«LA INGENIERIA ESPAÑOLA EN EL SIGLO XX»

Intervenciones de Gregorio Millán, Sánchez Monge, Carlos Benito y José Warleta

El pasado día 8 de noviembre dio comienzo el curso universitario dedicado a diversas vertientes de *La Ingeniería Española en el siglo XX* y en el que han intervenido **Gregorio Millán**, que habló sobre *Un siglo de Ingeniería española: Esteban Terradas,* **Enrique Sánchez-Monge** que lo hizo sobre *La ingeniería agronómica: Miguel Odriozola*; **Carlos Benito**, que habló sobre *La ingeniería de la construcción civil: Eduardo Torroja*; **José Warleta** intervinó sobre *La ingeniería aeronáutica: Juan de la Cierva*; **Eduardo Alastrué**, que disertó sobre *La ingeniería minera y geológica: Lucas Mallada;* **Rodolfo Urbistondo** habló sobre *La ingeniería hidráulica: Manuel Lorenzo Pardo* y **Gregorio Millán** que lo hizo a propósito de *Las tecnologías del futuro: Leonardo Torres Quevedo.*

Las conferencias, presentadas todas ellas por el académico **Carlos Sánchez del Río**, Catedrático de Física Atómica y Nuclear de la Universidad Complutense, Consejero de la Junta de Energía Nuclear y miembro de la Comisión Asesora de la Fundación Juan March, fueron precedidas de unas breves palabras del director gerente de la Fundación Juan March, José Luis Yuste, quien destacó la importancia de la ingeniería española en nuestro siglo.

Por su parte, el profesor Carlos Sánchez del Río señaló que el ciclo, organizado por dicha Fundación y la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, tenía el objetivo de «tratar de hacer ver el nivel de la ingeniería española, que puede parangonarse a la de Europa», y añadió: «la formación de los ingenieros en nuestro país ha sido muy cuidada, y ha ido más allá de lo que era frecuente en otros países».

A continuación se incluye un extracto de las cuatro primeras conferencias del ciclo. De las tres restantes se informará en un próximo Boletín Informativo.

CARLOS SANCHEZ DEL RIO nace en 1924, en Borja (Zaragoza). Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense. Actualmente es Catedrático de Física Atómica y Nuclear en dicha Universidad Complutense y Consejero de la Junta de Energía Nuclear.

Ha sido Presidente de la C.S.I.C. y Director General de Política Científica. Fue Secretario del Departamento de Física de la Fundación Juan March de 1975 a 1978 y, desde 1981, miembro de la Comisión Asesora.

Gregorio Millán

«UN SIGLO DE INGENIERIA ESPAÑOLA: ESTEBAN TERRADAS»

MILLAN BARBANY. Ingeniero Aeronáutico en 1945 con el número uno de su promoción. Fue Catedrático de Aerodinámica Racional de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos y Director del Seminario de Mecánica de Fluidos anejo a su Cátedra.

De 1956 a 1961 fue Director General de Enseñanzas Técnicas en el Ministerio de Educación Nacional, período en el que llevó a cabo la reforma de las Enseñanzas Técnicas. Fue Director General de la Sociedad Española de Construcciones Babcock & C.A., y actualmente es Consultor de la Empresa de Ingeniería española SENER.

Ortega califica nuestro tiempo, al igual que lo hace Jaspers, como la «edad de la técnica» y recogiendo el sentir de la época piensa que sus posibilidades se muestran ilimitadas. Como es sabido, en 1956 se inauguró la «era espacial» con la colocación de un satélite soviético en torno a la tierra y en 1969 un norteamericano puso sus pies en la luna. Uno de los aspectos del proceso técnico contemporáneo que produce mayor sensación de desorientación y angustia es el sentimiento de que ese desarrollo transcurre de modo autónomo, de acuerdo con sus propias leyes que escapan al control del hombre.

El agente de las realizaciones de la técnica es el ingeniero; profesión de muy antiguo abolengo que deriva del verbo latino «in-generare»: engendrar; crear, cuya aplicación inicial, en su sentido técnico, se refiere al realizador de «ingenios» bélicos o máquinas de guerra. A lo largo de su historia, los ingenieros militares, primeros en organizarse corporativamente, han contribuido también muy notablemente, en todos los países, al desarrollo y la aplicación de tecnologías no bélicas. Un ejemplo clásico bien conocido es el del coronel Francisco Sabatini, realizador en tiempos de Carlos III, entre muchas otras, de obras tan notables, como la Puerta de Alcalá, el Hospicio General, la Iglesia de San Francisco el Grande, los servicios de alumbrado, gas y de limpieza del Ayuntamiento, el palacio de Aranjuez, la Fábrica de Armas de Toledo, etc.

España reconoció pronto la necesidad de organizar académica y profesionalmente la formación y el ejercicio de la ingeniería civil, al amparo del clima de renovación cultural y económica que trajeron al país la instauración de los Borbones y el espíritu de la Ilustración. Hombres como Jerónimo Feijoo o Melchor Pascual de Jovellanos, entre los intelectuales; el

Marqués de la Ensenada y el Conde de Floridablanca entre los políticos; Jorge Juan y Agustín de Betancourt entre los ingenieros, representan, junto a otros muchos, el espíritu de renovación que recorre la nación y sus colonias.

Es bajo ese clima de la Ilustración y como parte del esfuerzo global cuando se establecen en España las primeras Escuelas de Ingeniería, empezando por la Naval, cuya Escuela de Ingenieros de la Armada fue creada por Carlos III en 1770 e inició su funcionamiento, en Cádiz, dos años más tarde.

