

LA ENSEÑANZA DE LA HIDRAULICA PROFESIONAL EN ESPAÑA

Por A. DEL AGUILA

Profesor de Obras Hidráulicas en la E. S. T. de I. de C. C. P.

A) Epocas anteriores a las Escuelas Técnicas.

No puede prescindirse en España de una referencia a las edades antigua y media, pues tenemos obras, instituciones y tratados que contienen enseñanzas, incluso con valor actual destacado.

En la edad moderna se crearon centros de enseñanzas científicas y técnicas que se ocuparon de la Hidráulica, como, en cierto aspecto, la Casa de la Contratación de Sevilla, la Academia de Ciencias que fundó en Madrid Felipe II (1583) y dirigió Herrera, y la de Ciencias Naturales, en Madrid desde 1657, y otra análoga en Barcelona.

La enseñanza estatal de la construcción nace a mediados del XVIII. En 1741 Felipe V fundó la Academia de Bellas Artes, cuya organización completó Fernando VI en 1757, denominándola Real Academia de las Nobles Artes de San Fernando. Además de sus fines artísticos esenciales, tuvo bajo su dependencia la Escuela de Arquitectura.

Es interesante recoger que desde el XVI las obras hidráulicas se agrupaban en tratados denominados de Arquitectura Hidráulica. Así, Labaña, Catedrático de la citada Academia Científica madrileña, compuso, hacia 1588, uno con este nombre, siendo el más famoso el de nuestro compatriota Belidor. (París, 1737-53), en cuatro voluminosos tomos. D. Benito Bails, Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando, publicó otro en 1790 (Madrid-Ibarra). Todavía en 1841, D. Celestino del Piélago, Teniente Coronel de Ingenieros, redactó una Introducción al estudio de la Arquitectura Hidráulica.

De la parte de edad moderna a que se refiere el presente epígrafe nos quedan obras hidráulicas muy importantes, y los planes y proyectos de otras aún más ambiciosas que no llegaron a realizarse.

B) Escuelas Técnicas.

1. *La Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos durante su primer siglo.* — El reinado constructor de Carlos III (1759-88) sometió sin duda a una prueba difícil las enseñanzas de la Escuela de Arquitectura. Los caminos, los canales y los

puertos presentaban problemas que no encajaban bien en el conjunto general de las Nobles Artes.

Fué probablemente la Hidráulica la más disonante. Carlos IV (1778-1808), que había vivido la construcción del Canal Imperial de Aragón y del Real de Tauste, conocía las enormes dificultades que pueden ofrecer esta clase de obras. El Conde de Sástago, sucesor del gran D. Ramón Pignatelli, Protector de aquéllas, nos las ha dado a conocer en su bella monografía de 1796.

Para poder dominarlas y evitar en lo sucesivo los errores técnicos y económicos en la construcción de caminos y canales que se habían señalado, por R. O. firmada en Aranjuez a 12 de junio de 1799, se estableció la Inspección General de Caminos, origen del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.

Tras una corta permanencia del Conde de Guzmán, ocupó la Inspección General nuestro compatriota D. Agustín de Betancourt, Ingeniero eminente, a cuya propuesta y para formar el personal preciso, se fundó la Escuela, que se abrió en noviembre de 1802.

La circunstancia de haberse producido en abril de ese mismo año la rotura de la presa de Puentes, cerca de Lerca (1), con sus desgraciadas consecuencias, hace suponer que la creación de la Escuela no fuera ajena a tal suceso.

Funcionó la Escuela hasta el 2 de mayo de 1808, y tras una breve reaparición de 1820 a 1822, continuó cerrada hasta su nueva y definitiva apertura en 1834.

No vamos a seguir al detalle la continuada revisión de su funcionamiento, planes, programas, métodos de estudio, exámenes, ingreso, duración de las enseñanzas, etc.

En todo momento se caracterizó por la elevada alcurnia técnica y científica de sus enseñanzas teóricas, simultaneadas con ejercicios prácticos y visitas a obras y fábricas, por la severidad de la disciplina escolar y por el designio de educar, además de enseñar, a sus alumnos.

