuenta constituye VIASA (Vehículos Industriales, S. A.) para fabricar, entre otros vehículos, maquinaria agrícola (construye, por ejemplo, Jeeps; a principios de los años sesenta, también tractores FIAT). 1) Tranvía eléctrico de Zaragoza de la serie 1-20 (construido a partir de 1902; posteriormente tuvo una gran difusión en otras capitales); 2) Biplano «Barrón Flecha» con motor Hispano-Suiza (8 cilindros en V y 140 CV), diseñado por el ingeniero militar Eduardo Barrón y Ramos de Sotomayor (1888-1949). Entre 1915 y 1917 se fabrica una docena, bajo la dirección del también ingeniero militar José Ortiz Echagüe (1886-1980), fundador en 1923 de CASA (Construcciones Aeronáuticas, S. A.), presidente de SEAT en 1950; 3) Automotor «Zaragoza» de vía estrecha (en pruebas, en la línea ferroviaria Zaragoza-Cariñena, 1933). De unos 10 metros de longitud, y un motor de gasolina o gasóleo en voladizo en cada extremo, lo que les confiere su característica imagen, se construyó una treintena (con licencia de Waggonfabrik Wismar GmbH); 4) Un «Zaragoza» de vía ancha en la nave de montaje. Se fabricó una quincena para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España; 5) La planta en la cercanía de la estación ferroviaria de Campo del Sepulcro, ha. 1960 (al fondo se ve el edificio Pignatelli, sede actual del Gobierno de Aragón, y el Coso de La Misericordia). Su tipología constructiva es de naves en diente de sierra, tipo Shed. En sus aproximadamente 100.000 metros cuadrado trabajaba en los años sesenta una plantilla de unas 1.300 personas. Material Móvil y Construcciones se fusionó con la beasaindarra Compañía Auxiliar del Ferrocarril (1917), transformándose en la actual Construcciones Auxiliares del Ferrocarril (CAF, 1971); en los años setenta VIASA fue integrada en Motor Ibérica.

inspirados en experiencias francesas, tres Planes de Desarrollo cuatrienales se pondrán en marcha a partir de 1964 (primero, 1964-1967; segundo, 1968-1971; y tercero, 1972-1975, que quedó inconcluso). Frente al capitalismo liberal radical, estos

planes suponen de nuevo una cierta intervención del Estado<sup>130</sup>, en un régimen en el que instituciones como el INI siguen operando. Los planes de desarrollo españoles instrumentan programas «teóricamente» *indicativos* (incitadores hacia la iniciativa privada), que no *imperativos*, como son los quinquenales en la Unión Soviética (insignia de su burocracia, concebidos para potenciar una rápida industrialización, que durante los años sesenta contempla su séptimo y su octavo planes)<sup>131</sup>.

En la práctica, los planes de desarrollo hispanos introdujeron, por un lado, decisiones proteccionistas e intervencionistas que favorecieron a las grandes corporaciones españolas, principalmente dominadas por la banca. Por otro lado, loable socioeconómicamente, pero criticado desde posiciones puramente economicistas (básicamente si se contemplan casi en exclusividad los costes de oportunidad), mediante la creación de Polos de Desarrollo distribuidos por el país, estos planes trataron de atenuar el crecimiento de las desigualdades regionales (como es sabido, normalmente en las zonas más desarrolladas, con mayor concentración de empresas, las inversiones suelen ser más rentables, al establecerse naturalmente un efecto de realimentación positiva o círculo virtuoso). No obstante, a pesar de esos intentos, las desigualdades interterritoriales aumentaron y las regiones económicamente más desfavorecidas sufrieron una importante descapitalización con un incontenible éxodo rural. Como se ha avanzado, tras el Plan de Estabilización, sobre las divisas del turismo y las remesas de la emigración recae la importante tarea de compensar el importante déficit de la balanza exterior<sup>132</sup>, posibilitando junto con diversos créditos e inversiones extranjeras (bienes de equipo,

---

<sup>130</sup> Sobre el tema: Esther SÁNCHEZ, *Rumbo al sur. Francia y la España del desarrollo, 1958-1969*, Madrid, CSIC, 2000; y Rafael CASTRO, «Transferencia de conocimiento en la España del desarrollismo: el caso de las empresas francesas de consultoría técnica», *TST: Transporte, Servicios y Telecomunicaciones*, 22, 2012: 34-64. Se documenta la importante influencia de expertos galos, incluso la participación de muchos de origen francés como redactores del Informe del Banco Mundial de 1962. A modo de anécdota, se acotan palabras recogidas en unas memorias de Fabián Estapé, asesor de la nueva política económica: «no se nos pidió que inventáramos la sopa de ajo, sino simplemente copiar al pie de la letra el sistema francés». Entre las razones de la conveniencia de la previa experiencia francesa a la España franquista del momento se encuentra el que la aproximación era claramente *estatalista*, instrumentada desde el «poder» político y económico. Obviamente, esta relación especial fue bien aprovechada por las empresas francesas para potenciar su presencia en la industrialización hispana de la década que se abrió hasta la crisis del petróleo.

<sup>131</sup> Sobre la dualidad que se establece entre Plan de Estabilización y planificación indicativa, véase, por ejemplo: el capítulo 12 («El final de las ilusiones y el precio político de Europa»), en A. BRODER, *Historia Económica de la España Contemporánea*, op. cit., 2000: 187-198.

<sup>132</sup> Entre 1961 y 1973 las importaciones y exportaciones se equilibraron gracias al turismo y a las remesas de los emigrantes, dando lugar a un pequeño superávit (cantidades en millones de dólares, de media anual): (1) Balanza comercial: 3.591 de las importaciones - 1.956 de las exportaciones = + 1.635; (2) Aporte del turismo y remesas: 1.265 + 377 = + 1.642; y (3) Balanza por cuenta corriente = + 10, saldo corregido ya que en las partidas previas «no están incluidos algunos renglones de las balanzas de servicios y transferencias» (Datos en: Albert CARRERAS y Xavier TAFUNELL, *Historia económica de la España Contemporánea (1789-2009)*, op. cit., 2010: 339).

materias primas o productos semielaborados, a costes no comerciales, normalmente fijados por las compañías exteriores) el subsiguiente desarrollo económico de esa «década milagrosa». El éxito del Plan de Estabilización es claramente deudor del impulso expansivo de la economía de Europa occidental, cuyo ritmo de crecimiento se vio realzado gracias al Plan Marshall. De este modo, indirectamente y sin ser inicialmente pretensión suya, los norteamericanos ayudaron a la economía española.

Desde un punto de vista escolar, actuaciones en dos líneas complementarias son de gran importancia en nuestro contexto: (1) la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas (1957), que en esta década se complementa con multitud de disposiciones, siendo de anotar la Ley de Reorganización de las Enseñanzas Técnicas de abril de 1964 (y una refundición de diversos textos parciales en 1968; con todo ello se ponen las bases para una paulatina integración de las ETS en la Universidad); y (2) la Ley General de Educación de 1970, jalón indiscutible en el desarrollo del sistema educativo en su conjunto con el que se cierra por completo la integración universitaria de las enseñanzas técnicas superiores y de grado medio.

El desarrollo económico que se viene fraguando en la década anterior crece explosivamente en este período, para lo que se requieren profesionales en cantidades muy superiores a las que tradicionalmente procuran las Escuelas Especiales, como se ha dicho, en 1957 rebautizadas como Escuelas Técnicas Superiores (ETS). Por otra parte, la creciente demanda estudiantil hará que las universidades se vayan masificando, dejando su aura elitista. En ese tempus, emana de Presidencia del Gobierno un decreto (noviembre de 1962) por el que se establecen directrices y actuaciones previas al (primer) Plan de Desarrollo, en el que se exigen «medidas adecuadas para incrementar y acelerar la formación de científicos y técnicos de Grado Superior y Medio». De este modo, se decide una polémica aceleración de los estudios para titular a ingenieros de un par de ramas que cursaban su «nuevo» plan 57.

Desde las cuatro Escuelas de Ingenieros Industriales (Barcelona, Bilbao, Madrid o Tarrasa, antes de la Ordenación de 1957 esta última de Industrias Textiles), que se habían opuesto a los *numerus clausus* pensados por el Gobierno de la República, salen casi la mitad de todos los ingenieros titulados en España (aproximadamente el 40%, de media), de donde esta rama no se identifica como restricción para el desarrollo. Sin embargo, en marzo de 1963, desde el Ministerio de Educación Nacional, se dictan sendas órdenes por las que se implanta un régimen intensivo de enseñanza en las ETSI Agrónomos y de Caminos, Canales y Puertos («curso de aceleración», en la jerga de la época). Las necesidades de ingenieros agrónomos —tanto por el INC, como por el SEA o el INIA, entre otras instituciones—, o los intensos trabajos en obras públicas, no solo los ligados a la ingeniería hidráulica (embalses, canales, etcétera), también a la realización y mejora de carreteras (aunque el Programa de la Red de Itinerarios Asfálticos, REDIA, de la red estatal de carreteras no será aprobado hasta enero de 1967), entre otros cometidos, están en la base de la ordenada aceleración. Prolongación natural de esa orden es la anunciada Ley sobre Reordenación de las Enseñanzas Técnicas de abril de 1964. Obsérvese el carácter de urgencia con el que se desarrollan todos estos cambios, pues en el curso 1963-1964 jaún no había llegado a salir la primera promoción del plan de 1957!

Son tiempos en los que comienzan a abundar los estudios de *economía de la educación*. Las autoridades españolas los irán realizando, a veces en colaboración con organismos internacionales como la Unesco, o la OCDE. Dictado bajo el mandato de Manuel Lora Tamayo, ministro de Educación Nacional, el cambio legal de 1964 tiene diversos aspectos. Uno sustancial es la eliminación de los cursos de *selectivo e iniciación* en las enseñanzas de ingeniería y arquitectura del Plan de 1957, con lo que la carrera superior queda reducida de siete a cinco años (para los peritos y aparejadores pasa de cuatro a tres cursos)<sup>133</sup>.

Tras las ETSI creadas en julio de 1959 (Agrónomos de Valencia y Minas de Oviedo), cuatro años más tarde se fundan las ETSI Agrónomos de Córdoba, Industriales de Sevilla y de Caminos de Santander, así como varias de grado medio (diciembre de 1963). Entretanto, la Diputación Provincial de Guipúzcoa le solicitó al Opus Dei la puesta en marcha de una ETS de Ingenieros Industriales. Apoyándole con los medios materiales y económicos necesarios, estos estudios arrancaron en octubre de 1961 en San Sebastián. En septiembre de 1962, en el marco del Concordato (1953), desde el Ministerio de Educación Nacional «se reconoce al Estudio General de Navarra como Universidad de la Iglesia erigida por la Santa Sede» y, entre otros y a efectos civiles, los estudios de esa ingeniería (por consiguiente, tanto a la Compañía de Jesús, como al Opus Dei se les reconoce oficialmente la formación de ingenieros industriales). Son años no solo de extensión de la enseñanza técnica media y superior, también de redefinición y reestructuración. Por ejemplo, en diciembre de 1966 se instituye por ley en las ETS (sean de Ingenieros o de Arquitectura) el título de doctor *honoris causa*.

Con prudencia, la separación entre el sistema universitario y las antiguas escuelas especiales empieza a desaparecer. Por ejemplo, según el *BOE*, en febrero de 1966:

se autoriza la agrupación de Escuelas Técnicas Superiores en Institutos Politécnicos y en Universidades. Para fines de coordinación y al objeto de atender a los intereses académicos que les sean comunes, y sin perjuicio de su propia reglamentación, las Escuelas Técnicas Superiores podrán agruparse en Institutos Politécnicos Superiores, siempre que las circunstancias de número y emplazamiento lo recomienden.