Una de las más expresivas manifestaciones de la forma de trabajar en la moderna Ingeniería la constituyen probablemente las llamadas Sociedades de Ingeniería. Dedicadas al ejercicio de la Ingeniería en su sentido más puro, estas empresas agrupan cientos o miles de especialistas en las diversas ramas de la técnica, junto a otros «generalistas» que combinan el esfuerzo de aquellos para el estudio y la ejecución de proyectos complejos, como centrales de potencia, industrias, obras públicas, etc. Pero en la actualidad y a diferencia de lo que ocurrió en los orígenes, todas las Escuelas de Ingeniería están integradas en el Ministerio de Educación, agrupadas en Universidades Politécncias.

El ejercicio de la Ingeniería, está condicionado por dos factores básicos: el nivel del desarrollo tecnológico disponible y el de la situación socioeconómica del país. El siglo XX es el del desarrollo de la energía, cuya utilización tiene sus orígenes en el precedente, pero se generaliza en el nuestro, que aporta además nuevas fuentes como la nuclear y la fotovoltaica, esta última indispensable en las aplicaciones espaciales; nuevos motores, como la turbina de gas y esa maravilla de la técnica que es el motor de reacción, o los grandes motores cohete.

Por otro lado, la demanda española de energía primaria se multiplica por un factor superior a 20 entre 1900 y 1975. Su estructura se diversifica y evoluciona además de tal modo que el carbón, que en la primera fecha proporcionaba el 97% del total, se reduce a menos del 20% en 1975, cediendo la primacía al petróleo. El otro aspecto a considerar en relación con la energía es el de la evolución de la estructura del consumo entre las demandas industrial, doméstica, para el transporte, etc.

Nuestro siglo es también el de los nuevos materiales, tales como el aluminio y sus derivados; los aceros especiales; el magnesio; el titanio; los materiales sintéticos, tales como las fibras, los plásticos y el caucho.

Esteban Terradas

Si quisiéramos sintetizar en una persona los conocimientos científicos y técnicos y las demás aptitudes que más cumplidamente reflejan el concepto de la moderna Ingeniería, creo que no podríamos encontrar mejor representante que Esteban Terradas e Illa. Einstein dijo de él: «He descubierto un hombre extraordinario: Terradas».

La obra del Prof. Terradas se proyecta en la triple dimensión de la Ciencia, la Enseñanza y la Ingeniería.

En 1915, desarrolló el proyecto de la Red telefónica de Cataluña, modelo en su momento, que le valió, en 1927, la Dirección de la Compañía Telefónica.

Enrique Sánchez-Monge

«LA INGENIERIA AGRONOMICA: MIGUEL ODRIOZOLA»

SANCHEZ-MONGE Y PERELLADA. Doctor Ingeniero Agrónomo; Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y numerario de diversas Academias.

Fue Premio Nacional de Investigación Agraria 1955 y Premio Nacional de Publicaciones Agrarias 1980.

La ingeniería agronómica abarca un espectro de tecnologías, que creo que están bien clasificadas en las cinco especialidades que forman el actual plan de enseñanza en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, y que son: Fitotecnia, Zootecnia, Industrias Agrícolas, Ingeniería Rural y Economía Agrícola.

En líneas generales y como primer dato, puede estimarse el aumento de la tecnología agronómica en lo que va de siglo, utilizando como índice el número de Ingenieros Agrónomos en relación con el número de agricultores.

Este índice es de uno por 10.000 en 1917, 1,2 en 1955 y 16,7 en 1980. La cifra resulta seguramente exagerada por la disminución del número de agricultores que ha ido desde 1 por cada cinco habitantes en 1919, a 1 por cada quince en 1980.

Dentro de la modificación de la capacidad productiva de la tierra está la implantación de nuevos regadíos, la obra de mayor interés y rendimiento dada la escasa y anómala distribución de la pluviometría en muchas regiones españolas. En la redistribución de la tierra, las actuaciones más importantes son las de la Reforma Agraria y la Concentración Parcelaria. Dejando a un lado la Reforma Agraria con su importante componente política, los trabajos de Concentración Parcelaria, encomendados actualmente al Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), se iniciaron en 1952 con el fin de asegurar un coto redondo a cada propietario, aumentar el tamaño de las parcelas para hacer más económico su cultivo y dar accesos y comunicación a las nuevas parcelas. Pues bien, para 1981 se había solicitado la concentración de millón y medio de hectáreas, estaban en marcha los trabajos en otras 900.000 y se habían finalizado en 5.200.000 hectáreas.

En el campo de la lucha contra enfermedades y plagas son muchos los éxitos conseguidos, desde la introducción de patrones resistentes a la filoxera de la vid. Asimismo el cultivo de la caña de azúcar en la zona de Málaga se salvó de la desaparición por los ataques virales gracias a la introducción de las variedades de caña POJ cuya

resistencia al virus del mosaico procedía de cruzamientos con cañas silvestres, especialmente Saccharum spontaneum.

No se puede hablar de lucha contra enfermedades y plagas en España sin mencionar al Académico, Profesor e Ingeniero Agrónomo Miguel Benlloch. El fue el que formó el Inventario Fitopatológico Nacional y creó un servicio de consultas que ya ha sobrepasado con creces la cifra de las 10.000.