De sus aulas salieron hombres eminentes, no

(1) Construida en 1785-91. Tenía 50 m. de altura y estaba cimentada sobre pilotes hincados en terreno de acarreo.

sólo en ingeniería, sino en Ciencias, Literatura, Historia, Hacienda, Gobierno de la Nación, Dirección de Empresas, etc.

En cuanto a las obras Hidráulicas, sus programas contenían la enseñanza de la Hidráulica teórica y práctica, Geología, Mecánica aplicada a las construcciones y las especiales de aquella clase de obras.

A título de ejemplo recogemos algunos datos del Reglamento de 1865. Con la Física se estudiaban las propiedades y aplicaciones principales de los flúidos, sobre todo: "Las que tienen relación con la Ciencia del Ingeniero."

La Mecánica aplicada a las construcciones comprendía, además de otras teóricas, "La aplicación de los principios generales de la Hidráulica al choque, resistencia y movimiento de los flúidos en cauces, vertederos y cañerías".

El ámbito de las Obras Hidráulicas lo señalaban los dos artículos de ese Reglamento que transcribimos a continuación:

"Art. 15. Las aplicaciones de la Hidráulica, tendrán por objeto:

"1.º La Hidráulica agrícola, dando a conocer los medios de reunir y tomar las aguas; los módulos para su medición; el trazado y construcción de los canales de riego, para conducirlos y distribuirlos según lo exijan las mejores prácticas y usos de la Agricultura.

"2.º El desecamiento de lagunas y terrenos pantanosos, examinando los sistemas seguidos en los grandes trabajos de esta especie que se han llevado a cabo en los países más adelantados.

"3.º El abastecimiento de aguas a las poblaciones, en el que se estudiarán los diversos objetos con que se puede tratar esta cuestión; las condiciones que en cada uno deben llevarse al efecto; la investigación, alumbramiento y reunión de las aguas; su toma, conducción y distribución, y, por último, las obras de desagüe, limpieza y saneamiento de las poblaciones.

"4.º Trabajos gráficos y prácticas."

"Art. 17. En la clase de Ríos y Canales de navegación se estudiarán:

"1.º Las principales circunstancias del movimiento del agua en los ríos, su régimen y la manera cómo puede ser más ventajosa y practicable en ellos la flotación y la navegación.

"2.º Las obras necesarias para el establecimiento, mejora y conservación permanente de la navegación por ríos corrientes de aguas naturales.

"3.º El trazado, ejecución y conservación de los canales de navegación y de las obras accesorias.

"4.º Las circunstancias que dan lugar al desbordamiento de los ríos y las inundaciones; los hechos y observaciones referentes a este particular, y los medios de disminuirlas y evitarlas.

"5.º Los trabajos gráficos y redacción de proyectos y prácticas."

En la Biblioteca de la Escuela de Caminos se conserva un cuaderno de notas tomadas por los alumnos de las lecciones de Mecánica aplicada y de Hidráulica del curso 1855-56. Contiene el "Resumen de la teoría hidráulica explicada en el curso de 1856 por el Ingeniero 1.º D.º E. Saavedra", que es modelo, como corresponde a tan eminente Maestro, de precisión y claridad.

Los apuntes terminan advirtiendo que el Ingeniero Hidráulico debe tener a la mano, además del Tratado de Hidráulica, de D'Aubuisson de Voisins (París, 1840), el de Dupuit, "Etude sur le mouvement des eaux courantes" y el de Boileau "Traité de la mesure des eaux courantes".

En el período a que venimos refiriendo fueron Profesores o Directores de la Escuela, Ingenieros que se distinguieron en trabajos hidráulicos: Betancourt, autor del Nuevo sistema de Navegación, presentado en el Instituto de Francia; Larramendi, García Otero, Subercase, Echegaray, D. Lucio del Valle, etc.

El siglo XIX a que venimos refiriendo, es principalmente de construcción de carreteras y ferrocarriles. No obstante, también se ejecutan algunas obras hidráulicas importantes, como las presas del Villar y la nueva de Puentes, a que nos referimos más adelante, el Canal de Castilla y otra de gran resonancia, el abastecimiento a Madrid con las aguas de Lozoya.