En este mismo decreto se crea el Instituto Politécnico Superior de Madrid. Por otra parte, en el marco de un decreto-ley sobre medidas *urgentes* de reestructuración universitaria se fundan en julio de 1968 el Instituto Politécnico Superior de Barcelona (en 1971 se creará la ETSI de Telecomunicación) y el de Valencia (se instituyen las ETS de Arquitectura, de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y de Ingenieros Industriales; por otro lado, se integra la ETSI Agrónomos, creada en 1959). Además, también se crean la Universidad de Bilbao (pero la ETSI Industriales no es integrada en la misma) y las Universidades Autónomas de Madrid y de Barcelona.

---

<sup>133</sup> En la práctica, la dureza de los estudios hará que, si bien un pequeño porcentaje de estudiantes los terminen en los cinco años programados, las repeticiones las prolongarán de media un par de años; a ello hay que añadir unos meses más (o año) para redactar el proyecto de fin de carrera (PFC), aunque en algunas ramas los estudiantes se ponían a trabajar sin este requisito formal.

Aunque simplificada en extremo, para dar una idea de la diversidad de actuaciones en el ámbito educativo en los años 1963-1964, se pueden anotar: (1) la regulación del doctorado en Química Industrial (para el que se suprime el derecho a otorgarlo en exclusividad a la Universidad de Madrid) y se otorgan facultades profesionales a los licenciados (se equiparan con las de los doctores); (2) la escolarización se hace obligatoria «desde los seis hasta los catorce años de edad»; o, (3) de acuerdo con la reforma de 1957, la constitución como ETS de la Escuela Politécnica del Ejército y de la Escuela de Ingenieros de Armas Navales (es decir, las ingenierías militares no integradas en su formación básica con las civiles —tanto la ingeniería naval, 1933, como la aeronáutica, 1948, dependen del Ministerio de Educación Nacional— adoptan el mismo esquema que las civiles).

En el ámbito de cooperación con la OECE ha de señalarse (noviembre de 1960) el proyecto patrocinado por su Oficina de Personal Científico y Técnico para contratar a tiempo completo (¡novedad!) profesores encargados de Laboratorios de las Escuelas Técnicas Superiores; hecho modesto en cifras, pero de singular importancia, señala «un tiempo nuevo» en la organización académica de estos centros con beneficios inmediatos sobre la docencia e investigación. En análoga línea, en diciembre del año siguiente, tiene lugar una nueva dotación, esta vez por la continuadora natural de la OECE, la vigente Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), institución que ya no se concibe circunscrita a Europa, tampoco es dependiente del Plan Marshall. A comienzos de 1962, en ese marco de cooperación internacional, España firma un acuerdo con la OCDE por el que se inician los trabajos del Proyecto Regional Mediterráneo (PRM, iniciativa en la que también participan Italia, Grecia, Yugoslavia y Portugal). A la educación se le asigna la función de «producir» los profesionales que la evolución del sistema económico demanda, de donde un espectacular desarrollo de la *planificación educativa*, una actividad cuantitativa que se integra en el marco de la programación económica general. En otros términos, la educación es concebida como una aplicación de recursos productivos a la generación de una modalidad de capital, el *humano*, capaz de incrementar la capacidad productiva. El propósito del PRM es evaluar las necesidades de personal cualificado e inversiones necesarias en formación con objeto de contribuir al desarrollo económico. Son tiempos en los que

tanto el pensamiento económico y político como las propias organizaciones internacionales, contribuyeron a crear una mística pública acerca de la influencia benéfica de la educación en el desarrollo. Los gobiernos aceptaron sin demasiadas reservas la idea de que el crecimiento económico venía condicionado por la oferta de una mano de obra cualificada, y pensaron que el sistema educativo debía suministrarla inevitablemente y de modo constante, porque así lo exigía el crecimiento. Fue la época de expansión de los sistemas educativos de los años 50 y 60, de la democratización de la educación —escolarización universal de la enseñanza primaria y apertura de la secundaria y de la superior—, y la de los años del planeamiento macroeducativo en el ámbito de la planificación económica general<sup>134</sup>.

---

<sup>134</sup> Manuel DE PUELLES BENÍTEZ y José Ignacio TORREBLANCA PAYÁ, «Educación, desarrollo y equidad social», *Revista Iberoamericana de Educación*, 9, 1995: 165-189 (cit. en p. 117). Sobre el desarrollo

De amplio espectro, con claro planteamiento economicista, el PRM dedica una atención particular a los temas educativos de corte científico y técnico, realizando evaluaciones prospectivas sobre las necesidades en función del desarrollo económico<sup>135</sup>. Por ejemplo, con planteamientos complementarios, en colaboración entre el Ministerio de Educación Nacional y la OCDE, se estudia una reforma de los programas de matemáticas para científicos e ingenieros (nombramiento de la comisión en diciembre de 1963); o expertos de la OCDE diseñan un plan de estudios experimental para la nueva ETSI Industriales de Sevilla<sup>136</sup>.

Desde la década de los cincuenta, se constituyen en Europa ministerios de ciencia y técnica. No obstante, habida cuenta del exiguo tamaño del sistema español de investigación y desarrollo, se juzga precipitado instituir uno con ese único objetivo. La solución que se adopta es adjuntar de forma explícita la investigación a la instrucción, de donde en junio de 1966 se cambia la denominación del Ministerio de Educación Nacional por la de Educación y Ciencia.

---

en España del aludido planeamiento macroeducativo: Julio SEAGE y María Pilar MEDELA, «La planificación educativa en España» (*Revista de Educación*, 236-237, dedicado a la *Economía de la Educación*, 1975: 41-65), trazan un amplio panorama con los informes técnicos del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (1962), de la Unesco (1962) y de la OCDE (1963 y 1966) —los primeros ejercicios de caracterización numérica de la situación educativa—, y planes operativos, los tres Planes de Desarrollo. La fiabilidad de los datos disponibles, la relativa inconcreción de los objetivos económicos y su parcialmente desconocida relación con el desarrollo económico, son debilidades compartidas. Véase, también, en el número especial dedicado a *Educación y estado de bienestar*, Juan-Luis RUBIO-MAYORAL, «El papel de la planificación educativa en la extensión del estado de bienestar», *Cuestiones Pedagógicas: Revista de Ciencias de la Educación*, 12, 1996: 67-80.

<sup>135</sup> Se hicieron dos (1963 y 1966). El segundo: *Las necesidades de graduados en España en el período 1964-1971 (Enseñanzas Media y Superior)*, Madrid, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Ministerio de Educación y Ciencia / Dirección General de Promoción y Cooperación Científica, 1966. Las necesidades de formación de ingenieros se plasmaron en unas políticas que se juzgaron cuantitativamente excesivas en muchos medios, particularmente en los profesionales, creándose una intensa y extensa polémica. En particular, para el Instituto de Ingenieros Civiles se realizó el alarmante «Informe Matut», así denominado por haber sido coordinado por el ingeniero de caminos José L. Matut Archanco (J. MATUT, F. RUIZ e I. Navacués, *Comparación entre recursos y necesidades de ingenieros civiles para España al 31 de diciembre de 1976*, Madrid, editado a ciclostil, s. a. [1969/1970]). El tema será abordado en el próximo volumen.

<sup>136</sup> En *La formation des ingénieurs Objectifs et conception. L'École Technique Supérieure d'Ingénieurs Industriels de Séville* (París, OCDE, 1966), documento denominado «el libro amarillo» (debido al color de su cubierta), se describen los objetivos, principios pedagógicos, programas y medios físicos y humanos necesarios. El plan de estudios será aprobado en agosto de 1967 (quien esto escribe cursó Ingeniería Industrial con este plan OCDE; se decía que éramos «los ingenieros de la OCDE»). Debido a su elevado coste, entre otras razones, se declara a extinguir en 1976, adoptándose para la escuela sevillana el plan de estudios derivado de la reforma de 1964, el vigente en las demás escuelas del país. Coincidiendo en el tiempo, comienza una fuerte renovación del profesorado, proceso que viene a constituir una suerte de refundación de la escuela hispalense.

En el ámbito educativo, el siguiente gran salto será la Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa (Ley «Villar Palasi»; promulgada en agosto de 1970). Proceso pilotado por profesionales con una nueva mentalidad internacional y mayor amplitud de miras, supone una reformulación del sistema en su conjunto<sup>137</sup>. Entre otras muchas cosas, determina que las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería Técnica estatales se integren en las Universidades como Escuelas Universitarias. Finalmente, esa integración se decreta en mayo de 1972. De este modo se cierra definitivamente el proceso de incorporación de las enseñanzas técnicas superiores y de grado medio a la universidad. Entre las novedades, para el ingreso en esas escuelas universitarias se establecen las mismas exigencias que para los restantes centros universitarios. También consecuencia de esta misma ley, los Institutos Politécnicos se transforman en Universidades Politécnicas.

En paralelo, en la década de los sesenta, con la CAICYT se introducen en España: (1) metodologías de evaluación de proyectos de investigación, mediante «ponencias» (paneles de expertos); (2) el concepto de Asociaciones de Investigación; y (3) los planes concertados de investigación, proyectos de I+D presentados por empresas. Estas tres actuaciones evidencian preocupaciones que emergen en la nueva política de I+D. Los planes concertados (1968) se concentran en colaborar en la realización de proyectos específicos, con objetivos bien definidos, no en potenciar actividades generales. Con ese espíritu, las *Asociaciones de Investigación* se crean (septiembre de 1961) por decreto, como «medio de estimular el desarrollo de la investigación [cooperativa] en la industria»<sup>138</sup>. En su preámbulo, se afirma que

encargada la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de la Presidencia del Gobierno de programar las investigaciones que hayan de desarrollarse en España, así como de procurar el fomento de las investigaciones en la industria, es procedente confiar a ella la promoción de tales Asociaciones de Investigación.

Su objetivo era implicar más a las empresas en tareas de I+D, y buscar sinergias en el marco de un sector, a través de complementariedades entre necesidades y recursos. Para alimentar el incipiente sistema de investigación (básicamente pensado para el CSIC y las universidades), en octubre de 1964, con ocasión de conmemorar los xxv años del CSIC, se crea el Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación

---

<sup>137</sup> Cursando la Educación General Básica (EGB), se establece la enseñanza obligatoria hasta los 14 años; después el alumno puede acceder al Bachillerato Unificado Polivalente (BUP), o a la recién creada Formación Profesional (FP). Con esta ley se reforma todo el sistema educativo, desde la educación preescolar hasta la universitaria, adaptándolo a las necesidades de escolarización.

<sup>138</sup> Sobre las políticas en ciencia y técnica, véase: el capítulo 4 de este volumen: Ana ROMERO DE PABLOS y María Jesús SANTESMASES, «Políticas para la ciencia y la tecnología». Centrados en el franquismo: Luis SANZ MENÉNDEZ, «La construcción institucional de la política científica y tecnológica en el franquismo», *REDES*, vol. III, 6, 1996: 77-123; y Luis SANZ MENÉNDEZ y Santiago LÓPEZ GARCÍA, «Continuidad y cambio en las políticas de ciencia y tecnología durante la Autarquía y los inicios del Desarrollo», *op. cit.*, 1997.

Científica. Se le dota con 100 millones de pesetas, que proceden de un crédito del Banco Mundial, fondo que irá creciendo más o menos parsimoniosamente en los años del tardofranquismo.