Personal cualificado lo tenemos, así, llanamente, sin triunfalismos, y titulados Ingenieros Agrónomos y de Montes, veterinarios, biólogos, químicos, matemáticos y farmacéuticos se han formado para conseguir resultados en investigación agraria a poco que se les facilite la labor en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en las Universidades o en empresas privadas. La planificación nos ha fallado en muchas ocasiones, unas veces por falta de coordinación entre distintas agencias, otras por motivos políticos y otras por un exceso de burocratización que, como afirma Borlaugh, premio Nobel de la Paz y artífice de la Revolución Verde, está ahogando la investigación en muchos países. Creo que la planificación debe hacerse por el Ministerio de Agricultura con intervención de los propios agricultores, que propondrían que se les resuelvan problemas. El mayor fallo de la investigación está en la financiación, ya que todo programa necesita de un nivel mínimo de fondos para que sea rentable, por debajo del cual es ineficaz, y hay que confesar que los presupuestos para investigación son escasísimos en nuestro país.

Miguel Odriozola

Ingeniero Agrónomo e investigador en el campo de la Zootecnia y, ocasionalmente, en el de la Mejora Genética Vegetal. Nacido en Vitoria, el 10 de diciembre de 1903, terminó su carrera de Ingeniero Agrónomo y se licenció en Derecho en el año 1928.

Comenzó su formación de postgraduado, pensionado por la Misión Biológica de Galicia, en la School of Agriculture de Cambridge en 1929, especializándose en alimentación animal. A finales de 1929 pasó al Rowett Research Institute donde estudió Bioquímica y Metabolismo animal, enfocado este último sobre todo al ganado porcino. En los años 1930 y 1931 volvió a la School of Agriculture de Cambridge y trabajó allí en el Departamento de Calorimetría.

La segunda etapa de su especialización, de 1931 a 1933, tuvo lugar en Alemania en el Institut für Fütterungstechnik de Tachechnitz y en el Tyerphysiologisches Institut de la Landwirtschaftliche Hochschule de Berlin, estudiando calorimetría, digestibilidad y nutrición mineral.

En 1933 realizó uno de sus trabajos más importantes, el de la piara cerrada de la raza Large White que estableció en la Misión con la idea de proveer de reproductores Large White a Galicia y, en la medida posible, a toda España.

Desde 1966 hasta su jubilación en 1973 fue Catedrático de la E.T.S.I.A. de Madrid impartiendo la asignatura de «Fisiogenética animal» y me atrevería a afirmar que fue uno de los pocos docentes capaces de explicar esta materia.

Carlos Benito

«LA INGENIERIA DE LA CONSTRUCCION CIVIL: EDUARDO TORROJA»

CARLOS BENITO. Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. En 1961 fue nombrado Director del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción, Catedrático desde 1955 de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, de la que fue director, así como del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Es presidente del Consejo de Obras Públicas y Urbanismo.

En primer lugar vamos a ocuparnos de las Obras Hidráulicas tomando como referencia los canales de conducción de agua para el abastecimiento de poblaciones o para el riego, y las presas de embalse. La necesidad de almacenar el agua de lluvia para riego y para el abastecimiento de poblaciones, ha desarrollado de antiguo una técnica propia de construcción de presas de embalse y de canales de distribución. Según el Inventario de Presas Españolas, en 1900 había en explotación 57 presas, la mayoría de mampostería y el resto, de tierra. Su altura estaba entre los 10 y 20 metros, aunque una tercera parte superaba esta última cota y se alcanzaban los 50 metros en la Presa del Villar, en el río Lozoya y los 69 metros en la Presa de Puentes en el río Guadalentín. Algunas, además de atender al riego o al abastecimiento, servían para la producción de energía eléctrica. Conviene recordar que aunque la primera central eléctrica española, instalada en 1875, funcionaba con un motor de gas, en 1900, sólo 25 años más tarde, había 800 centrales en explotación, de las que más de 300, cerca del 40%, utilizaban energía hidráulica.

Los puertos, a comienzos de 1900 y durante bastantes años fueron los lazos de unión entre los transportes terrestres y marítimos.

Los actuales puertos comerciales ya estaban en funcionamiento al empezar este siglo y algunos con varios miles de años a sus espaldas. La importancia de sus instalaciones: diques de abrigo, muelles, astilleros, etc. era consecuencia directa del grado de desarrollo de la industria y del comercio locales.

Las carreteras a finales del siglo pasado eran unos caminos de tierra afirmada en algunas partes de mayor tráfico con piedra partida y apisonada, que servían para facilitar en su inmensa mayoría la circulación de vehículos de tracción animal. Las carreteras españolas en 1900 podían agruparse, fundamentalmente, en dos categorías. Las de primer orden que enlazaban Madrid con las capitales de provincia y puntos importantes del

litoral o de las fronteras, de las que había unos 7.000 kilómetros; y las de segundo orden, que servían para unir dos capitales de provincia o enlazar una estación de ferrocarril con una carretera de primer orden; su longitud superaba los 9.000 kilómetros.

El panorama ofrecido por nuestra red ferroviaria en aquellos años, es totalmente distinto. Las grandes arterias, que son las mismas que funcionan en la actualidad, respondían, igual que sucedía con las carreteras, a una red de estructura radial. Eran y siguen siendo las que partiendo de Madrid, se dirigían a las fronteras y a los puertos, aunque durante su recorrido, cambiara algunas veces la Compañía concesionaria.