El 28 de junio de 1858 se inauguraron estas obras por Isabel II, quien con tal motivo condecoró y elogió efusivamente a D. Lucio del Valle.

2. *La enseñanza en la Escuela de Caminos en los tiempos recientes.* — La Escuela, durante su primer siglo, formó Ingenieros, principalmente para funcionarios de la Administración, en lo referente a las obras públicas, sin que se quiera decir que no actuaran algunos en las más variadas y elevadas funciones.

Al finalizar aquel período, los aprovechamientos hidráulicos y otras necesidades aconsejaron que los Ingenieros se orientaran al servicio particular, "contribuyendo, aunque en esfera más modesta, no menos importante, para la prosperidad y riqueza nacional" (1).

(1) M. Carderera: REVISTA DE O. P., junio 1899.

Para mejorar sus enseñanzas se crean en la Escuela laboratorios de alumnos. Siendo Director don Luis Gaztelu, Marqués de Echandía, se construyó el de Electro Mecánica. D. Vicente Machimbarrena, durante su fecunda y brillante dirección, amplía y perfecciona los laboratorios escolares, entre otras múltiples mejoras.

Explica la Hidráulica D. Pedro M. González Quijano (1924-40), autor de obras hidráulicas originales, de extensa cultura, brillante publicista, Académico de Ciencias.

Se amplían las enseñanzas a los Saltos de aguas que, con Presas, riegos y ríos tiene a su cargo don José Luis Gómez Navarro (1915-39), quien publica aquellas materias con gran amplitud, mereciendo honores y distinciones por su labor.

En el período de 1927-36, el laboratorio de Obras Hidráulicas se completa y amplía con equipos de aforo, limnigrafos, canales de vidrio, modelos, turbinas, etc., realizando incluso ensayos para los servicios de O. P. y empresas privadas.

Hacemos punto en el presente apartado registrando complacidos que nuestro compañero D. Enrique Becerril, titular de la Cátedra de Hidráulica desde 1940, ha publicado en 1960 un tratado de Hidromecánica, de avanzada técnica, valioso, entre otros fines, para la ejecución de las Obras Hidráulicas.

3. *Otras Escuelas Técnicas.* — Aunque con menos intensidad, en general, también se enseña la Hidráulica en otras Escuelas Técnicas: la de Agrónomos, creada en La Flamenca (Aranjuez) en 1855; Minas, en Almadén (1767); Montes (1848, en El Escorial); Industriales (1850), primero en Madrid y Barcelona y después también en Bilbao (1899), y las de Ingenieros militares (1803) y Naval.

C) Otras enseñanzas.

Nuestra tradicional aversión a publicar la labor realizada, dificulta su conocimiento. A conciencia, pues, de incurrir en omisiones, vamos a exponer algunas obras que encierran enseñanzas con un valor de actualidad.

1. *La presa de gravedad arqueada o presa española.* — Son aún hoy interesantes las presas españolas de fábrica de los siglos XIV y XVI. Como ya hemos indicado (1), resulta curioso que, tras el progreso técnico moderno varias de las más altas presas

(1) "Particularidades de las obras hidráulicas españolas". Congreso Luso-Español para el progreso de las Ciencias. Lisboa, 1950.

recientes sean de iguales tipos que las nuestras, nacidas por mera intuición de sus autores.

Las viejas presas españolas se han renovado brillantemente con otras recientes "más difíciles todavía", pues sirven de aliviaderos para grandes caudales; la de San Esteban, de 116 m. de altura, en el Sil, y en construcción, la de Aldeadávila, con altura y para caudales mayores.

2. *Presas de contrafuertes.* — La rancia estimación española por la presa resistente como bóveda, tiene su reiteración, para emplazamientos anchos, en la de contrafuertes, con pantalla igualmente abovedada.

Es también al parecer invención española este tipo de presa, del que se conservan en el país vasco ejemplares impecables de más de doscientos años.

Con la feliz circunstancia, además, de estar perfectamente documentadas por la publicación de su autor D. Pedro Bernardo Villarreal de Berriz. Madrid, 1736 (1), existente en nuestra Biblioteca Nacional.