Signo de los tiempos, en octubre de 1963 se decretará una «natural» ampliación de funciones y cambio de denominación del INTA, pasando a denominarse Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial «Esteban Terradas». En este punto, no conviene olvidar que la carrera espacial fue campo de batalla técnico y simbólico en la Guerra Fría, para lo que procede recordar dos hitos: (1) en abril de 1961, el primer cosmonauta de la historia, el ruso Yuri Gagarin, fue lanzado por un cohete Vostok realizando una órbita alrededor de la Tierra (automático, su vuelo fue controlado desde tierra); y (2) en julio 1969, en la misión Apolo 11, lanzado por un cohete Saturno V, viajó el primer hombre que ha pisado la Luna, el estadounidense Neil Armstrong. Tras la primera gesta, el desarrollo de misiles con objetivo militar toma una gran importancia estratégica. En el marco de un acuerdo Estados Unidos-España, se establece una cooperación en astronáutica. Por ejemplo, gestionado por la NASA y el INTA, se instala la Base de Seguimiento Aeroespacial de Robledo de Chavela (Madrid Deep Space Communications Complex, 1964), a la que seguirán otras. La Agencia Espacial Europea (European Space Agency, ESA) no se constituye hasta mayo de 1975.

En abril de 1964, emanada de la Jefatura del Estado, una ley «recoge los principios actualmente vigentes sobre energía nuclear y protección contra el peligro de las radiaciones ionizantes y los desarrolla y amplía para lograr mayor flexibilidad en la aplicación y para contribuir al fomento de sus aplicaciones pacíficas». Asignándole el papel gestor central al Ministerio de Industria, explicita el que «en los próximos años la energía nuclear podrá participar con una importancia creciente en el abastecimiento energético español, como consecuencia de la casi total utilización de las otras reservas nacionales de energía primaria», en lo que pesa la ausencia de petróleo en el solar nacional, así como el descomunal esfuerzo realizado en la generación hidroeléctrica. A la JEN le reconoce «su labor como Centro de Investigación, como Órgano Asesor del Gobierno, como Instituto encargado de los problemas de seguridad y protección, contra el peligro de las radiaciones ionizantes y como impulsora del desarrollo industrial, relacionado con las aplicaciones de la energía nuclear». En esa línea, en diciembre de 1966, el Ministerio de Educación y Ciencia acredita a la JEN «como Centro de Investigación Aplicada para impartir enseñanza de especialidad», según lo dispuesto por la Ley sobre Reordenación de las Enseñanzas Técnicas de abril de 1964. La JEN, las ETSI Industriales (Madrid, Barcelona y Bilbao) y de Minas, en particular, así como algunas facultades universitarias en las que se imparte la especialidad de ciencias físicas, constituyen el núcleo formador de especialistas. En ese ámbito de la generación eléctrica termonuclear, de nuevo la colaboración con los Estados Unidos fue particularmente importante. Por ejemplo, no solo el reactor experimental JEN-1 es de procedencia estadounidense, también los reactores industriales de las dos primeras centrales españolas (Westinghouse el de Zorita, Guadalajara; y

General Electric, el de Santa María de Garoña, Burgos). La primera central se acopló a la red en junio de 1968. Era de una potencia instalada de 160 MW y un reactor de agua a presión (apenas generó 57 GWh en ese año; unos 875 GWh de media en los dos años siguientes). Posteriormente, de potencias instaladas de 460 y 480 MW, respectivamente, se acoplaron a la red eléctrica las centrales de Santa María de Garoña (marzo de 1971), y la tarraconense Vandellós I (marzo de 1972). En todo caso, la producción media en el período 1968-1973 representa escasamente un 2% de la energía eléctrica consumida, lo que cambiará de forma sustancial en la década de los ochenta, ya claramente fuera del marco temporal que aquí se considera. A comienzos de los setenta, España es el desarrollador de energía nuclear de más rápido crecimiento en Europa, y el mayor comprador de equipamiento nuclear a los Estados Unidos desde el Viejo Continente. Eximbank, banco público estadounidense, desempeña un papel crucial en la financiación del programa nuclear español, lo que con la duplicación del cambio dólar/peseta a mediados de los setenta causará una importante crisis financiera en las operadoras eléctricas endeudadas.

Nombrado jefe de la Delegación Regional del Ebro del INC (Zaragoza, enero de 1946), el ingeniero agrónomo Francisco de los Ríos Romero (1913-1995), desarrolla a lo largo de décadas su trabajo en las grandes zonas regables de los Monegros, el Cinca, las Bardenas y Valmuel, llegando a participar en unas 270.000 ha de nuevos regadíos<sup>139</sup>. No sin contratiempos y limitaciones, razonablemente satisfecho por lo realizado, años más tarde reconoce algunos fallos técnicos habidos. Por ejemplo, en las *nivelaciones*, en las que a veces las capas fértiles quedaron ocultas, haciendo poco productivos los terrenos hasta su (re)nivelación «a capaceo»<sup>140</sup>. Desde su perspectiva, en 1976, en plena manifestación de la «crisis del petróleo» y recién fallecido el dictador, entre los problemas técnicos a resolver en el entorno de los riegos altoaragoneses instalados, pero no solo, subraya la *conservación de las acequias* (por falta de mano de obra para mantenerlas, proponiendo su revestimiento, lo que también reduce las pérdidas de agua por filtración, pero significa nuevas inversiones) y en un marco más general, donde lo social es crucial, la *parcelación*, ya que el pequeño tamaño de las propiedades dificulta o impide la mecanización de los trabajos agrícolas.

<sup>139</sup> En pleno proceso de transformación, una autorizada perspectiva: FRANCISCO DE LOS RÍOS ROMERO, *Colonización de las Bardenas, Cinco Villas, Somontano y Monegros*, Zaragoza, Institución «Fernando el Católico», 1966. Más reciente, una aproximación desde la historia económica: LUIS GERMAN ZUBERO, «Infraestructuras hidráulicas en Aragón durante el siglo XX», en Vicente Pinilla Navarro (ed.), *Gestión y usos del agua en la cuenca del Ebro en el siglo XX*, Zaragoza, Pressas Universitarias de Zaragoza, 2008: 243-263.

<sup>140</sup> Tipo de actuación que busca mantener como capa cobertora en la parcela un material edáfico de calidad. Implica acopiar tierras fértiles para la capa superficial, en la que crecerá mejor lo que se plante. La expresión «a capaceo» quizás provenga del uso histórico de capazo (o espuerta grande), dispositivo tradicional utilizado para transportar la tierra fértil en este tipo de tarea regeneradora.

Desde una perspectiva económica, en lo relativo a política hidráulica y regadíos, como resumen general sobre una parte muy significativa del franquismo se puede decir que:

la capacidad de construcción de un Estado autoritario, que tuvo en la aplicación de los principios de la política hidráulica desarrollados en la etapa anterior quizá su mayor acierto económico y las mayores posibilidades de inversión en capital social fijo derivado del crecimiento de la renta nacional, permitieron llevar a cabo este importante programa de obras de infraestructura. Entre 1940 y 1970 se decuplicó la capacidad de los embalses españoles: pasó de 3,6 a 36,9 miles de millones de metros cúbicos. [...] Los regadíos no crecieron tanto. La superficie irrigada pasó de unos 1,4 millones de hectáreas en 1940 a unos 2,2 millones en 1970 [...]. Por supuesto, en un país montañoso como España es más fácil embalsar agua que llevarla a zonas regables. [...]

La política hidráulica tiene su lógico complemento en la política de colonización, cuya idea básica radica en dar tierra a los campesinos sin quitársela a nadie. [...] tierra revalorizada por un procedimiento u otro: característicamente tierra antes yerma y no utilizada, rehabilitada por una puesta en regadío, o por una carretera, por poblaciones nuevas, por desecación de pantanos, etcétera. También puede proceder de fincas públicas, o compradas (no expropiadas) a sus antiguos propietarios. La política de colonización es, por tanto, la reforma agraria conservadora<sup>141</sup>.

A pesar de lo dicho, el Informe del Banco Mundial de 1962 fue, sin embargo, muy crítico ante estas políticas, desde el momento en que la ideología, autarquía e intervencionismo, se imponía al análisis de los costes de oportunidad.

En procesos de reestructuración del Ministerio de Agricultura, en julio de 1971 se suprime el Instituto Nacional de Colonización, así como el Servicio Nacional de Concentración Parcelaria y Ordenación Rural, entre otros organismos, fusionándose en el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA). Por otro lado, reconociendo que «la creciente complejidad de los problemas agrarios aconseja [...impulsar] los instrumentos de coordinación con los restantes Departamentos de la Administración, a fin de garantizar un eficaz tratamiento funcional de aquellos problemas», en octubre de 1971 se dispone, entre otras cosas, suprimir «el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y el Patronato de Biología Animal, fusionándose en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias» (art. 1); análogamente, «se suprimen el Patrimonio Forestal del Estado y el Servicio de Pesca Continental, Caza y Parques Nacionales, que se fusionan en el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA)», declarando a ambos como *organismos autónomos*. En ese mismo noviembre se suprime igualmente la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, pasando sus funciones al ICONA.

Si bien la *crisis del petróleo* es cota superior para el período considerado en este volumen (segundo semestre de 1973), interesa dejar constancia de dos apuntes más.

<sup>141</sup> Gabriel TORTELLA, *El desarrollo de la España Contemporánea. Historia económica...*, op. cit., 1994: 239. Complemento imprescindible de esa «reforma conservadora» es el problema de la *concentración parcelaria*, problema complejo jurídica, económica y técnicamente.

Por un lado, de que aunque con retraso, la ingeniería Informática se encuentra en larvado proceso de constitución. De hecho, desde el Ministerio de Educación y Ciencia (marzo de 1969) se crea, aunque de forma un tanto «singular», el Instituto de Informática de Madrid. Según el preámbulo del decreto,

el constante aumento del número de ordenadores electrónicos instalados en España y la correspondiente necesidad de profesionales debidamente formados y preparados han determinado la conveniencia de la creación del Instituto de Informática, el cual como órgano oficial de enseñanza de estas materias, tendrá la gran responsabilidad de situar dicha ciencia en nuestro país en el nivel adecuado.

Establecimiento con un estatus que en sus comienzos no se puede asimilar ni a escuela de ingenieros, ni a facultad universitaria: «La naturaleza de estas enseñanzas obliga a dar provisionalmente al Instituto una naturaleza peculiar, sin perjuicio de su posible incorporación en el futuro a la Universidad. Una vez que se hayan consolidado sus rasgos propios». No obstante, en paralelo, diversas ETSI crean perfiles más o menos acentuados en la disciplina (las de ingenieros Industriales y las de Telecomunicación, en particular), también alguna Facultad de Ciencias pone en marcha una especialidad afín al tema informático. En febrero de 1976, por fin se reconocerá el desarrollo singularizado de la Informática a través de la educación universitaria y de la formación profesional; días después se crean las tres primeras facultades de Informática (Barcelona, Madrid y San Sebastián), que impartirán *licenciaturas* en la disciplina, iniciando su andadura en octubre de 1977. La *ingeniería* Informática adquiere carta de naturaleza en 1990; claramente, eso ya no es objeto de consideración aquí.

Rama	Fecha de creación	Ministerio
Armamento	26/1/1961	Ejército
ICAI	4/4/1963	Industria
Armas Navales	12/3/1964	Marina
Aeronáuticos	8/4/1965	Aire
Navales	1/4/1967	Industria
Telecomunicación	19/8/1967	Gobernación

**Cuadro 0.5. Decretos de creación de los colegios oficiales de ingeniería en los años sesenta.** Se indica la dependencia ministerial a los efectos gubernativos y administrativos. Ninguno surge como descentralizado. Dos de ellos corresponden a profesionales titulados por el Ejército y la Marina, respectivamente.