Cerramos así esta ojeada al comienzo del siglo actual, que ha de servirnos de punto de partida para destacar la evolución seguida desde entonces hasta nuestros días por las construcciones civiles. Su desarrollo depende, en líneas generales, de tres factores importantes: del nivel de los conocimientos técnicos relacionados con este tipo de construcciones; de la situación económica del país en cada época y por último, y con parecida importancia, de nuestras relaciones con el exterior.

La colaboración internacional en los años 50 resulta muy fructífera para el intercambio de conocimientos y es época en la que se observa un importante desarrollo en diversas especialidades de la ingeniería civil, y muy especialmente en las Mecánicas del Suelo y de las Rocas, cuyos primeros pasos se habían dado entre los años 30 y 40. La situación económica en España cambia al firmarse en 1953 el Convenio de Bases con los Estados Unidos de Norteamérica en que, entre otras, se estipula una ayuda técnica por la que se facilita a los especialistas españoles la posibilidad de estudiar las realizaciones americanas y en particular las de carreteras y obras hidráulicas.

Eduardo Torroja

La evolución de la técnica española de la Construcción Civil, entre los años 20 y 60, especialmente en el campo de las estructuras metálicas y del hormigón armado o pretensado, estuvo marcada por la personalidad creadora del Profesor Eduardo Torroja. Nace en Madrid en 1899, acabó brillantemente su carrera de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en enero de 1923. Su destacada actuación como alumno de la Escuela hizo que se fijara en él José Eugenio Ribera, Profesor de la asignatura «Puentes de Fábrica» y Director aquellos años de la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles, en la que empezó a ejercer su profesión.

En 1935 consigue dos de los mayores triunfos de su vida: los proyectos de las cubiertas del Frontón Recoletos y de los graderíos del Hipódromo de La Zarzuela. Como investigador cubrió los dos campos clásicos: el teórico y el experimental. La experimentación sobre el conocimiento de los materiales y de las estructuras la realiza como Director del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción del Ministerio de Obras Públicas y como Director del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento que desde su muerte lleva su nombre.

José Warleta

«LA INGENIERIA AERONAUTICA: JUAN DE LA CIERVA»

WARLETA CARRILO. Doctor Ingeniero Aeronáutico. Trabajó en la empresa Construcciones Aeronáuticas, S. A., para pasar después al Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas (INTA) donde fue Jefe de la Sección de Duración y Comportamiento, responsable de los ensayos de aviones en Fase III, encargado de las actividades de Fiabilidad y Calidad en el Instituto, Jefe de la Sección de Experimentación en Vuelo y en 1982 es nombrado Director del Departamento de Aerodinámica y Navegabilidad del citado INTA.

Hablar de la ingeniería aeronáutica en el siglo XX supone una limitación muy ligera, ya que el primer vuelo de un aeroplano tuvo lugar en 1903 y los primeros dirigibles relativamente maduros aparecieron en el primer decenio de este siglo. No obstante, la aerostación había aparecido ya en el siglo de las luces.

Nueve años después de aquellos históricos eventos, aparece el primer globo construido en España de que tengamos noticias. En noviembre de 1792 se realizaron en Segovia las primeras experiencias de un globo cautivo específicamente destinado a la observación militar. Los constructores y experimentadores de este aerostato fueron los oficiales del Real Colegio de Artillería bajo la dirección del capitán don Luis Proust.

Aunque la idea de dotar a los aerostatos de medios de propulsión y de mando para poder desplazarse con ellos a voluntad del aeronauta, librándose de la esclavitud del viento, estuvo presente desde la invención del globo, su realización presentaba problemas importantes. En 1884, los franceses Renard y Krebs consiguieron realizar un vuelo con regreso al punto de partida (demostración de cierto grado de dirigibilidad) con su aerostato «La France» de envuelta fusiforme dotado de un motor eléctrico y una hélice.

En 1897 apareció en Alemania el primer dirigible de envuelta rígida (Schwarz), cuya forma exterior no dependía de la presión del gas sustentador. El conde Ferdinand von Zeppelin hizo volar en 1900 su primer modelo rígido, que suponía un enorme avance. Por su parte, los franceses comenzaron, a partir de 1902, a lanzar diferentes tipos de dirigibles semirrígidos (Lebaudy) o flexibles (Astra y otros) con ciertos visos ya de aplicación práctica.

La construcción del primer dirigible sistema Torres se inició a mediados de 1905 en los talleres del Parque de Aerostación de Guadalajara, siendo ayudado el inventor por el capitán de Ingenieros don Alfredo Kindelnán.

En 1910, Samaniego trabajó con Astra en el proyecto del segundo dirigible Torres, llamado Astra-Torres No. 1, que tenía una capacidad de 1.600 metros cúbicos e iba propulsado por un motor Chenu de 55 CV. En los primeros meses de 1911, la aeronave fue ensayada con gran éxito. Poco después ganó la Copa Deperdussin y el 14 de julio de aquel año participó en la revista militar de Longchamp. En España jamás se volvería a construir un dirigible del sistema Torres Quevedo. Por el contrario, las marinas de guerra de Francia y Gran Bretaña utilizaron durante la Primera Guerra Mundial gran cantidad de ellos (unos veinte los franceses y más de cincuenta los británicos) en servicios de patrulla sobre el mar, acompañamiento de convoyes y lucha antisubmarina.