Próximas a tales presas hemos construido, en el Zadorra y su afluente el Santa Engracia, sendas versiones modernas con contrafuertes de cabeza redonda y cerradas para protección térmica contra heladas intensas, que han mostrado su eficacia.

En este capítulo podemos incluir, en la sección de proyectos, el estudio de las presas de contrafuertes con pantalla abovedada, por D. Juan Manuel Zafra (1912), que conserva interés en varios aspectos.

3. *Presas de gravedad.* — En las presas de gravedad también ostenta España puestos destacados en la última mitad del siglo XIX y principios del XX.

La presa del Villar, de 55 m. de altura, proyectada en 1869 por Mora, Echegaray y Boix, terminada en 1878 para el abastecimiento de Madrid, puede considerarse precursora del perfil triangular (Castigliano, 1884), y es anterior a Levy (1895-1899).

La reconstruida de Puentes, de 71 m. de altura, proyectada en 1876 por los ingenieros de Caminos Ichaurrandieta, Martínez Campos y Pardo, y como la anterior, de mampostería, ostenta la marca universal de altura hasta 1914, que pasa a U.S.A. En 1916 el primer puesto europeo lo alcanza Tresp (106 m.), de ejecución canadiense, bajo las normas e inspección de la Administración española. Su planta, como las de las dos presas anteriores, es ligeramente curva.

(1) "Unas presas antiguas españolas de contrafuertes". A. del Aguila. Revista *Las Ciencias*. Madrid, año XIV, número 1.

4. *El triunfo sobre los yesos. (Canal Imperial de Aragón, siglo XVIII)*. — Con ser muy importante esta obra por sus dimensiones (unos 200 Km. de longitud y sección, de casi 20 m. de ancho de agua, por 2,70 de calado), habida cuenta de los medios y conocimientos de aquella época, es especialmente interesante la forma en que pudo dominarse la ejecución y el mantenimiento del canal en una amplia zona yesosa, sita hacia la mitad del recorrido proyectado.

Refiere el Conde de Sástago que se produjeron considerables ruinas e infinitas filtraciones, siendo espantosos los estragos y resultando infructuosas las reparaciones. "Me atreveré a decir que el quebranto en la salud que comenzó a padecer mi antecesor don Ramón Pignatelli (1) en los últimos años de su vida provino, sin duda alguna, de las grandes fatigas que se tomó para apurar los medios de evitar unos daños tan considerables que habían hecho extender la voz común de que ya era insuperable el paso del canal a los terrenos inferiores."

No obstante tan enormes dificultades, Sástago logró dominarlas con un sistema que podría ser aconsejable incluso ahora. Consistió en excavar

(1) Es famosa la energía y tenacidad de su carácter. Falleció en 1793.

ampliamente el terreno yesoso alrededor de la sección del canal y sustituirlo por un terraplén de arcilla, a modo de revestimiento y con espesores de 1,50 a cerca de 3 metros. "Dicho terraplén se hacía a capas muy delgadas, cilindrándose de continuo y regándose al mismo tiempo que se ponía cada capa."

Comprobada la eficacia de un tramo de ensayo, se continuó, con algunos perfeccionamientos, en el resto yesoso, alcanzándose un feliz éxito que hizo posible la continuación del canal.

5. *Las vocaciones*. — A las viejas ejecutorias que preceden podríamos añadir otras, tomándolas de nuestros antiguos regadíos, aleccionadores por su organización administrativa, el primoroso cultivo, el minúsculo partidor o tantos otros motivos.

Pero preferimos terminar esta nota con la visión de conjunto del considerable desarrollo actual de nuestras obras hidráulicas. Se construyen presas de todos los tipos, sistemas amplísimos de regadíos, abastecimiento para enormes poblaciones, saltos de agua de inmensas posibilidades de producción. El ritmo es, en todo, acelerado y afortunada la realización.

Séame permitido como Profesor que muestre mi satisfacción porque hayan prendido en nuestros jóvenes tantas vocaciones que quiera Dios seguir premiando con su protección.