A modo de segundo apunte adicional, por hallarse los colegios profesionales «regulados por una serie de disposiciones dispersas y de distinto rango» (decretos, órdenes, etcétera), en febrero de 1974 se les da marco legal unificado en base al

principio de representación orgánica consagrado por el ordenamiento constitucional [...] debiendo ser amparados en cuanto satisfacen exigencias sociales de interés general, [...] y de] cauce orgánico para la participación de los españoles en las funciones públicas de carácter representativo.

Todos los colegios (sobre los de ingeniería definidos en los años sesenta, cuadro 0.5) son definidos como «corporaciones de derecho público, amparadas por la Ley y reconocidas por el Estado, con personalidad jurídica propia y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines». Entre los mismos: «la ordenación del ejercicio de las profesiones, la representación exclusiva de las mismas y la defensa de los intereses profesionales de los colegiados, todo ello sin perjuicio de la competencia de la Administración Pública, por razón de la relación funcionarial, y de las específicas de la Organización Sindical en materia de relaciones laborales».

Años de un desarrollo explosivo, la relación entre los índices de producción industrial en 1960 y 1973 es algo más de 3,6 (véase el gráfico 0.1), lo que significa un 9,6% de tasa media de crecimiento anual. Si en la década de los cincuenta se ha tomado como un ejemplo de desarrollo industrial al automóvil (cuya producción pasa de 461.797 vehículos en el quinquenio 1961-1965, a 3.156.525 en el quinquenio 1971-1975), entre los diversos que se pueden considerar ahora, el sector naval es uno de los que ilustran con mayor claridad el empuje en estos años económicamente «prodigiosos».

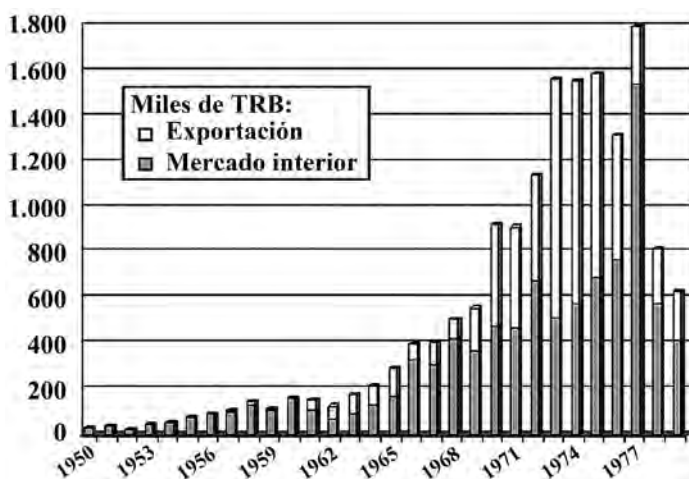
En la inmediata postguerra, la industria de la construcción naval es, parcialmente, heredera remota de las actuaciones debidas al Plan de Maura-Ferrándiz (ley de enero de 1908, de «creación, dentro de los recursos disponibles, de nuevos elementos de fuerzas»), que en agosto de ese mismo año da lugar a la Sociedad Española de Construcción Naval (consorcio formado por industriales y financieros españoles, y las empresas británicas Vickers, Armstrong y Brown); también se cuenta el Plan Naval Primo de Rivera-Cornejo (julio de 1926), entre otros antecedentes para la constitución de un sistema nacional de modernos astilleros. Pero tras la Guerra Civil y con la mentalidad autárquica imperante, el sistema ha de ser fortalecido, lo que se sobrepotencia por Suanzes, militar graduado como ingeniero de la Armada, y para quien es evidente la correlación entre poder naval y desarrollo industrial. Por ley de mayo de 1942, al INI se le otorga un papel fundamental en la mejora de la industria naval y la marina mercante. Al año siguiente, en el ámbito del INI se crea la Empresa Nacional «Elcano», a la que concibe como puntal para la regeneración industrial, con objetivo de promover el crecimiento de la flota mercante española<sup>142</sup>. Los nombramientos principales de su Consejo de Administración ilustran bien que, por concepto, se considera como

---

<sup>142</sup> Tras ENCASO (Empresa Nacional Calvo Sotelo), ELCANO fue la segunda empresa del INI por capital invertido en la década de los cuarenta; situada a la cabeza de las compañías navieras españolas desde su fundación, en 1960 es la principal en España. Sobre el tema, véase, por ejemplo: Jesús M.<sup>a</sup> VALDALISO, «La industria de construcción naval y los mercados exteriores durante el desarrollismo franquista», *VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica*, Santiago de Compostela, 2005.

prioridad la absoluta subordinación de la Marina mercante a las necesidades militares (significativamente, en abril de 1943 son nombrados presidente, vicepresidente y gerente, y secretario, tres ingenieros de la Armada); principios adicionales que han de alumbrar el hacer de la empresa son los criterios políticos y, en último lugar, los económicos. Complementariamente, en mayo del mismo 1943, también por ley, se le encarga al INI la constitución de una empresa especializada en la construcción naval militar, la que será Empresa Nacional «Bazán» de Construcciones Navales Militares (realmente se funda en julio de 1947, tras resolverse las discrepancias sobre su control y régimen de funcionamiento entre el propio Suanzes y el Ministerio de Marina). Finalmente, la Ley de Protección y Renovación de la Flota Mercante Española (mayo de 1956) establece un plan decenal de renovación y aumento (un millón de toneladas de registro bruto, TRB), para lo que el Estado puede conceder préstamos de hasta un 80%, a un interés preferencial (4%), y veinte años de amortización. Con esos mimbres, entre otros, se entra en la década de los sesenta, observándose que, a partir de 1970, la producción en TRB para la exportación supera al consumo nacional (gráfico 0.2).

Una capacidad de producción muy superior a las necesidades del mercado nacional, permite la gran expansión del sector hasta la crisis del petróleo, cuando el viento de popa de una gran demanda civil internacional (fruteros, mixtos de pasaje y carga, petroleros, cargueros, etcétera) termina colocando a España como cuarto productor mundial, tras Japón, Suecia y Alemania (el cuadro 0.6 registra algunos datos sobre la exponencial evolución hispana por quinquenios, a partir de mediados de los cincuenta). Justamente, la significativa caída en la demanda de nuevas construcciones tras la crisis del petróleo hará que se tenga que replantear una dura reconversión del sector en los años ochenta.



**Gráfico 0.2. Mercados nacional e internacional en la producción naviera hispana, 1950-1979** (Fuente: J. M.<sup>a</sup> VALDALISO, «La industria de construcción naval y los mercados exteriores durante el desarrollismo franquista», *op. cit.*, 2005: 4.)

Años	España	Polonia	Noruega	Italia	Francia	Suecia
1950-1954	184	0	483	777	1.119	2.235
1955-1959	533	590	1.118	2.079	1.912	3.293
1960-1964	829	1.078	1.687	1.976	2.478	4.203
1965-1969	2.165	1.909	2.675	2.341	2.756	6.045
1970-1973	4.552	2.077	3.516	3.113	4.335	7.879
<b>Total</b>	<b>8.263</b>	<b>5.654</b>	<b>9.479</b>	<b>10.286</b>	<b>12.600</b>	<b>23.655</b>

**Cuadro 0.6. Evolución de la construcción naval en Europa 1950-1973** (en millones de TRB)  
(Fuente: *Atlas de la industrialización española, 1750-2000*, tabla III.3.2.12).

Los tecnócratas que dirigieron la Administración pública española desde el octavo Gobierno de Franco (nombrado en 1957), en gran parte miembros del Opus Dei, contribuyeron a la modernización económica del país, y por ende a propagar una visión «moderna» del régimen franquista. Mencionado anteriormente, en otros términos se puede afirmar que España «se benefició de una renta de situación que la arrastró a un crecimiento que en el resto de Europa se había producido con anterioridad»<sup>143</sup>. No obstante, la ausencia de un sistema tributario adecuado y del necesario convencimiento en los tecnócratas en el Gobierno, así como en los empresarios, imposibilitaron la puesta en práctica de un esfuerzo en I+D congruente con el espectacular desarrollo económico alcanzado (en términos del PIB, el gasto en 1970 supone solo del orden del 0,23%, entre un cuarto y un sexto porcentual de lo que invierten en esos mismos años los países más avanzados de Europa). Desarrollismo vs. desarrollo, el «milagro económico español» produjo un sistema económico con frágil sustento, pies «parcialmente de barro».

Por otro lado, la contestación política fue creciendo al unísono. Un par de años después de la crisis del petróleo, Franco muere y comienza la Transición, una nueva etapa en lo político con un marco económico general muy diferente al habido a lo largo de los sesenta. Como a otras profesiones, a la «nueva» ingeniería, la salida de las reformas de 1957 y 1964, le ha correspondido trabajar en un mundo más complejo, internacionalizado, apasionante sin duda.

Además, en estos años sesenta aparecerán empresas de ingeniería y consultoría que jugarán un importante papel, colaborando en la importación, adaptación y creación de tecnología. El llamado «milagro económico español» es claramente deudor de la labor de los ingenieros.

<sup>143</sup> Javier TUSSELL GÓMEZ, «La autarquía cuartelera. Las ideas económicas de Franco a partir de un documento inédito», *Historia 16*, 115, 1985: 41-49 (cita en p. 42).

## IX

## INGENIERÍA VS. «INGENIERISMO»

De la ingente bibliografía sobre la ingeniería española, muchas veces producto de efemérides y centrada en alguna rama y período, se pueden mencionar monografías con objetivos y planteamientos muy distintos. Sin embargo, una literatura que contemple transversalmente la ingeniería en el pasado siglo es prácticamente inexistente. Debido a varios autores, no pudiéndose hablar propiamente de una monografía, *La ingeniería española en el siglo XX*<sup>144</sup> contiene unas breves y dispares notas redactadas como consecuencia de un ciclo de siete conferencias organizado por la Fundación Juan March y la Real Academia de Ciencias, para conmemorar el centenario del nacimiento del ingeniero industrial Esteban Terradas. Cada nota se dedica a una especialidad técnica (no rama de la ingeniería), al tiempo que se destaca a un ingeniero egregio, siendo este, al parecer, el *leitmotiv* principal del ciclo. De este modo, se abocetan las personalidades del propio Esteban Terradas (1883-1950; polifacético, impulsor, entre otras nuevas especialidades, de la ingeniería nuclear y la aeronáutica, diseñador de la red metropolitana de Barcelona o de centrales térmicas, como la primera de ENDESA en Ponferrada); del ingeniero agrónomo Miguel Odriozola (1903-1974; especialista en zootecnia y en mejora genética vegetal); del ingeniero de minas Lucas Mallada (1841-1921; geólogo y fundador de la paleontología española); y de los ingenieros de caminos Leonardo Torres Quevedo (1852-1936; prolífico inventor en diversos campos de la mecánica y la electricidad) y Juan de la Cierva (1895-1936; inventor del autogiro), que no se dedicaron a tareas propias de esa rama de la ingeniería; Manuel Lorenzo Pardo (1881-1953; impulsor de las Confederaciones Hidrográficas) y Eduardo Torroja (1899-1961; especialista en construcción en hormigón).