En el último decenio del siglo XIX, el alemán Otto Lilienthal logró realizar vuelos en forma sistemática con sus planeadores. Muerto en accidente en 1896, su obra fue continuada por el británico Pilcher (que también se mató) y el franco-norteamericano Chanute. Entre 1900 y 1902, los hermanos norteamericanos Wilbur y Orville Wright ensayaron planeadores a los que genialmente dotaron de mando lateral por alabeo de las alas. Este fue el camino hacia los históricos vuelos del 17 de diciembre de 1903 con el primer aeroplano con motor que fue realmente controlable. Mientras tanto, la aviación con motor había hecho progresos considerables y era sensación mundial.

En julio de 1909 Blériot cruzó en vuelo el Canal de la Mancha y, en agosto, los aparatos concurrentes a la Semana de Aviación de Reims lograron marcas relevantes en velocidad (77 km/h), altura (155 m), duración (3 horas 5 minutos) y distancia (180 km en circuito cerrado).

En cuanto a la trayectoria de la ingeniería aeronáutica española desde el fin de la primera guerra mundial, hay que referirse al Laboratorio Aerodinámico de Aviación Militar, establecido en Cuatro Vientos por encargo hecho en 1918 al comandante de ingenieros Emilio Herrera; la creación en 1928 de la Escuela Superior Aerotécnica, la fabricación de prototipos, la participación en los programas espaciales europeos, así como la colaboración tecnológica con otros países.

Juan de la Cierva

Juan de la Cierva Codorníu nació en Murcia el 21 de septiembre de 1895. Siendo estudiante de ingeniería de Caminos (1911-12) construye con sus amigos Barcala y Díaz, en la carpintería del padre de este último, un biplano con motor Gnome de 50 CU, probablemente el primer aeroplano proyectado y construido por españoles que voló bien durante un período sustancial. Tras un fracaso con un trimotor que fabrica en 1918, Juan de la Cierva investiga en la posibilidad de obtener un sistema de alas que se moviera en relación a la estructura de la aeronave y mantuviera este movimiento sin necesidad de recibir energía del motor. El «nuevo aparato de aviación», que registra De la Cierva en 1923 con el nombre de autogiro, fue mejorado en sucesivos modelos y exportado a Inglaterra en 1926. Su último logro fue el principio de despegue por salto, que ya expuso el inventor en Roma en 1929.

«LA INGENIERIA ESPAÑOLA EN EL SIGLO XX»

Finalizan el ciclo Eduardo Alastrué, Rodolfo Urbistondo y Gregorio Millán

FUNDACIÓN JUAN MARCH
REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES
CURSOS UNIVERSITARIOS 1983/1984

La ingeniería española en el siglo XX

NOVIEMBRE 1983

Martes, 8
GREGORIO MILLÁN: «Un siglo de ingeniería española: Esteban Terradas»

Jueves, 10
ENRIQUE SÁNCHEZ-MONGE: «La ingeniería agronómica: Miguel Odriozola»

Martes, 15
CARLOS BENITO: «La ingeniería de la construcción civil: Eduardo Torroja»

Jueves, 17
JOSÉ WARLETA: «La ingeniería aeronáutica: Juan de la Cierva»

Martes, 22
EDUARDO ALASTRUÉ: «La ingeniería minera y geológica: Lucas Mallada»

Jueves, 24
RODOLFO URBISTONDO: «La ingeniería hidráulica: Manuel Lorenzo Pardo»

Martes, 29
GREGORIO MILLÁN: «Las tecnologías del futuro: Leonardo Torres Quevedo»

Presentaciones: CARLOS SÁNCHEZ DEL RÍO

Dedicado a distintas ramas de la Ingeniería se celebró del 8 al 29 de noviembre pasado el curso universitario que, bajo el título *La Ingeniería española en el siglo XX*, congregó a los profesores **Enrique Sánchez-Monge**, que habló sobre *La ingeniería agronómica: Miguel Odriozola*, **Carlos Benito**, que lo hizo sobre *La ingeniería de la construcción civil: Eduardo Torroja*, **José Warleta** que dictó su conferencia sobre *La ingeniería aeronáutica: Juan de la Cierva*, y **Gregorio Millán** que abriría el ciclo con una introducción general titulada *Un siglo de Ingeniería española: Esteban Terradas*, de las que ofrecíamos un resumen en el Boletín de Enero.

Un extracto de las tres últimas conferencias de este ciclo organizado por la Fundación Juan March y la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, se incluye a continuación. Estas conferencias fueron dictadas por los profesores **Eduardo Alastrué**, que habló sobre *La ingeniería minera y geológica: Lucas Mallada*, **Rodolfo Urbistondo**, que lo hizo sobre *La ingeniería hidráulica: Manuel Lorenzo Pardo*, además de **Gregorio Millán** que intervino para cerrar el ciclo con el título *Las tecnologías del futuro: Leonardo Torres Quevedo.*

Las conferencias fueron presentadas por el Catedrático de Física Atómica y Nuclear **Carlos Sánchez del Río**, académico y consejero de la Junta de Energía Nuclear. Zaragozano de 59 años el profesor Sánchez del Río, doctor en Ciencias Físicas, fue presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Director general de Política Científica. Fue también secretario del Departamento de Física de la Fundación Juan March y miembro de la Comisión Asesora desde el 1 de enero de 1981 a igual fecha de 1984, como se informa en este mismo Boletín.

