

EL PROCESO DE FORMACION DE LA INGENIERIA CIVIL
LA CREACION DEL CUERPO Y ESCUELA DE INGENIEROS
DE CAMINOS

Pedro Gómez Portilla

Introducción

Desde que el hombre ha estado construyendo ha existido Ingeniería y, sin embargo, términos como ingeniería de caminos, ingeniería civil, militar, arquitectura... se han utilizado indistintamente para representar una misma actividad profesional, cuyo objetivo fundamental era la construcción de obras, dando lugar a polémicas reales en torno a su significación y aplicación, por su afinidad evidente en diferentes periodos históricos.

A pesar de la equívoca utilización de estos términos en la historia, representan en cualquier caso antecedentes de la moderna Ingeniería de Caminos. El "architector" griego o el "architectus" romano son precisamente los creadores de las grandes obras de ingeniería del mundo clásico (acueductos, puentes, calzadas...), de la misma forma que el "ingeniator" era el que entendía de la construcción de las ingeniosas fortificaciones de la época feudal.

Ya en el Renacimiento la ingeniería militar es reconocida como rama especializada de la profesión., diferenciada de la arquitectura. Las necesidades de origen militar conllevan que los constructores de obras empiecen a especializarse en puertos, canales y otras obras civiles y, amparados en nuevos conocimientos, provistos de nuevos materiales y apoyados en diferentes iniciativas públicas y privadas, potencien

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

una actividad profesional que en el último tercio del siglo XVIII se conocerá como Ingeniería Civil.

La posterior consolidación será paralela a la creciente especialización y progresiva formación profesional y científica, derivadas de la creación de cuerpos especializados que realzan la actividad profesional y las Escuelas de Ingeniería Civil impulsoras de vínculos más estrechos entre ciencia e ingeniería.

1. Del aprendizaje a la formación científica

Desde los primeros instantes en la construcción de obras civiles, el artista-arquitecto-ingeniero se ha manifestado como un artesano que se apoyaba en la experiencia y la intuición para sus diseños y sus obras (incluso para las grandes obras del mundo antiguo). Inmerso en las necesidades generadas por el transporte y la construcción urbana, el artesano había sido enseñado a través del aprendizaje continuo hasta llegar a alcanzar un elevado grado de maestría que le permitía manifestar su capacidad para afrontar los grandes retos constructivos.

La concepción de la ingeniería moderna difiere sensiblemente de esta representación del mundo antiguo por cuanto la intuición, la experiencia, el aprendizaje, para la definición de las formas y las dimensiones de las obras, son sustituidos por consideraciones teóricas, científicas y el oficio de los artesanos y maestros es sustituido por la cientificidad de los ingenieros y arquitectos, descansando fundamentalmente en el cálculo de los primeros y en la configuración de los segundos. La ingeniería moderna, si bien se mantiene en cierta medida como un arte, precisa apoyarse en ciertos principios científicos para adaptarse a la realidad de su tiempo con rigor y eficacia.

Los principios recogidos en "De Architectura" de Vitrubio, en "De re aedificatoria" de Alberti o en los cuadernos de notas de Leonardo da Vinci, fueron utilizados hasta el siglo XVIII por los maestros para poder realizar las obras. La experiencia acumulada en los ta-

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

lleres y gremios a través del tiempo da paso a los principios que la ciencia proporciona acorde con la renovación científica de los tiempos modernos.

La creciente interdependencia entre ciencia e ingeniería, con los cambios tecnológicos derivados de la Revolución Industrial, es determinante en la introducción de nuevos preceptos, reglas y axiomas para la ingeniería, todos ellos con una suficiente base científica. Las incipientes teorías de la estática y la resistencia de materiales acumuladas en periodos anteriores recientes, experimentan en el siglo XVIII una profunda transformación con la aplicación del conocimiento científico adquirido y el resultado de las investigaciones referidas a los procesos y problemas constructivos, y la estática de construcción se configura como una ciencia que sienta las bases de la moderna ingeniería de estructuras.

Para que todo ello sea posible se requiere de la existencia de un contexto apropiado, que viene dado por un lado por la exaltación de las obras públicas y por otro por la asimilación a la construcción de estas obras de los conocimientos adquiridos en diferentes instituciones científicas, orientadas a la formación especializada en la construcción y diseño de las obras civiles.