De alcance temporal y enfoque tremendamente diferente, aunque también transversal y muy limitado en la variedad de las ramas técnicas que considera, es la monografía *Los ingenieros de Franco*<sup>145</sup>. En palabras del autor, la tesis principal «es que determinados grupos de ingenieros y científicos fueron participantes activos en las transformaciones políticas y económicas de aquellos años» (p. 10). Siendo interesante novedad el que se sitúe en el ámbito de la historia política, es conveniente aclarar que la mencionada constatación forma parte del núcleo histórico del credo cultural de ingenieros y científicos, también tiempo ha asumido por filósofos<sup>146</sup>.

<sup>144</sup> *La ingeniería española en el siglo XX*, Madrid, Fundación Juan March, 1984.

<sup>145</sup> LINO CAMPRUBÍ, *Los ingenieros de Franco*, Barcelona, Crítica, 2017.

<sup>146</sup> Para una perspectiva sobre la técnica desde la filosofía hispana, véase el capítulo 3 de este mismo volumen: Fernando BRONCANO, «Los filósofos y la técnica en España: el lugar del ingeniero (entre el 98 y la transición)».

Muchas veces dicho, transformadora del medio en que vivimos, la técnica es cultura y motor cultural. Muy indicativa, aunque ya añeja, vale la pena recordar la definición «ilustrada» que se hace de la misión del Cuerpo de Ingenieros Militares: «reformar con el arte los defectos de la Naturaleza» (*Ordenanzas*, 1729). En términos más próximos, en plena Edad de Plata, la técnica es definida por José Ortega y Gasset como «lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto»<sup>147</sup>, al tiempo que apostilla que la ingeniería es la «técnica por antonomasia»<sup>148</sup>.

Planteamiento constante en esta colección es que moramos en un mundo artificial configurado en mayor o menor medida por los humanos: técnicos, ingenieros y científicos, tomados todos estos términos en su más amplio sentido<sup>149</sup>. Mundo en el que, con intensidades y enfoques diferentes, desde los más diversos planteamientos políticos, se desarrolla el hábitat en que vivimos. Prueba contundente de esta relativa independencia de credos políticos son los progresos de las técnicas en las Alemania, Italia o Japón del Eje, en las aliadas Francia, Reino Unido o Estados Unidos, o en la Unión Soviética<sup>150</sup>.

Que durante el franquismo los ingenieros tomaran parte activa en el desarrollo del país en que habitaban es natural, pues, políticamente partidarios o no del régimen, los residentes estaban obligados a continuar sus vidas en ese entorno y desplegar sus profesiones. Análoga reflexión podría aplicarse no solo en la cercana arquitectura, sino a cualquiera otra profesión; por ejemplo, la medicina, la veterinaria o la abogacía. O ¿es que por estar en o bajo el franquismo, los médicos responsables no

<sup>147</sup> José ORTEGA Y GASSET, *Meditación de la técnica, y otros ensayos sobre ciencia y filosofía* [1939], Madrid, Revista de Occidente en Alianza Editorial, 1982: 31.

<sup>148</sup> *Ibidem*: 19. En perspectiva complementaria, Juan David GARCÍA-BACCA, en su *Elogio de la técnica* (Barcelona, Anthropos, 1987), postdata con gracejo que «el técnico es ontólogo practicante» (p. 104).

<sup>149</sup> Manuel SILVA SUÁREZ: «Sobre Técnica e Ingeniería: en torno a un *excursus* lexicográfico», en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España, vol. I: El Renacimiento*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias de Zaragoza, 2004: 23-62.

<sup>150</sup> De hecho, al reseñar el primer volumen de esta colección, en el que se da cuenta del desarrollo de la técnica en la España renacentista, Pascal BRIOIST (*Journal de la Renaissance*, vol. VI, 2006: 353-358) reflexiona no sobre la dimensión política y su conexión con la técnica, sino sobre la religiosa. En traducción propia: «La conocida tesis de Robert Merton, presentada en la década de 1930 en *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, estableció una relación entre el puritanismo y el nacimiento del espíritu científico. Descalificó totalmente a los países católicos como posibles puntos de origen de la revolución cultural experimentada por Occidente con el advenimiento de la filosofía experimental. Esta caricaturesca posición, en gran parte invalidada hoy en día, se debía parcialmente a la leyenda negra de España que pretendía que los reinos donde la Inquisición se había convertido en el instrumento privilegiado del Estado, habían matado en el siglo XVI cualquier innovación científica y técnica. [...] Sin embargo, un imperio [como el español] que se hizo dueño de los mares con sus galeones, explotó masivamente los recursos minerales de América y produjo equipo militar para armar a decenas de miles de hombres en una gran cantidad de campos de operaciones, difícilmente podría ser ignorante de la tecnología y la ciencia».

intentaron realizar lo mejor posible su tarea, incorporando su compromiso y creatividad profesional?

Como ha sido comentado, particularmente a partir de la década de los cincuenta, entre otras cosas, los ingenieros contribuyen sustantivamente a la transformación del paisaje (en su sentido más amplio, incluso el doméstico); es decir, participan activamente en la creación de una *sobrenaturaleza*, tema que tiene su sitio en el marco de reflexiones filosóficas sobre la técnica, cuestión sobre la que conviene incidir, incluso en términos expresados antes de la Guerra Civil, en las notas de un curso de verano en la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo (Santander, 1933):

El hombre había llegado a interponer, entre la naturaleza y él, una zona de pura creación técnica tan espesa y profunda que vino a constituir una *sobrenaturaleza*. El hombre de hoy —no me refiero al individuo, sino a la totalidad de los hombres— no puede elegir entre vivir en la naturaleza o beneficiarse de esa *sobrenaturaleza*. Está ya irremediablemente adscrito a esta y colocado en ella como el hombre primitivo en su contorno natural. Y esto tiene un riesgo entre otros: como al abrir los ojos a la existencia se encuentra el hombre rodeado de una cantidad fabulosa de objetos y procedimientos creados por la técnica, que forman un primer paisaje artificial tan tupido que oculta la naturaleza primaria tras él, tenderá a creer que, como esta, todo aquello está ahí por sí mismo: que el automóvil y la aspirina no son cosas que hay que fabricar, sino cosas, como la piedra o la planta, que son dadas al hombre sin previo esfuerzo de este<sup>151</sup>.

La apreciación del cambio de paisaje enfatiza una percepción de las transformaciones que, en otras dimensiones, se puede visualizar (incluso expresar cuantitativamente) en términos técnicos. Por ejemplo, mediante: las capacidades de embalse de agua (hectómetros cúbicos, hm<sup>3</sup>); la superficie puesta en regadío (hectáreas, ha); la longitud de las riberas interiores creadas (km); la superficie repoblada con nuevas masas arbóreas (ha); la potencia instalada para la generación eléctrica (hidráulica, térmica convencional, o termonuclear; megavatios, MW); la longitud (km) y conectividad en redes de distribución hidráulica, eléctrica o telefónica; la expansión del parque automovilístico (volumen y potencias), para muchos emblema inequívoco de esos tiempos, imagen frecuentemente visualizada con el «dominguero» de los años sesenta; la variedad y difusión de electrodomésticos en el «paisaje hogareño»; etcétera. Ahora bien, visto desde otra perspectiva, ese *paisaje artificial* con sus nuevas funcionalidades nos hace dependientes de nuestras propias creaciones técnicas, tornándose, a veces, más visibles los sistemas de ingeniería con su ausencia (por mal funcionamiento) que con su sumisa presencia. Reacción de desconcierto, ante unos breves apagones eléctricos se ha escrito:

Vivo rodeado de una multitud hacendosa de criados invisibles, de siervos dóciles y asiduos que jamás cometen errores ni me importunan con su presencia o con sus peticiones. [...] [Pero] he conocido la inusitada rebelión de las cosas, la huelga universal de los criados invisibles, y lo que he sentido, sobre todo, es incredulidad y estupor,

<sup>151</sup> José ORTEGA Y GASSET, *Meditación de la técnica, y otros ensayos...*, op. cit., 1982: 86.

porque no había timbres, interruptores ni mandos que obedecieran a mi dedo índice, y el mundo que me rodeaba, tan ordenado, tan previsible, se disolvía de un minuto para otro en el desorden absoluto<sup>152</sup>.

En lo anterior subyacen invariantes históricos de la ingeniería como profesión creadora de nuevos hábitats al transformar el mundo natural. Estudiando unos casos concretos de desarrollo técnico (construcción arquitectónica, obra pública, agronomía o energía, entre otros), parece saltar como conclusión el que «la aparente unidad del *ingenierismo* se rompe en mil pedazos» (CAMPRUBÍ, 2017: 22). El argumento para esa fragmentación es la diversidad de criterios técnicos sobre la «racionalidad económica» que subyace en las distintas ramas de la ingeniería. No obstante, se ha de apuntar que, bien sabido, en ello se suelen reflejar tanto planteamientos *doctrinales* alternativos, como intereses profesionales, *corporativos*<sup>153</sup>.

«Ingenierismo» es un término desconocido en el ámbito de la ingeniería. Sin embargo, es vocablo equívoco que ha tenido un cierto —y sorprendente por inapropiado— eco entre algunos historiadores de la economía, quizás por la especial productividad lingüística que encierra el empleo del sufijo *-ismo*. Curiosamente, con su introducción<sup>154</sup> se pretendió caracterizar la «ideología oficial de las autoridades del país en sus enfoques sobre los problemas económicos» en los años de la más dura autarquía (!). *Contra natura*, interpreta la actividad del ingeniero como ignorante de la economía con un único y autárquico objetivo, «producir, producir, producir», sin tener en cuenta los costes de oportunidad; es decir, considera solo la creatividad y eficiencia en términos técnicos puros. Por otro lado, con «ingenierismo» se hace referencia a la autarquía y a la asunción del «control racional y centralizado» de la economía nacional (*intervencionismo*), lo que con mayor propiedad se ha dado en llamar «autarquía cuartelera»<sup>155</sup> (variante técnico-castrense de los planes de desarrollo coercitivos). Que esas características fueran propias del régimen económico impuesto por Franco en la década de los cuarenta es, con matices, constatable. Ahora bien, en ello es esencial poner el acento sobre el perfil *militar* de los que impulsaban esta aproximación, desde el propio dictador, a colaboradores con enorme poder político como Juan Antonio

---

<sup>152</sup> Antonio MUÑOZ MOLINA, «La rebelión de las cosas», *El Semanal*, 12 de octubre de 2005: 12.

<sup>153</sup> Mencionado en la sec. v, sobre ello y en el Ochocientos, véase en su conjunto el volumen v de esta misma colección: Manuel SILVA SUÁREZ (ed.), *El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles*, *op. cit.*, 2007.

<sup>154</sup> Carlos VELASCO MURVIEDRO, «El *ingenierismo* como directriz básica de la política económica durante la autarquía, 1936-1951», *Información Comercial Española*, 606, 1984: 97-106.

<sup>155</sup> Javier TUSSELL GÓMEZ, «La autarquía cuartelera. Las ideas económicas de Franco a partir de un documento inédito», *op. cit.*, 1985. Dando luz al documento firmado por Franco y titulado *Fundamentos y directrices de un Plan de saneamiento de nuestra economía, armónico con nuestra reconstrucción nacional* (Burgos, octubre de 1939), se evidencia que el intervencionismo autárquico era una idea profundamente arraigada en la mentalidad del dictador, plenamente compartida con Juan Antonio Suanzes, su amigo de la infancia y factótum en temas industriales.