Eduardo Alastrué:

«LA INGENIERIA MINERA Y GEOLOGICA: LUCAS MALLADA»

EDUARDO ALASTRUE CASTILLO es Catedrático de Geología, materia que ha enseñado en las Facultades de Ciencias de Zaragoza y Sevilla, y catedrático de Geodinámica Externa de la Universidad Complutense de Madrid. Ha sido vocal de la Junta General Calificadora para la obtención del Título de Doctor-Ingeniero, Jefe de la Sección de Geomorfología del Instituto ***Lucas Mallada****, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Secretario del Departamento de Geología de la Fundación Juan March.*

A los Ingenieros de Minas les correspondió, por disposición de los Gobiernos de una época que casi coincide con la fundación de su carrera, hacerse cargo de una actividad que, ya entonces, se apuntaba como fundamental: la investigación geológica. En España como en otras naciones, a todo lo largo del siglo XVIII y, sobre todo, en el período de la Ilustración, se habían dado precursores de las ciencias geológicas, tales como Bowles, el P. Torrubia, Feijóo, Cavanilles; eran principalmente, naturalistas, en cuyas obras se recogen observaciones y datos de interés geológico.

La Geología a partir de 1830 alcanza personalidad de ciencia independiente, al publicarse los «Principios de geología» de Lyell. D. Fausto de Elhúyar comprendió, en el primer cuarto del siglo pasado, el papel básico de la Geología en la formación de los Ingenieros de Minas. En 1889 Fernández de Castro pudo ver realizado su primer gran objetivo: la publicación del Mapa Geológico de España a escala 1:400.000.

Promovida y alentada por Fernández de Castro, nuestra Geología, en breve tiempo, obtuvo un alto nivel, comparable al de las naciones más adelantadas. Puede llamarse sin hipérbole, a la época que va de 1873 a la muerte de Castro, en 1895, una edad de oro de la Geología española. Nadie la ha definido y exaltado mejor que el que fue su máximo protagonista, don Lucas Mallada; en su magnífico discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias, que versó sobre «Progresos de la Geología española en el siglo XIX».

Con el «Instituto Geológico de España» se inicia una etapa de intensa dedicación a la minería, que traerá como consecuencia importantes descubrimientos, de gran repercusión en la industria nacional.

Después del paréntesis impuesto por nuestra guerra civil el Instituto Geológico se organiza rápidamente. Sin embargo, nuestra difícil situación económica en la post-guerra y la escasa atención del Estado hacia las investigaciones geológicas y mineras, trajeron como consecuencia una cierta crisis de sus actividades, que pronto se vio corregida, a partir del Primer Plan de Desarrollo Económico y Social de 1964.

La labor que en el campo de la Geología se lleva a cabo, en estos últimos años, es asombrosa.

A los trabajos cartográficos se añaden estudios regionales, previos a la confección de las Hojas 1:50.000. Otra actividad reciente es la de catalogar puntos singulares de interés geológico o minero, bien para protegerlos de cualquier depredación, o para darlos a conocer con una finalidad cultural.

La minería española tiene sus orígenes en tiempos muy remotos, anteriores a la dominación romana. Esa antigüedad basta para confirmar que nuestro país era considerado, desde siempre, como muy rico en sustancias minerales. No es extraño, pues, que en el siglo XVIII procurase organizar los estudios relativos a la minería. En 1777 se crea la Escuela de Minería de Almadén, considerada como la predecesora de la Escuela de Ingenieros de Madrid.

Hacia el primer tercio del pasado siglo comienzan a producirse descubrimientos de nuevos criaderos en España, como los de plomo, de la Sierra de Gádor, en 1825, los de los yacimientos plumbo-argentíferos de la Sierra Almagrera en 1838 y los de los filones de mineral de plata de Hiendelaencina en 1840. Estos hallazgos dieron lugar a una verdadera «fiebre minera».

El siglo XIX se caracteriza por una desordenada y destructora labor de rapiña en pequeñas minas por aventureros o por minúsculas empresas; por una inexplicable inhibición de las autoridades, que consienten tales desmanes o se limitan a dictar prescripciones que no se cumplen.

Desde este último cuarto del siglo pasado hasta bien entrado el actual, nuestra riqueza minera es, en parte, investigada y, en gran proporción, explotada por empresas extranjeras.

El Estado, ante la necesidad de fuertes y crecientes importaciones de minerales, cambia de política y en 1970 aprueba un Plan Nacional de la Minería, integrado en el III Plan de Desarrollo. Dentro de ese Plan figuraba, el Programa Nacional de Investigación Minera.

Sin embargo y con resultados, aparentemente halagüeños, el saldo de la balanza de pagos de la minería española es fuertemente negativo; en 1982, ha sobrepasado los 100.000 millones de pesetas. Influyen en esta situación los grandes aumentos del valor de las importaciones de diversos metales como el hierro, cobre, zinc, plomo y estaño.

LUCAS MALLADA

Lucas Mallada nació en Huesca, en octubre de 1841. Ingresa en la Escuela de Ingenieros de minas en 1860 y acaba su carrera de Ingeniero en 1866. En Madrid se incorpora a la Comisión del Mapa Geológico, y asume el mando de la Comisión, en 1873.

Mallada aporta de 1880-90 las memorias provinciales de Cáceres, Huesca, Córdoba, Navarra, Jaén y Tarragona; es una espléndida contribución, que revela ya, y confirma, su talento y a la vez sus incalculables energías.

Esta es también la época en que, con tremendo vigor, irrumpe en el campo socio-político con un conjunto de polémicos escritos que culmina en su famosa obra «Los males de la Patria», publicada en 1890.