2. Los componentes de la transición a la ingeniería moderna

Hasta la Revolución Industrial la transición a la moderna ingeniería civil ha estado vinculada directamente a diversos acontecimientos localizados en el espacio y en el tiempo. Es un proceso de largo desarrollo, que empieza con la renovación urbana en la Italia renacentista, que progresa con la Revolución Francesa y que es asumido después de la Revolución por las gestas industriales y comerciales de Gran Bretaña en los siglos XVIII y XIX. Proceso que queda marcado por dos componentes fundamentales estrechamente interrelacionados entre sí:

- Una creciente especialización profesional.

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

- La concepción de la ingeniería como una disciplina académica integrada en el conocimiento científico.

Las necesidades militares y urbanas y los avances técnicos del Renacimiento contribuyen al reconocimiento de la ingeniería militar como rama especializada de la profesión, ya claramente diferenciada de la arquitectura y con un apoyo más directo en la topografía, la geometría descriptiva y la resistencia de materiales.

El absolutismo monárquico en la Francia del siglo XVIII lleva aparejada una sistematización en la construcción de obras públicas y en consecuencia una creciente división de intereses y especialización en las tareas a realizar, marcándose la distinción entre ingeniería militar e ingeniería civil. Así, al Corps du Génie o Cuerpo de Ingenieros del Ejército creado por Vauban en 1672 se añade con posterioridad el Corps des Ponts et Chaussées (1716), reforzando la concepción de obra civil y de ingeniería extendida al ordenamiento territorial y por encima de las necesidades exclusivamente militares.

La especialización requiere a su vez una mayor profesionalización de la ingeniería, con un adiestramiento sistemático de los ingenieros de obras públicas, que han de pugnar por la consecución de unos conocimientos más exactos y con un mayor rigor científico que conduzcan a nuevos diseños estructurales y a un mayor ahorro de materiales.

El reconocimiento de esta necesidad de profesionalización se plasma en la fundación de L'Ecole des Ponts et Chaussées en 1747, que es el primer centro profesional que impartió la ingeniería en el mundo moderno, convirtiéndose Francia de esta manera en el país pionero en la creación de instituciones científicas dirigidas a la formación de los ingenieros civiles.

La creación de L'Ecole no representa un hecho aislado y es preciso relacionarlo inmediatamente con la organización del aparato técnico en Francia y la preocupación por la asimilación del conocimiento cien-

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

tífico al ordenamiento territorial. Así se explica su relación con la Academia de Ciencias (1666), la Academia de Arquitectura (1671) o los cuerpos antes citados, con amplios vínculos entre ellos, de forma que muchos ingenieros del Cuerpo eran también miembros de las academias, y la creación con posterioridad de L'Ecole Polytechnique (1794) dirigida a la enseñanza en dos años de las ciencias básicas y a la formación preliminar antes de ser admitidos en las escuelas especiales.

El modelo francés fué implantado con profusión y en las primeras décadas del XIX se establecieron otras instituciones académicas en Europa, destacando las escuelas politécnicas de Praga (1806), Karlsruhe (1825), Viena...

En Gran Bretaña la orientación es diferente y frente a un modelo como el francés, preocupado por la formación y educación científica del ingeniero, se presenta una concepción en la que persisten los tradicionales métodos de enseñanza de la ingeniería, basados en la experiencia y el aprendizaje práctico, y hasta bien entrado el siglo XIX, los ingenieros británicos apoyaban la construcción de sus obras en la experiencia, el juicio y las reglas de la práctica profesional.

Esta concepción de la formación del ingeniero implica la ausencia de escuelas especializadas como las instituciones académicas francesas y la fundación, en contrapartida, de órganos y asociaciones de carácter profesional. A nivel de formación científica tan solo los Institutos de Mecánica podían tener un cierto grado de equivalencia con las Escuelas Técnicas francesas, quedando marginada hasta muy tarde la enseñanza específica de la ingeniería en centros docentes, hecho que no se produce hasta la creación de unas cátedras de ingeniería en la Universidad de Glasgow (1840) y en el University College de Londres (1841).