Suanzes, Joaquín Planell o José María Otero de Navascués (1907-1983), también ingeniero de la Armada, al que se deben estudios importantes en óptica (adicionalmente, fue presidente de la Junta de Energía Nuclear, 1958-1974). Incluso se ha de tener muy en cuenta el sustantivo peso ideológico de la Falange en esos años. No obstante, iniciador de la liberalización de la economía española, para el ingeniero agrónomo y falangista Rafael Cavestany, ministro de Agricultura en el Gobierno de 1951, «el intervencionismo de aquellos primeros años del franquismo no había sido una ideología ni una política económica instrumentada voluntariamente, sino una necesidad»<sup>156</sup>. Superadas las circunstancias de la inmediata postguerra, procedía liberalizar los mercados.

Como ha sido señalado anteriormente, en el segundo lustro de los años cuarenta, tanto los ingenieros industriales como los agrónomos se manifestaron *corporativamente* (la ANII, y el I Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica) contrarios a semejantes planteamientos intervencionistas-dirigistas, lo que revelan públicamente a pesar de que las disidencias no estaban muy bien vistas por el régimen, que en esos años se encuentra aún en una de sus fases más represoras. Por otro lado, el detallado análisis de Manuel Martín Rodríguez sobre los ingenieros y la economía política en España es también muy crítico con la idea expresada de *ingenierismo*<sup>157</sup>:

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.

Sobre la atención otorgada a la formación académica en economía de los ingenieros en esos años baste reflejar el sexto y último curso de la carrera de ingeniero Industrial («Plan 48»; *BOE* del 12 de junio): (1) Economía Política, Teórica y Aplicada; (2) Sanidad e Higiene Industrial y Psicotecnia Laboral; (3) Estructura Económica de España en relación con la mundial; (4) Economía de las Empresas y de la Producción; (5) Organización y Contabilidad de Empresas Industriales; (6) Derecho Administrativo, Industrial y del Trabajo. Ejercicios de fin de carrera.

Si bien hay textos de ingenieros que son proclives al proteccionismo (lo que no significa ignorar los costes de oportunidad), hay que apuntar con claridad que esa no es opinión unánime en el ámbito de la ingeniería; por otro lado, también son numerosos los economistas no ingenieros, empresarios y asociaciones empresariales que igualmente lo consideran necesario o conveniente<sup>158</sup>. No cabe duda de

---

<sup>156</sup> El tema lo analiza Manuel MARTÍN RODRÍGUEZ en el capítulo 6 de este mismo volumen: «Los ingenieros españoles y la economía política entre los dos primeros Congresos Nacionales de Ingeniería Civil (1919-1950)», sec. v. «Intervencionismo, proteccionismo y autarquía», p. 437.

<sup>157</sup> *Ibidem*: 387.

<sup>158</sup> Históricamente es el papel realizado por organizaciones como, por ejemplo, Fomento del Trabajo Nacional, constituida en Barcelona en 1889. (Una sucinta historia sobre su origen: José ALCOVER,

que, sobre todo en la década de los cuarenta, ante un aislamiento económico —que ciertamente nunca fue total— hubo quien «hacía de la necesidad virtud» y se acercaba a planteamientos autárquicos; más raros son los apoyos a los intervencionismos, incluso por quienes tenían que aplicarlos por mandato político superior (e. g., muchos miembros del Cuerpo de Ingenieros Industriales). Entre otras argumentaciones que rebaten el postulado desprecio de los ingenieros a los costes de oportunidad se pueden recordar que fueron justamente ingenieros industriales (catedráticos en las Escuelas Especiales de Madrid, Barcelona y Tarrasa, respectivamente) los fundadores y primeros directores de prestigiosas y pioneras escuelas de negocios: la Escuela de Organización Industrial (EOI, Madrid, 1955; Fermín de la Sierra); la Escuela de Administración de Empresas (EAE, Barcelona, 1958; José de Orbaneja y Aragón); y el Instituto de Estudios Superiores de la Empresa (IESE, Barcelona, 1958; Antonio Valero Vicente). En análogo sentido, el ingeniero industrial José Castañeda Chornet (1900-1987), profesor (*i. e.*, catedrático) de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid, miembro del Cuerpo de Ingenieros Industriales al Servicio de Hacienda, obtuvo en 1945 la cátedra de Teoría Económica en la Facultad de Ciencias Políticas y Económicas de la Universidad Complutense (facultad creada dos años antes, en 1943). Resulta un contrasentido enmarcar a cualquiera de ellos en lo que tan arbitrariamente ha sido denominado *ingenierismo*.

La diversidad técnica como justificante de la ruptura «en la aparente unidad del *ingenierismo*», tiene que ver con el hecho de que en realidad la ingeniería puede verse como una federación de profesiones con múltiples lazos culturales compartidos, a la que le es aplicable el conocido aforismo de «unidad en la diversidad, diversidad en la unidad». De este modo, la racionalidad técnica, la cultura en la que han sido educados, un ingeniero de caminos y uno de montes para enfocar la resolución de problemas de prevención de avalanchas o torrentes ha sido históricamente muy diferente. No procede entrar en detalles técnicos; valga apuntar que este tipo de disensión da lugar a conflictos de atribuciones que se pueden denominar de carácter doctrinal. Si estos no existen, o no son relevantes, también pueden presentarse disputas competenciales por intereses corporativos (de carácter predominantemente económico o, simplemente, de poder en el ámbito de la Administración); en suma, entre las diferentes ramas de la ingeniería existen luchas por los espacios propios, toda vez que la voz de la Administración es con frecuencia multiforme y desde diferentes ministerios se han proclamado reconocimientos competenciales contradictorios. A ello ha de añadirse la «adaptación» (normalmente simple adición) en los planes de estudios de asignaturas que, sea o no muy natural, en determinados momentos se han

---

«El Fomento del Trabajo Nacional», *La Gaceta Industrial*, 10 de marzo de 1890: 65-66). Sobre la adopción generalizada por economistas, cualquiera que fuese su origen académico, de ciertas ideas económicas en el franquismo, por ejemplo: Luis E. PIREZ JIMÉNEZ, «El papel de las ideas en la dictadura del general Franco», *Studia Carande: Revista de ciencias sociales y jurídicas*, 6, 2001: 383-402.

considerado claves para la reivindicación administrativa de una cierta competencia técnica.

Entre otros muchos conflictos, además del mencionado con los ingenieros de montes, los ingenieros de caminos los han tenido, por ejemplo, con los ingenieros de minas (temas de geología), con los industriales (cuestiones relativas a los ferrocarriles, con la diferenciación entre infraestructura y material móvil), con los aeronáuticos (en la disputa por el diseño de aeropuertos), con los agrónomos (temas de regadíos), etcétera; a su vez, los ingenieros industriales, los han tenido con los ingenieros agrónomos (sector de las industrias agrarias), con los de telecomunicación (el teléfono y la radiodifusión), con los de minas (siderurgia y energía), con los navales (diseño, construcción y reparación de buques); etcétera, etcétera. La partición (rara vez se contempla la «compatibilidad» o el «solapamiento») del conocimiento y, por ende, de las atribuciones, suele ser estrategia administrativa. Sin embargo, muchos problemas admiten enfoques colaborativos, desde perspectivas técnicamente diferentes. Además, hay que considerar que esas «atribuciones» son cambiantes, dinámicas en el tiempo. Por ejemplo, los ingenieros industriales tuvieron un papel muy relevante en el Ochocientos en la industrialización de la tríada mediterránea (fabricación de aceite de oliva, de vino y de harina de trigo)<sup>159</sup>, sin embargo a lo largo del siglo xx, fueron administrativamente marginados en favor de los ingenieros agrónomos. Análogo argumento puede establecerse en la ingeniería naval, en la que los ingenieros industriales tuvieron igualmente un papel distinguido en el Ochocientos en empresas tan significativas como la Maquinista Terrestre y Marítima (Barcelona) o Portilla & White (Sevilla). En algunos casos, la cuestión se puede interpretar en términos de la progresiva especialización técnica; en otros, es simple reflejo de parcelas de poder en la Administración, con las consecuencias que ello implica para el ejercicio profesional privado de la profesión. Sobre ello se volverá en un volumen próximo.

Quede apuntado, no obstante, que la creación del sustantivo *ingenierismo* tiene también una clara lectura en el marco de una lucha por el reconocimiento profesional por parte de los «jóvenes» economistas universitarios, pues la existencia de unos estudios diferenciados de economía es creación franquista, habiéndose dado el primer paso en plena autarquía (1943), proceso que se complementa una década más tarde. Definitivamente, la economía no se separa de las ciencias políticas hasta 1971<sup>160</sup>. En este sentido, se ha afirmado que el asociar sin más a los ingenieros la

---

<sup>159</sup> Manuel SILVA SUÁREZ y FRANCISCO MONTES TUBÍO, «Agroindustria de la tríada mediterránea: apuntes sobre su renovación técnica», en Manuel Silva Suárez (ed.), *Técnica e Ingeniería en España*, vol. VII: *El Ochocientos. De las profundidades a las alturas*, Zaragoza, Real Academia de Ingeniería / Institución «Fernando el Católico» / Pressas de la Universidad de Zaragoza, 2013, tomo I: 479-558.

<sup>160</sup> La Ley de Ordenación de la Universidad Española de 1943, crea en Madrid la Facultad de Ciencias Políticas y Económicas. Con carácter previo, estudios de Economía se imparten de forma acotada tanto en las facultades de Derecho, como en las escuelas especiales de Ingeniería. (Una perspectiva sobre *La consolidación académica de la economía*, es el objeto del volumen 7 de la colección *Economía*

mentalidad expresada como *ingenierismo*, es «actitud [que] puede provenir de un cierto desprecio de los economistas por los ingenieros»<sup>161</sup>. No obstante, quizás sea más apropiado hablar de necesidad de autoafirmación profesional y lucha por parcelas profesionales, como las aludidas disputas competenciales entre las diferentes ramas de la ingeniería, o de algunas de estas con la arquitectura o la biología, por ejemplo. En realidad, los

ingenieros industriales que escribieron en esa época [autarquía] sí que demostraron conocer y asumir las principales ideas económicas del momento, defendiendo unas posturas muy parecidas a las de la mayoría de los economistas de la época [...] Las circunstancias sociopolíticas influyeron en los autores que escribieron durante el período autárquico del franquismo, pero esta influencia fue igual para los economistas que para los ingenieros (que «hicieron la función» de economistas durante el período autárquico). Aunque las ideas pudieron ayudar, el factor principal fue el político<sup>162</sup>.

Considerando de nuevo los conflictos entre ramas de ingeniería, los hay que claramente no tienen nada de doctrinales. A título ilustrativo, se pueden considerar los dos siguientes, ambos de carácter personal. Conciernen a ingenieros industriales (ambos de la Escuela Especial de Barcelona, EEB) frente a «capacidades administrativas» disfrutadas en exclusiva por los ingenieros de caminos. Por un lado, Magí Cornet y Masriera (EEB, 1889) era director de la Sección de Puentes de la Maquinista Terrestre y Marítima. Avezado en el cálculo de estructuras metálicas, le correspondía comprobar o adaptar, en casos rehacer contradictoriamente, los cálculos de los puentes de hierro encargados a su empresa, pero en la práctica *no* podía firmar los proyectos en España. Sin embargo, convocado un concurso internacional por el Ayuntamiento de San Petersburgo para diseñar el Puente de Palacio sobre el gran Neva (puente monumental y móvil), su propuesta fue premiada (1904). Años después, en 1909, fallecido el diseñador en 1906, comenzó la construcción de una variante menor del diseño del español (véase la il. 0.14 del vol. VI, de esta misma colección, 2011: 73). Un segundo caso tuvo como protagonista a Esteban Terradas (EEB, 1909), cuando desempeñaba

---

*y economistas españoles*, dirigida por Enrique FUENTES QUINTANA, Barcelona, Galaxia Gutenberg, Círculo de Lectores, 2002). Posteriormente, la Ley sobre Ordenación de las Enseñanzas Económicas y Comerciales de julio de 1953 añade los estudios superiores de Comercio (Intendencia Mercantil y Actuariado de Seguros), pasando a llamarse Facultad de Ciencias Políticas, Económicas y Comerciales, en la que tienen vida las especialidades de Economía General, Economía de la Empresa y Seguros. Finalmente, a partir de la Ley General de Educación de 1970 y mediante disposición complementaria (decreto de 17 de septiembre de 1971; BOE del 18), se produce el desdoble en las entonces denominadas facultades de Ciencias Económicas y Comerciales, por un lado, y de Ciencias Políticas, por otro.