Rodolfo Urbistondo

«LA INGENIERIA HIDRAULICA: MANUEL LORENZO PARDO»

RODOLFO URBISTONDO es Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Presidente del Consejo Científico y Técnico de la International Water Supply Association, desde 1980.

Ingeniero en la Dirección General de Obras Hidráulicas, fue Miembro de la Comisión de Hidrología Continental y Científica, de la Comisión Española de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, y Jefe de la Sección de Planificación de la Dirección General de Obras Hidráulicas. Ha sido Vocal del Comité Nacional Español de la Conferencia Mundial de la Energía y Director General del Canal de Isabel II, así como Presidente del Comité Nacional Español de Grandes Presas, entre otras actividades.

Con el primer principio de la Carta Europea del Agua, adoptado por el Consejo de Europa en el año 1968 «NO HAY VIDA SIN AGUA» se quiso dar aldabonazo a la conciencia europea y mundial.

Salvo en la orla verde del Norte, España es un país seco, tanto por la clara insuficiencia de la cuantía media de las precipitaciones en algunas regiones, como por la irregularidad, anual e interanual, de las lluvias.

Al entrar España en la Edad Moderna, aparecen mentes preclaras que tratan de buscar remedios al ya patente retraso con que se está produciendo la evolución de nuestro país en relación con la de nuestros vecinos europeos. Pero fue, quizás, Joaquín Costa, el primero en postular con claridad la necesidad de una decidida acción estatal que mediante la construcción de presas y grandes canales de riego, permitiese promocionar el campo y devolver a nuestra agricultura niveles competitivos de rendimiento en los productos.

«Aprovechar hasta la última gota de agua». Este fue el reto que se lanzó a la sociedad española.

No debe, naturalmente, confundirse de modo estrictamente literal el comienzo de este siglo con el arranque de la moderna ingeniería hidráulica española, ya que, de modo esporádico, habían surgido algunas obras extraordinarias, como la del abastecimiento de aguas a Madrid por el Canal de Isabel II, en el año 1858, o, como el Canal de Aragón y Cataluña y el Canal de Urgel, cuyas construcciones se iniciaron en 1866 y en 1829.

El Plan de Canales y Pantanos del año 1902, constituye un intento de respuesta por parte del Gobierno a la demanda generalizada por una política hidráulica. Su orientación es marcadamente agrícola, de conformidad con la concepción original de la política así denominada, y constituye, en realidad, más que un Plan, un catálogo de pantanos y canales que, de algún modo, respondían a las aspiraciones regionales.

MANUEL LORENZO PARDO

Manuel Lorenzo Pardo nació el 5 de marzo de 1881, en Madrid. Ingresó, en el año 1898 en la Escuela de Ingenieros de Caminos, de Madrid, en la que terminó sus estudios en el año 1903. Después de un breve destino en la Jefatura de Barcelona, es trasladado en su condición de «aspirante» al Centro de Estudios de Aeronáutica, en Madrid, en el que colabora con el insigne Ingeniero Leonardo Torres Quevedo. En el año 1905, desempeña una breve comisión de servicio en el Canal de Aragón y Cataluña, y, finalmente, en 1906, es designado Ingeniero Segundo y destinado a la División Hidráulica del Ebro, en Zaragoza. Allí proyecta y dirige las obras del Embalse de Valbornedo, en la provincia de Logroño, al tiempo que comienza los primeros estudios sobre regulación en la cabecera del Ebro.

En 1926 es designado Director de la Confederación Hidrográfica del Ebro por el entonces Ministro de Fomento, y asimismo Ingeniero de Caminos, D. Rafael Benjumea, Conde de Guadalhorce, pionero en la construcción de aprovechamientos hidroeléctricos importantes en nuestro país como el «Salto del Chorro» en Málaga.

En 1931 y tras la llegada de la República, es depuesto fulminantemente y procesado por supuestas dilapidaciones de caudales, pero en 1932, el Ministro de Obras Públicas, Indalecio Prieto, le encarga la redacción de un Plan Nacional de Obras Hidráulicas y un año más tarde le designa Director del recién creado Centro de Estudios Hidrográficos. A finales de 1933, es designado Director General de Obras Hidráulicas.

Tres han sido, a mi juicio, los aspectos más relevanes de la actividad de Manuel Lorenzo Pardo como ingeniero hidráulico. En primer lugar Lorenzo Pardo comprende y predica la necesidad de la construcción de obras de regulación de los ríos.

El segundo relevante aspecto es, a mi juicio, su visión del aprovechamiento hidráulico integral de los ríos y, en consecuencia, de la necesidad del tratamiento unitario de una cuenca hidrográfica y de la conveniencia de que el planteamiento y desarrollo consiguiente de los planes de obras se confiasen a Organismos más ágiles en medios y autonomía que lo que, según su experiencia como ingeniero de la División Hidráulica del Ebro, cabía esperar de las estructuras técnico-administrativas existentes.

El tercero de los aspectos es el de iniciador y promotor de la planificación hidráulica a nivel nacional.

En el Centro de Estudios Hidrográficos surgió la oportunidad y los medios, para preparar por primera vez un Plan de obras hidráulicas, que respondiese verdaderamente a esta denominación.

Incorpora la información disponible en cuanto a suelos, climatología, pluviometría, hidrografía, y un estudio agronómico. Esta idea del trasvase al Sur-Este, suscitó las más enconadas controversias.