Inglaterra se ve sometida en el periodo 1750-1900 a un proceso de continuos cambios industriales y crecimiento de la población en las

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

ciudades y núcleos industriales y ello lleva aparejado un amplio abanico de construcciones que van desde las vías para las locomotoras de vapor a los nuevos conjuntos estructurales (puentes, fábricas, naves...) pasando por los sistemas de abastecimiento de agua y desagüe de las grandes ciudades. Esta presión contribuye a la exaltación del profesional del ingeniero británico, que no tiene el carácter de arquitecto o ingeniero en el sentido que lo habían tenido sus colegas italianos o franceses, asemejándose más al profesional que había surgido del taller o de la propia obra. El objetivo de este profesional, que había adquirido su formación con el trabajo cotidiano, era lograr que se le reconociese su categoría y cualificación y nada mejor para ello (aquí radica la principal aportación inglesa a la formación de la ingeniería civil) que un intento sistemático de conseguir que se reconozca su actividad profesional con la categoría concreta de ingeniero civil.

Esta estrategia se constata en un hecho significativo, cual es el que sea precisamente un inglés, John Smeaton, el primero en titularse "ingeniero civil" y el promotor de diferentes asociaciones como el Smeatonian Club (1777), convertido con posterioridad en el Institute of Civil Engineers (1828), destinados a conseguir este reconocimiento profesional. El papel preponderante de la empresa privada en Inglaterra, a diferencia del mayor carácter estatal de la obra pública en Francia, coadyuva en un más rápido desarrollo profesional de los ingenieros civiles, ya totalmente separados de los militares.

En Estados Unidos se adoptan similares esquemas a los ya planteados en Francia e Inglaterra aunque con evidente retraso con respecto a ellos en cuanto al avance formal de la formación científica. Es muy posterior la instauración de la disciplina en Harvard (1847) o Yale (1850) y la creación de instituciones para el desarrollo tecnológico:

Polytecnic Institute of Brooklyn (1854)

Cooper Union (1859)

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

- Institute of Technology of Massachussets (1861)

Paralelamente se consolidaba la cualificación profesional con la creación de la American Society of Civil Engineers (1852) en la línea de los planteamientos ingleses.

3. Las instituciones de la Ingeniería Civil en España

El proceso de formación y evolución de las Instituciones científicas relacionadas con la Ingeniería Civil en España se enmarca en el proceso general a nivel europeo y se adapta al proceso de desarrollo cultural del país. Es un proceso directamente relacionado con la aparición del estado liberal, una vez quebrado el poder absoluto y trasladada la construcción de obras públicas (antes obras reales) a la iniciativa y las compañías y capitales privados.

La España del siglo XVIII estaba poco abierta a influencias del exterior y el español que tenía ciertas inquietudes científicas debía aprender por cuenta propia o marcharse al extranjero. Se asiste a un desarrollo lento, con un progresivo interés por las ciencias humanas y las exactas y por la investigación en el campo de las ciencias naturales, pero el distanciamiento con una Europa en franca progresión científica y tecnológica era muy grande y no existía un ambiente socioeconómico y cultural apropiados para la exaltación del desarrollo científico.

En la Europa occidental se está gestando el proceso de transición a la moderna ingeniería civil y en España aún coexisten en el siglo XVIII tres especialidades de ingenieros relacionados con las obras públicas:

- Los militares que se ocupan de las fortificaciones
- Los de minas
- Los arquitectos que se ocupaban de la construcción de puentes, puertos y canales.

Al no existir centros docentes de formación científica se mante-

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

nía el tipo tradicional de formación consistente en la transmisión de la experiencia adquirida en trabajos realizados con anterioridad (en la línea inglesa).

Las necesidades de transporte en España son muy importantes y las comunicaciones con el interior están poco desarrolladas, con una infraestructura terrestre que se apoya en las antiguas calzadas romanas y claramente inadecuada a la realidad del país. La política de obras públicas emprendida en la parte final del siglo requiere de elementos innovadores que contribuyan a resolver las disfuncionalidades existentes en la construcción de obras:

- Una mayor profesionalización en el proceso de construcción de Obras Públicas.
- Aplicación de los avances tecnológicos y científicos imperantes en la Europa occidental.

El modelo a seguir en España será similar al francés y la formación de la moderna ingeniería civil se va a apoyar en dos bastiones fundamentales: el Cuerpo de Ingenieros y la Escuela de Ingenieros de Caminos. La trayectoria es discontinua y han de superarse numerosas dificultades generadas por la situación política, como puede comprobarse en el esquema cronológico que se presenta a continuación en relación a la evolución de ambas instituciones en el periodo de transición a la moderna ingeniería civil.

Cronología Básica

- 1780 Por R.O. se crea la Dirección y la Inspección de Caminos, Puentes, Obras Hidráulicas y Canales.
- 1784 Agustín de Betancourt marcha a París para mejorar su formación y cursa sus estudios en L'Ecole des Ponts.
- 1791 La Dirección e Inspección de Caminos se fusionan en la Dirección de Academias Militares y Servicio de Fortificaciones.
- 1799 Creación de una Inspección General de Caminos independiente.

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

- Constitución del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.
- 1802 Creación, por D. Agustín de Betancourt, de la Escuela de Ingenieros de Caminos, que se instaló en el Palacio del Buen Retiro.
- 1808 La Escuela fué destruida por la metralla francesa.
- 1814 Fueron disueltos el Cuerpo y la Escuela de Caminos por Fernando VII.
- 1834 Se abre la Escuela de forma definitiva y se crea el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- 1836 Primer Reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Caminos y de la Escuela.
- 1853 Comienza a editarse la Revista de Obras Públicas.
- 1886 Real Decreto creando la Escuela General preparatoria de Ingenieros y Arquitectos (renovación de la que existió entre 1848 y 1855).
- 1892 Real Decreto suprimiendo la Escuela General.
- 1926 Concesión de la Autonomía Universitaria para la Escuela de Caminos.
- 1957 Pasó a denominarse Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Desaparece el vínculo con el Ministerio de Obras Públicas y se pierde casi totalmente la autonomía.

2.1. El origen del Cuerpo de Ingenieros de Caminos

El origen del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos institución que enmarcará la actividad profesional de los ingenieros civiles en España, se sitúa en el cambio de siglo, con la Real Orden de 12 de junio de 1799 dada por Carlos IV en Aranjuez, por la que se crea la Inspección General de Caminos, que será el verdadero órgano corporativo aún cuando inicialmente no figure con ese nombre.

El objetivo del Cuerpo se expresa por las especificaciones de la Real Orden¹:

" conseguir que se planteen bien los proyectos relativos al tra-

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

bajo y alineación de caminos, canales y las obras de mampostería, puentes y demás del servicio..."

Se trata de asegurar una correcta definición de las obras a realizar así como una ejecución más acorde con las exigencias del servicio. No es solamente un intento corporativista de lograr un reconocimiento profesional, sino que lleva implícito además el logro de una progresiva formación y un mayor grado de cualificación, en el marco de una estrecha relación con la Escuela que se creará un poco más tarde (1802).

La definición científica y profesional de los componentes del Cuerpo viene dada por la exigencia de cualificación observada en la Real Orden¹:

"... deberán ser sujetos instruidos en Matemáticas, ejercitados en Astronomía y Geometría Práctica y uso de instrumentos, particularmente en las ramas de arquitectura civil e hidráulica, además de mucho ingenio y cualidades."

Se constata la exigencia de una formación práctica y de una experiencia, pero lejos de la formación científica (conocimiento de las teorías de estática y resistencia de materiales) que en estos momentos incorporan los ingenieros de L'Ecole francesa.

La evolución del Cuerpo, que será considerado como tal con este nombre en 1835, estará en todo momento ligada a la Escuela, que será el verdadero elemento impulsor de la actividad profesional. Sus componentes estarán consagrados durante mucho tiempo a la realización de obras y construcciones de carácter estatal.

2.2. La creación de la Escuela de Caminos

La relación entre Cuerpo y Escuela la establece precisamente un miembro de aquel³ y a la vez fundador de ésta, D. Agustín de Betancourt quien dirigió la Escuela durante el periodo más conflictivo (1802-1834). Tanto la trayectoria del Cuerpo como de la Escuela van a estar ligadas

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

en sus inicios a la de Betancourt, figura científica de gran talla formada en la Escuela de Artes de San Fernando en sus inicios, para consolidarse en Francia a donde marcha en 1784, becado por el Ministerio de Indias para mejorar su labor científica docente y práctica.

Paris es a finales del siglo XVIII el centro mundial de la ciencia y la técnica y l'Ecole des Ponts et Chaussées la institución científica de mayor realce en la formación de los ingenieros de obras civiles. Betancourt, que estudió en l'Ecole, creó con posterioridad la Escuela española inspirada en la francesa de Perronet. Esta influencia francesa se palpa inmediatamente en su programa docente, reducido a dos años por necesidades de personal en la Administración⁴, y que recoge algunas de las enseñanzas teóricas de especial vigencia en el contexto europeo preformando la línea futura del profesional de la ingeniería civil (Mecánica, Hidráulica, Geometría Descriptiva y Dibujo, Materiales y Maquinaria de Construcción y Obras en ríos, conducciones de agua, caminos y canales de navegación y riego).

El Reglamento de la Escuela que es el que la define como Institución científica se modifica en diferentes ocasiones y el contenido científico de la disciplina profesional se transforma sucesivamente adecuándose a la realidad del conocimiento en la ingeniería europea y a las exigencias de las obras públicas en el país. La incorporación en 1838 de algunas materias básicas como el Cálculo Diferencial e Integral, Geodesia, Física y Química, consolida el carácter teórico y científico del cuerpo docente, superando la mera enseñanza tradicional de transmisión de experiencias que se había seguido con anterioridad a la creación de la Escuela.

A algunas de las ciencias básicas, que contienen principios generales que pueden acomodarse a diversas disciplinas, se les da una orientación específica de aplicación directa a la construcción de obras públicas, para evitar los grandes vacíos en la formación del ingeniero

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

que podían producirse con una preparación general básica preliminar en una Escuela Especial (como se pretendió en diferentes ocasiones).

Un hito singular en la evolución de la Escuela se produce con la Revolución de 1868 que cambia profundamente el régimen interno, desdoblando el objetivo inicial de formar a los componentes del Cuerpo Nacional de Caminos añadiéndole otro, consistente en comprobar los conocimientos de los que pretendan obtener el título profesional de Ingeniero de Caminos para ejercer en la empresa privada. Es en estos momentos cuando la ingeniería civil alcanza su "status" en España al superar el vínculo unitario con el Estado para emprender una nueva relación con empresas constructoras y concesionarias de obras públicas (principalmente las ferroviarias) y otras empresas industriales. El reconocimiento de la categoría profesional alcanza en estos momentos sus más amplios contenidos jugando la Institución-Escuela un papel relevante al marcar la formación científica de estos profesionales.

El reconocimiento de la Escuela como Institución científica al servicio de la sociedad española se logra con la concesión en 1926 de la autonomía que, al mismo tiempo que le da personalidad jurídica y ensancha su campo de actuación, reconoce su gran altura científica y su evolución acorde con la que se está operando en otros países en las enseñanzas técnicas. Hasta 1957 en que se adscribe al Ministerio de Educación, cambiando su nombre por el de Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y perdiendo su autonomía se convierte en un importante foco científico y cultural de amplia influencia en el espectro social. La Revista de Obras Públicas creada en 1853 será el órgano de difusión de los contenidos de la moderna ingeniería civil, elaborados en el marco de colaboración de las dos instituciones Escuela y Cuerpo, a los que debe la configuración profesional actual del Ingeniero de Caminos español.

El cuerpo de Ingenieros de Caminos

NOTAS

1. Real Orden de 12 de junio de 1799. Artículo 9^o.
 2. *Ibid.*
 3. Agustín de Betancourt fué Inspector General del Cuerpo de Caminos para pasar con posterioridad a la dirección de la Escuela, en los inicios de ambos.
 4. Hay que tener en cuenta que en los términos fundacionales de la Escuela se disponía que todos los alumnos que finalizasen sus estudios en ella fueran colocados de inmediato en la Administración Estatal y llamados Ingenieros de Caminos. El número de alumnos quedaba predeterminado por las necesidades públicas.
-