<sup>161</sup> Luis E. PIRES JIMÉNEZ, «El papel de las ideas en la dictadura del general Franco», *op. cit.*, 6, 2001: 383-402.

<sup>162</sup> *Ibidem*, pp. 395 y 397.

el cargo de «comisionado» para dirigir los proyectos y la construcción de los ferrocarriles secundarios de la Mancomunitat de Catalunya. Ante la protesta del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, por su falta de «capacidad legal», Terradas decidió sacar él mismo el título de ingeniero de caminos, pues no consideraba elegante obligar a sus subordinados a firmar en su nombre. Se presentó a la veintena de asignaturas entre las convocatorias de junio y septiembre de 1918, aprobándolas todas a la primera. En palabras de José M.<sup>a</sup> Torroja, significado ingeniero de caminos, Terradas «llevó su corrección escolar hasta el punto —hoy puede decirse— de exponer teorías que, en más de una ocasión, sabía habían sido superadas por otras más modernas y perfectas»<sup>163</sup>. Con este gesto

dejó un tanto en entredicho el prestigio de la Escuela de Caminos; por otro lado, rompió (quizás con insuficiente fuerza) la tradición tan enraizada entre nosotros en la que la «legalidad» no se corresponde con la «realidad». Si Terradas tenía preparación y conocimientos para llevar a cabo obras públicas, ¿por qué exigirle la pertenencia a un determinado «Cuerpo»?<sup>164</sup>

Los conflictos entre ramas de ingenieros son objeto marginal de estudio en el anchuroso marco de la sociología de las profesiones. No obstante, ponen de relieve la existencia de parcelas o cotos que —como los abogados, los médicos, los veterinarios o los arquitectos—, cada profesión trata de proteger. Por tanto, una pregunta podría ser: ¿Existe *una* ingeniería? Aun multiforme, la historia muestra que la respuesta es sí, pero en «la diversidad», cada vez más fundamentada en la colaboración entre especialidades. A pesar de las diferencias entre las numerosas ramas, existe un sustrato cultural común y son muchas las actuaciones en las que se unen para actuar contra «agresiones exteriores». Para terminar, aunque ya mencionados, entre otros muchos ejemplos en los que ha primado la más absoluta unidad de acción se encuentran<sup>165</sup>: (1) la reacción frente a la creación meramente *política*, del finalmente *non nato* ingeniero Pecuario (1931); y (2) en un marco más general, los problemas de «intrusismo» profesional, razón por la que el Gobierno de la República definió en 1933 lo que se entiende «administrativamente» por ingeniero<sup>166</sup>. En ambos casos, la coordinación y la presión del Instituto de Ingenieros Civiles (creado en 1905) fueron fundamentales.

<sup>163</sup> José M.<sup>a</sup> TORROJA MIRET, «E. Terradas», *Revista de Obras Públicas*, 1950: 329-331.

<sup>164</sup> Antoni ROCA ROSELL y José Manuel SÁNCHEZ RON, *Esteban Terradas. Ciencia y técnica en la España Contemporánea*, Madrid, INTA; Barcelona, Ediciones del Serbal, 1990: 130-131.

<sup>165</sup> Se refieren brevemente en la sec. v de este estudio introductorio: «La Segunda República (1931-1936)».

<sup>166</sup> *GM* del 17 de marzo de 1933.

## X

## SOBRE LA COLECCIÓN Y PERSPECTIVA DEL VOLUMEN

En muy diversas ocasiones hemos sido interrogados sobre el *modus operandi* en la elaboración de la colección *Técnica e Ingeniería en España*. A modo de breve respuesta se puede decir que se ha partido de la base de que la evolución de la técnica, realidad poliédrica y compleja, rasgo esencial del proceso de hominización, pese a su trascendencia para la mejora socioeconómica y como fenómeno cultural en sentido amplio, está insuficientemente estudiada. Por ello se ha buscado ofrecer visiones pluridisciplinares donde se contemplen históricamente aspectos filosóficos, sociológicos, científicos, técnicos, económicos, políticos, estéticos, literarios y lingüísticos en los diversos períodos, desde el Renacimiento. Aproximarse a la integración de estas dimensiones conceptuales es en sí un desafío.

Operativamente, la solución que se ha adoptado desde 2002, fecha en que arrancan los trabajos, consiste en organizar un encuentro entre especialistas invitados (siempre a comienzos de octubre, en Zaragoza, en los locales de la Institución «Fernando el Católico»), normalmente bajo la forma administrativa de curso avanzado. Durante un par y medio de intensos y extensos días se presentan los diversos planteamientos iniciales de un porcentaje significativo de los temas programados para ser cubiertos. Esos encuentros permiten el mutuo conocimiento de los responsables de las diferentes colaboraciones (con frecuencia procedentes de campos muy distantes entre sí), intercambiar puntos de vista desde perfiles académicos muy dispares, y, eventualmente, precisar o detectar algunos temas adicionales a tratar. Con posterioridad a esos encuentros se culminan los procesos de escritura de capítulos y de edición. En este sentido, habida cuenta del significativo porcentaje de temas que no gozan de monografías con perspectivas amplias a propósito, y con el objeto de ayudar a los autores, de forma sistemática se ha ido estableciendo un complejo proceso colaborativo de revisión-apoyo, buscando revisores (en media entre 4 y 6) de formaciones académicas absolutamente complementarias. Comprendido este y el próximo volumen, se han editado 113 capítulos, 9 estudios introductorios, y 5 densos anexos con apuntes biográficos<sup>167</sup>. En su conjunto, lo editado son más de 6.700 páginas (a las que hay que añadir una primera edición agotada del volumen relativo al Renacimiento, 624 pp.).

Simultáneamente proyecto de investigación y de edición, al margen del mencionado centenar largo de capítulos, a pesar de ser colaboraciones invitadas, media docena no ha llegado a ver las prensas; por otro lado, aproximadamente un par de

---

<sup>167</sup> 116 notas sobre personajes relevantes en el ámbito de la técnica del Renacimiento, 179 del Siglo de las Luces y 363 del Ochocientos; en suma, unos 658, salvo error u omisión. Todas las presentaciones, índices y anexos biográficos se pueden acceder en: <http://www.raing.es/es/publicaciones/libros/colecci-n-t-cnica-e-ingenier-en-espa>

docenas de contribuciones corresponden a invitaciones realizadas tras los encuentros de preparación, en algunos casos en sustitución, con matices, de encargos fallidos.

Quizás porque encierre información de algún interés, se puede decir que los volúmenes I a V aparecieron, *grosso modo*, cinco trimestres después del encuentro preparatorio (lo que en total, desde la programación inicial, supone un par de años de trabajos). Los dos volúmenes siguientes, dedicados a la exploración de los lenguajes de la técnica, diversos sectores técnicos y el patrimonio subsiguiente en el Ochocientos se demoraron entre dos y medio y tres años. Por prolijas razones, el volumen que ahora tiene en sus manos, conjuntamente editado con el siguiente de esta colección, han sufrido muchos cambios y aparecen transcurridos, aproximadamente, cinco años desde el encuentro preparatorio en 2013 (no obstante, una mitad de los capítulos estaban prácticamente cerrados en 2016). Proyecto de investigación, insistimos, es de agradecer la disponibilidad y paciencia de los autores y los revisores, hasta conseguir los textos aquí incluidos. De forma cualitativa, se puede decir que un conjunto de las contribuciones publicadas corresponde a síntesis realizadas en el marco de trayectorias de investigación consolidadas, mientras que en una mayoría relativa de casos, la aventura ha llevado a plantear síntesis sin que existan previamente trabajos monográficos parciales suficientes, razón principal de las progresivas demoras observadas. En todos los casos, las contribuciones siempre han incorporado materiales novedosos, producto de investigaciones *ad hoc*.

Con respecto a los delimitados tres cuartos de siglo del presente y siguiente volúmenes, en la decimonovena centuria tiene un rol similar en la colección el cuarto, el titulado *El Ochocientos. Pensamiento, profesiones y sociedad* (2007; 776 pp.). El planificado volumen X, igualmente con diversos matices, tiene por objetivo cubrir el tipo de temática principalmente considerada en el número V, sobre *El Ochocientos. Profesiones e instituciones civiles* (2007; 736 pp.). En ninguno de estos textos se abordan análisis «internalistas» sobre el desarrollo de la técnica y la ingeniería (*i. e.*, sobre nuevos principios científicos o técnicos, mecanismos, procesos...), tampoco sobre su relación con la evolución de sectores técnico-económicos relevantes en el marco de la sociedad, cuestiones que deberán ser objeto de volúmenes posteriores. En el siglo XIX, esto último es el objeto de los volúmenes VI y VII (en dos tomos): *El Ochocientos. De los lenguajes al patrimonio* (2011; 832 pp.), y *El Ochocientos. De las profundidades a las alturas* (2013; 880 + 480 pp.), respectivamente.

\* \* \*

Los siete capítulos del presente tomo exploran ideas y condicionamientos sociales sobre la técnica, también sobre la ingeniería como profesión, esto último con contribuciones en sentido genérico, no sobre las peculiaridades en España; el lector podrá comprobar que en las líneas previas de este estudio introductorio, tentativa de establecimiento de una breve pero multidimensional urdimbre histórica para el período, han sido citados todos los capítulos.

El trío inicial de contribuciones se aproxima a la evolución y expansión de la profesión, así como a su percepción desde el mundo del pensamiento, delimitando de alguna forma un cierto contorno. Como en el volumen IV, en este se excluye el estudio de las diferentes ramas de la ingeniería en España (tema que en el Ocho-cientos se trató para las ramas civiles en el quinto volumen, para las militares en los tres últimos capítulos del cuarto volumen). De este modo, en «La salvaguarda de la ingeniería» (capítulo 1), Javier Aracil entrelaza reflexiones sobre la vertiginosa evolución de la técnica y el papel que en esa transformación le ha cabido a la ingeniería<sup>168</sup>. Pone el dedo en la llaga de la ambivalencia entre el papel de la técnica y sus artefactos, como recurso que ofrece deslumbrantes posibilidades, y la dependencia en la que nos sume, con problemáticas adicionales entre las que se han de contar muy principalmente las alteraciones laborales que ello implica. En último extremo, ello conlleva repensar determinados postulados sobre la organización de la sociedad y el reparto de los beneficios que el «saber hacer» puede incorporar. El mismo autor, en el correspondiente capítulo del Ochocientos, «Entre la utopía y la invención», entretiene ideas sobre la gestación de la «ingeniería moderna», con notas sobre la relación entre ciencia e ingeniería en aquellos tiempos; ingenieros y científicos se constituyen en profesionales que van adquiriendo perfiles diferenciados, tema sobre el que se abunda en este volumen.

Partiendo de un nuevo contexto social y técnico, debido a un grupo multinacional de investigación coordinado por Antoni Roca Rosell, con la participación de Ana Cardoso de Matos, Darina Martykánová, Irina Gouzévitch y André Grelon, en «La gran expansión de la ingeniería: una perspectiva internacional» (capítulo 2) se traza un panorama del devenir de la profesión allende las fronteras. Enfatizando el papel de puntos de inflexión que representan las dos guerras mundiales, extraordinarias consumidoras de nuevas técnicas, pasan en revista la generalización —con sus matices y peculiaridades— de la enseñanza formal de la ingeniería, tanto en países líderes de las revoluciones industriales (después de la Segunda Guerra Mundial con parte del foco en los líderes de los dos bloques de la Guerra Fría), como en algunos en desarrollo. El progreso de la técnica y la generación de nuevas especialidades abren la puerta a la consideración de nuevos valores culturales y sociales, a la cuestión de la sostenibilidad del progreso o al papel desempeñado en condiciones poco favorables por las mujeres. Con respecto al Ochocientos, el cambio de centuria se puede apreciar bien al considerar el cuarto capítulo del volumen IV: «Reflexión sobre el ingeniero europeo en el siglo XIX: retos, problemáticas e historiografías».

Si en el capítulo introductorio del cuarto volumen se consideran temas como el espíritu del positivismo en los albores de la segunda Revolución Industrial, o la técnica y el mundo del pensamiento en el XIX, en el tercero de este volumen, «Los filósofos

---

<sup>168</sup> Elaborado sobre la base de este capítulo, en 2017 se ha publicado el libro: JAVIER ARACIL, *Ingeniería: la forja del mundo artificial*, Madrid, Real Academia de Ingeniería, 2017.

y la técnica en España: el lugar del ingeniero (entre el 98 y la transición)», Fernando Broncano abunda sobre la percepción de la técnica y la ingeniería en el ámbito filosófico español, donde observa que «desde Galdós a Ortega, la técnica moderna se piensa desde los zapatos del ingeniero». Entre sus contenidos, se visualizan dos tempus, los marcados por la *Meditación de la técnica* de José Ortega y Gasset, autor que enmarca en «una filosofía original y de primer orden del *modernismo filosófico* del siglo xx [...] que entraña una nueva conciencia acerca de la cultura», y los tiempos duros del erial, tras la Guerra Civil. Superados estos últimos, más allá de la anécdota, Juan Benet, ingeniero de caminos y escritor, «consideraba la ingeniería superior a la literatura por cuanto no se trataba de una labor individual sino de equipo, porque ignoraba la vanidad de la firma y porque servía para subsanar los errores que la naturaleza, en su prodigalidad, había cometido». El último comentario se alinea con claridad con el antes mencionado «reformar con el arte los defectos de la Naturaleza» (*Ordenanzas del Real Cuerpo de Ingenieros Militares*, 1739), misión para la ingeniería que también recoge desde el exilio, Juan de Dios García Bacca en su *Elogio de la técnica*. Este último retoma también la idea orteguiana de *sobrenaturaleza*, ya que «considera la técnica como un ejercicio de trascendencia humana que transforma el mundo en un mundo técnico y artificial como horizonte último. Una apropiación infinita de la naturaleza, que se convierte así en producto humano».

Las dos contribuciones que siguen, «Políticas para la ciencia y la tecnología» (capítulo 4), por Ana Romero de Pablos y María Jesús Santesmases, y «El cambio técnico: de los contratos de transferencia de tecnología y de las patentes» (capítulo 5), debido a Mar Cebrián Villar, ofrecen visiones complementarias; por un lado, sobre la institucionalización del sistema nacional de investigación, desarrollo e innovación, y, por otro, aproximaciones a la protección y procesos de transferencia de saberes técnicos usados. En ambos casos se diferencian nítidamente los períodos correspondientes a la Edad de Plata y el franquismo. En el texto sobre políticas se anota la creación de un significativo conjunto de instituciones. Necesario es reconocerlo, algunas de lánguido vivir por insuficiente financiación, tema que hay que correlacionar con la ausencia de un sistema tributario adecuado, amén de incomprensiones por la clase política y empresarial del papel de la técnica en la sociedad. Hasta la Guerra Civil, se evoluciona un tanto a semejanza de esquemas visibles en la Europa del momento; en el segundo período, con la decisiva intervención adicional de los Estados Unidos de América, se abre paso la idea de cooperación internacional, particularmente desde mediados de los cincuenta. Partiendo del interés del estudio económico del proceso de innovación, en el capítulo 5 se aborda la protección y la transferencia de tecnología; en las décadas iniciales del siglo se estudian preferentemente los registros de patentes (tema que en el Ochocientos se trata en «La protección de la propiedad industrial y el sistema de patentes»; volumen IV, capítulo 3), mientras que en el franquismo se analizan los contratos de transferencia. Esta disimetría tiene parte de su sustento en el incompleto conocimiento sobre contratos en el primer período, así como sobre

las patentes (que no hay que equiparar a las ideas de innovación o invención) en el franquismo, pero recoge gran parte de lo esencial. Desde una perspectiva económica, entre las ideas directrices, se puede anotar la histórica infravaloración de la inversión en innovación técnica, lo que hace de España uno de los países europeos menos comprometidos en este sentido. Conviene subrayar que en parte ello significa, por un lado, que las instituciones mencionadas en el capítulo anterior tuvieron, normalmente, «poco músculo»; por otro, se apunta que «lo que falló en España fue la estrechez de la visión empresarial y los obstáculos financieros». «La compra de tecnología extranjera fue adoptada [como] la opción más rentable, más rápida y más segura», pero ello conlleva importantes secuelas: dependencia, cierto retraso tecnológico y limitado uso del capital humano. Significativo de una insuficiente incorporación a lo representado por la segunda Revolución Industrial, durante el franquismo, «los principales sectores en cuanto a pagos por patentes, fruto de la firma de contratos de licencia, fueron el de vehículos, el químico y el de maquinaria eléctrica».

Los dos últimos capítulos enfocan más de cerca a los ingenieros, en ámbitos muy dispares. Por un lado, Manuel Martín Rodríguez aborda *in extenso* el tema de «Los ingenieros españoles y la economía política entre los dos primeros congresos nacionales de Ingeniería Civil (1919-1950)» (capítulo 6). Subrayando un indiscutible interés por la economía desde el mundo de la ingeniería española, estudia su importante formación académica al respecto y sus ideas sobre las grandes cuestiones económicas del país. Expone la diversidad de aproximaciones o modelos considerados por un nutrido grupo de ingenieros de las más variadas ramas<sup>169</sup>. Desde el punto de vista del pensamiento económico, evidencia que «hubo ingenieros liberales, georgistas, paretianos, intervencionistas, corporativistas, keynesianos y hasta hayekianos; algunos cambiaron incluso su visión de la economía varias veces a lo largo de su vida». En el congreso de 1919, fueron muy relevantes la corriente georgista, principalmente sostenida por ingenieros agrónomos, aunque con propuestas finales diferenciadas, y la soportada por ingenieros militares y artilleros que, alineada con las mencionadas Comisiones de Movilización Industrial, proponen «la nacionalización de buena parte de la industria española y una fuerte intervención económica del Estado con fines de prevención bélica». En el Segundo Congreso Nacional de la Ingeniería, en vísperas del arranque de la gran industrialización, aunque aún bajo la densa sombra autárquica, hubo una amplia participación de ingenieros industriales.

Cambiando de registro, y desde el otro lado del charco, Gonzalo López de Haro nos habla de los «Ingenieros del exilio español» (capítulo 7), expatriación debida a la sangrienta Guerra Civil e inmisericorde comportamiento del bando vencedor. Como deja registrado, «una buena parte de la semilla de futuro español que no pudo florecer

---

<sup>169</sup> En un apéndice con «Breves notas biográficas» se recogen apuntes de 69. Por ramas: 28-industriales; 14-agrónomos; 10-de caminos; 7-de montes; 4-militares; 3-de minas; 1-arquitecto; 1-de Marina; y 1-del ICAI.

en la propia tierra logró hacerlo en otras latitudes». Si bien el exilio ha recibido una significativa atención en muy diversas áreas de la política y la cultura (las letras, las artes, etcétera), el estudio «de los ingenieros sigue siendo un asunto casi ignorado, pese a sus manifiestos logros». López de Haro aborda el tema considerando no solo los ingenieros exiliados, también los jóvenes exiliados que se terminaron formando como ingenieros allende los mares. De los 207 ingenieros exiliados que relaciona<sup>170</sup>, casi sus dos tercios encontraron refugio y colaboraron en el desarrollo del México del general Lázaro Cárdenas, por lo que, desde su privilegiada posición, el autor sintetiza una substancial cantidad de información. Tras establecer una perspectiva por ramas de formación, se sumerge en línea complementaria resumiendo la huella de la importante labor realizada. Completa la perspectiva apuntando importantes logros y personajes de la segunda generación, la de los «primero exiliados, después ingenieros». No exento de cierta emotividad, afirma que «la historia de los ingenieros de la emigración es parte indisoluble de la historia de sus países de acogida. Crearon empresas y empleos para la gente, abrieron fábricas y construyeron infraestructuras, fundaron escuelas y facultades universitarias, encabezaron colegios profesionales y asociaciones técnicas...». En un breve epílogo, expresidente de la Academia Mexicana de Ciencias y miembro honorario de la Academia Mexicana de Ingeniería, Daniel Reséndiz se desenvuelve entre el recuerdo personal y la gratitud.

\* \* \*

Manteniendo las pautas establecidas en la colección, se ha intentado cuidar la edición y complementar los textos con un amplio repertorio de ilustraciones. Dicho en repetidas ocasiones, 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. Nuestro agradecimiento a las instituciones depositarias de esos registros.

Del mismo modo, deseamos hacer patente nuestro reconocimiento a la Real Academia de Ingeniería, a la Institución «Fernando el Católico» y a Prensas de la Universidad de Zaragoza, consorcio editorial que hizo suya esta colección en 2003, concediéndonos la más absoluta de las libertades académica y organizativa. Igualmente, es de justicia mencionar nuestra gratitud al Gobierno de Aragón, por su constante apoyo desde el primer volumen, editado allá en 2004, a la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, antes Centro Politécnico Superior, y al Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, donde cotidianamente desarrollamos nuestra labor.

---

<sup>170</sup> Los datos que, en prolijo anexo, aporta sobre los ingenieros exiliados, por especialidad y países de acogida, se resumen cuantitativamente en el presentado cuadro 0.1.

La investigación y la edición en un marco multidisciplinar supone beneficiarse de la desinteresada colaboración de autores y revisores con muy diferentes perfiles académicos. A todos ellos nuestro agradecimiento. En este sentido, deseamos agradecer explícitamente a quienes como revisores hemos recurrido en apoyatura con mayor frecuencia en el presente volumen. Entre los muchos que no participando en el mismo como coautor y han respondido generosamente a llamadas, en alguna ocasión atosigada, en busca de perspectivas adicionales: Manuel González Bedia, Guillermo Lusa Monforte, Rafael Navarro Linares, Ignacio Pérez-Soba Díez del Corral, Jesús Sánchez Miñana y Agustín Sancho Sora. Entre los coautores que han sido reiteradamente solicitados en estas tareas de apoyo: Antoni Roca Rosell, Javier Aracil Santonja, Inmaculada Aguilar Civera, y Mariano Esteban Piñero. Finalmente, una vez más, deseo dejar constancia de mi singular deuda con María Regina, mi esposa, por las innúmeras horas robadas en esta insospechadamente compleja aventura.

Zaragoza, 7 de noviembre de 2018.

Manuel Silva Suárez  
Universidad de Zaragoza  
Real Academia de Ingeniería