Gracias a este Centro de Estudios Hidrográficos, continuador del que en su día creó Lorenzo Pardo, pudieron ultimarse los estudios de viabilidad técnica y económica necesarios para poner en marcha esa gran obra que es el trasvase Tajo-Segura.

Gregorio Millán:

«LAS TECNOLOGIAS DEL FUTURO: LEONARDO TORRES QUEVEDO»

GREGORIO MILLAN. Ingeniero Aeronáutico en 1945 con el número uno de su promoción. Fue Catedrático de Aerodinámica Racional de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos y Director del Seminario de Mecánica de Fluidos anejo a su Cátedra.

De 1956 a 1961 fue Director General de Enseñanzas Técnicas en el Ministerio de Educación Nacional, período en el que llevó a cabo la reforma de las Enseñanzas Técnicas. Fue Director General de la Sociedad Española de Construcciones Babcock & C.A. y actualmente es Consultor de la Empresa de Ingeniería española SENER.

Durante siglos, el propósito de la construcción de ingenieros «autómatas» fue de naturaleza artística o para diversión o simplemente para impresionar, pero el desarrollo del maquinismo y de otras actividades recientes ha motivado fines utilitarios, los cuales ya fueron anticipados hace más de dos mil años por Aristóteles, en su tratado sobre la Política.

La expresión más reciente de esa milenaria aspiración y al mismo tiempo una de las más genuinas manifestaciones de las nuevas tecnologías de futuro es la «Robótica».

A diferencia de un autómata, un «robot» industrial es un «manipulador programable multifuncional, diseñado para mover material, piezas, herramientas o dispositivos especiales».

La robótica industrial es una tecnología muy reciente que combina la mecánica, junto con la electrónica.

La robótica industrial arranca de los trabajos del ingeniero norteamericano George Debol que a la terminación de la Guerra Mundial empezó a trabajar sobre el desarrollo de «una máquina industrial computarizada de aplicación general, cuyas funciones pueden variar de acuerdo con el programa almacenado en su memoria».

Los trabajos de Debol sirvieron de base al físico norteamericano Joseph F. Engelberger, considerado hoy como el padre de la robótica industrial, y fundador en 1958 de la primera compañía del mundo consagrada al diseño y fabricación de robots industriales.

La Unimation es el primer fabricante mundial de robots y la industria del automóvil se ha convertido en el primer cliente de este tipo de máquinas.

El motivo principal es el aumento de productividad del robot frente al hombre a causa del fuerte crecimiento de los salarios y cargas sociales que, en un país como los Estados Unidos, hace que el costo de un robot por hora de trabajo sea hoy la tercera o cuarta parte del de la mano de obra que sustituye.

Entre las nuevas tecnologías de la robótica futura, la más

compleja y difícil, al mismo tiempo que una de las más fecundas, es la identificación óptica de objetos, indispensables para muchas de las más avanzadas aplicaciones que se contemplan.

En España es tema que también está despertando notable interés en los medios científicos e industriales, donde existen varias cátedras, dos Centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, una Asociación Industrial y algunas publicaciones consagradas a estas materias.

El elemento nuevo que caracteriza la automatización moderna es la regulación y el control automático de los procesos, obtenidos mediante la técnica llamada de lazo cerrado o «feedback», cuya importancia para el funcionamiento y gobierno de sistemas complejos puso de manifiesto, a mediados de siglo, el célebre matemático norteamericano Norbert Wienner, creador de la «Cybernética», que alcanzó enorme popularidad por aquellas fechas.

Entre las realizaciones más espectaculares e importantes del desarrollo tecnológico se cuentan, por ejemplo, las estaciones espaciales en órbita de grandes dimensiones y equipadas para alojar tripulaciones renovables de varios astronautas durante permanencias prolongadas.

A partir de 1981 Estados Unidos puso en funcionamiento el llamado «Sistema de Transporte Espacial», cuyas astronaves «Shuttle», llamadas así por analogía con las lanzaderas de la industria textil, pueden colocar en órbita baja una carga útil de hasta 30 toneladas y regresar a la tierra para revisión y usos sucesivos.

La tendencia a sustituir al hombre por un robot en las misiones espaciales siempre que sea posible, hace que la robótica sea una parte esencial de la tecnología aeroespacial.

Otra dirección de desarrollo espacial es la de la investigación científica del espacio. En estos momentos, el proyecto más ambicioso en marcha es el llamado Telescopio Espacial de la NASA.

Por último, se encuentran las aplicaciones militares en los campos de las comunicaciones, observación y detección, así como en el de determinadas armas.

Pero la electrónica es, sin duda, la más genuina representación de la tecnología contemporánea, cuyo fomento y ordenación es un componente fundamental de los planes de desarrollo socioeconómicos de los países avanzados.

TORRES QUEVEDO

A primera vista podría sorprender que a las tecnologías del futuro se asocie el nombre de alguien que falleció hace casi medio siglo: Leonardo Torres Quevedo. Sin embargo, está bien justificado hacerlo por la naturaleza de las realizaciones técnicas en que plasmó su fecunda inventiva en la Aeronáutica, mediante los dirigibles semirígidos de su invención. Aportó el esfuerzo de su inventiva a los transbordadores teleféricos, cuyo uso para transportar personas era entonces una novedad. Quevedo consagró, sobre todo, lo mejor de su capacidad a la tecnología automática, cuya concepción y fundamentos desarrolló en un célebre trabajo titulado «Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones».