

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

EL INGENIERO Y LA CIVILIZACIÓN ⁽¹⁾

El progreso todo de la Humanidad, material, intelectual, social, político, económico, tiene por causa ó exige como condición ineludible el progreso de las ciencias técnicas; el Ingeniero es el mayor factor y el principal exponente de la civilización actual y lo será más todavía en la del porvenir.

Semejante afirmación tiene por lo pronto en su favor un hecho concluyente. Recorramos la historia de la civilización desde los tiempos más remotos hasta fines del siglo XVIII, es decir, toda la historia de la civilización con excepción del siglo que acaba de pasar, y veremos que, á través de este inmenso período, la situación de la humanidad no mejoró sensiblemente en el orden material y presentó en todos los demás órdenes una serie de oscilaciones que en conjunto tampoco constituyeron adelanto y que con frecuencia fueron retrocesos. Encontramos una larga lista de filósofos, hombres de ciencia y literatos, cuyos grandiosos esfuerzos sólo alcanzaron á elevar la inteligencia de un corto número de adeptos, sin que consiguieran modificar en un ápice el estado general de la Humanidad. Vemos una sucesión de organizaciones políticas, de cuerpos de leyes y de sistemas de relaciones sociales, que no dieron nunca á los pueblos mayor felicidad de la que habían tenido en los primitivos tiempos. Y en el orden de los progresos materiales, no se puede ver ninguna ventaja de importancia en las industrias, en las comunicaciones, en el saneamiento, en las comodidades de la vida. Fué sólo á partir de fines del siglo XVIII cuando empezaron á organizarse las ciencias técnicas y á aplicarlas á llenar las necesidades del hombre, en otras palabras, cuando nació la ingeniería científica, que cambió el aspecto de la civilización humana y se creó otro tipo de existencia. Por eso se ha dicho tantas veces que el siglo XIX fué el siglo de la ingeniería, aquel en que esta elevada y noble profesión comenzó á ejercer una influencia preponderante sobre los destinos de la Humanidad. *Lo que generalmente se llama los progresos y las aplicaciones de la ciencia, no son otra cosa, casi en su totalidad, que los progresos y las aplicaciones de la ingeniería.*

Á esta prueba histórica hay que agregar otras muchas de diversa índole, que expondré sucintamente en lo que sigue.

El Ingeniero y su profesión.

Acéptase generalmente como definición de la ingeniería civil, siguiendo la que dió en 1823 el gran Ingeniero inglés Tredgold, que es el arte de dirigir las fuerzas y aprovechar los materiales de la Naturaleza para el uso y conveniencia del hombre. Esta fórmula podría mejorarse, en mi concepto, adaptándola á las modernas ideas y terminología y diciendo que, en general, *la profesión del Ingeniero es la ciencia y el arte de aplicar y poner al servicio del hombre la materia y la energía.*

Desde luego tal definición parece á primera vista excesivamente comprensiva; basta observar, por ejemplo, que muchos oficios manuales, que aún no han pasado de esta categoría, caen dentro de la fórmula anterior; pero conviene fijarse en que esto sólo sucede mientras la imperfección de los resultados alcanzados no exige todavía ciencia para su obtención; así, durante siglos, bastaron albañiles y carpinteros para la construcción de los puentes que entonces se conocían, mientras que los tipos perfeccionados de puentes que hoy se construyen requieren imprescindiblemente apelar á los conocimientos científicos y técnicos de un Ingeniero.

La expresada definición es más bien, por el contrario, insuficiente, pues quedan fuera de ella disciplinas tan vastas é importantes como la Geodesia, la Topografía y la Hidrografía, que por sí solas bastan para formar ramas especiales de la carrera del Ingeniero.

Tomando, sin embargo, esta carrera tal como se halla realmente constituida en la actualidad, veamos qué papel desempeña el Ingeniero en la civilización moderna, desde el punto de vista estrictamente profesional.

Tenemos primeramente al *Ingeniero civil*, de cuya competencia son el proyecto, trazado, construcción, conservación y explotación de caminos, carreteras, ferrocarriles, túneles, puentes y viaductos; canales de navegación, canalización y mejoramiento de ríos, construcción de puertos artificiales y mejora de los naturales, faros y demás auxilios para la navegación, dársenas, diques de carena, muelles, espigones, malecones y defensa de las costas y riberas contra las invasiones del mar y de los ríos; represas y embalse de aguas para fines industriales ó de otra clase y obras para la utilización de fuerzas hidráulicas; irrigación y desecación de terrenos; abastecimiento de agua, drenaje, alcantarillado, pavimentación y saneamiento de las poblaciones, y construcción de torres, almacenes y grandes estructuras.

(1) Del discurso leído en la apertura del curso académico de 1909 á 1910.

Tan numerosas y complejas funciones como tiene á su cargo el Ingeniero civil, van exigiendo ya ceñirse á unas pocas especialidades para poder cultivarlas con éxito, y así resultan las ramas llamadas *ingeniería de caminos, de ferrocarriles, de puentes, hidráulica, municipal, sanitaria, etc.*, estudiándose esta última en alguna Escuela como carrera aparte.

De igual manera los trabajos topográficos, geodésicos é hidrográficos, necesarios para la formación de planos, mapas y cartas, ya de las tierras del globo, ya de superficies cubiertas por las aguas, y que generalmente se incluyen en las atribuciones del Ingeniero civil, constituyen en algunos países las profesiones de *Ingeniero topógrafo*, de *Ingeniero geógrafo* ó *geodesta* y de *Ingeniero hidrografo*, conforme se indicó anteriormente.

El *Ingeniero mecánico* se ocupa del proyecto, construcción, empleo y perfeccionamiento de la maquinaria en general, y, sobre todo, de las máquinas destinadas á utilizar las fuerzas naturales, como la del viento, las hidráulicas y la contenida en los combustibles; de las máquinas dedicadas á la locomoción y transporte, por tierra ó por mar, y á la elevación de cargas; de las que se utilizan para la transmisión de energía por medio de aire comprimido, y las de bombeo; de las que sirven para la ejecución material de las obras de otros géneros de ingeniería, como perforadoras, excavadoras, etc.; de las máquinas herramientas, ó sean las empleadas para la elaboración de materiales y para la fabricación de las máquinas mismas; y, finalmente, de todas las que se aplican á la manufactura de productos, cuando ésta se basa en métodos esencialmente mecánicos, como, por ejemplo, en las industrias textiles.

El *Ingeniero electricista* se dedica especialmente á la producción, transformación, transmisión y utilización de la energía eléctrica, lo cual implica el proyecto, construcción, empleo y perfeccionamiento de generadores, transformadores, convertidores y motores eléctricos; de líneas para el transporte de fuerza; de redes para la distribución de electricidad en las poblaciones; aparatos para el alumbrado, calefacción y locomoción por la electricidad; aplicación de la electrolisis á la metalurgia é industrias químicas; y aparatos, líneas y redes para la transmisión de la palabra, hablada ó escrita, como telégrafos, teléfonos, cables submarinos y telegrafía sin hilos.

El *Ingeniero químico* se consagra á la invención y empleo de las máquinas y procedimientos destinados á la obtención de productos industriales, cuando ella se basa principalmente en fenómenos químicos. Esta rama, que como carrera aparte se estudia todavía en muy pocas Escuelas, cobra cada día mayor importancia y va incluida, junto con mucho de la ingeniería mecánica y de la civil, en los estudios de los que llaman en Francia *Ingenieros de artes y manufacturas*. En España dan el título de *Ingeniero industrial* al que es á la vez Ingeniero mecánico é Ingeniero químico.

El *Ingeniero agrónomo* se ocupa de las obras, máquinas y labores de toda clase destinadas al fomento de la agricultura y á la explotación de las industrias que con ella están relacionadas; una de las más importantes, la fabricación del azúcar, se estudia independientemente en algunas Escuelas, conduciendo al título de *Ingeniero azucarero*; y otra, la forestal, constituye en España la carrera de *Ingeniero de Montes*.

El *Ingeniero de Minas* efectúa los variados y difíciles trabajos conducentes á la extracción de toda clase de mine-

rales y á la consecutiva obtención de los metales ú otras sustancias en forma aplicable á la industria; esta última rama se separa algunas veces, dando lugar al *Ingeniero metalúrgico*.

El *Ingeniero militar* realiza todas las obras tendentes al ataque y defensa de las plazas, de los ríos, puertos y costas y de los campos de batalla, al alojamiento de las tropas y almacenaje de los pertrechos en tiempo de paz y á proveer vías de comunicación y transporte para los fines militares y efectuar la transmisión de despachos por métodos ópticos y eléctricos en tiempo de guerra.

Tenemos también al artillero, que debería denominarse *Ingeniero artillero*, pues desde el punto de vista técnico no es otra cosa que un Ingeniero mecánico y químico que tiene por especialidad las máquinas de guerra y la fabricación de sustancias explosivas. Un cañón, por ejemplo, no es más que una máquina de lanzar proyectiles, y su proyecto, construcción y empleo se verifican con arreglo á los mismos principios técnicos y por los mismos procedimientos que sirven para toda maquinaria; y la fabricación de explosivos es una industria química, no siendo, por otra parte, el empleo de ellos exclusivo al artillero, sino propio también del Ingeniero civil y el de Minas. Por esto es que en España se concede á los Oficiales de Artillería —que allí estudian varios años en una Escuela técnica adecuada— atribuciones de Ingeniero industrial; y que en el Congreso Internacional de Ingeniería celebrado hace pocos años en Saint Louis se incluyó la artillería entre las materias de estudio y discusión.

El *Ingeniero naval* realiza la construcción de los buques, mercantes ó de guerra, problema tan vasto y complicado en el estado actual de perfeccionamiento de la marina, que le exige trabajar ayudado por el Ingeniero civil, el mecánico, el electricista, el metalúrgico y el artillero.

La creciente importancia que va tomando en las industrias el punto de vista económico ha dado lugar á que algunos Ingenieros especialicen en esta rama, dedicándose á la aplicación práctica de los principios de la economía industrial á las manufacturas, y son llamados por los americanos *Ingenieros industriales* ó *Ingenieros de producción*, por no haber podido encontrar nombres mejor adecuados á ese caso.

Y tenemos, por último, otro Ingeniero en perspectiva: el *Ingeniero aeronáutico*, ó como llegare á llamarse aquel que se consagre al nuevo método de locomoción que ha de influir aún más profundamente en las condiciones de existencia de la Humanidad de lo que han influido los ferrocarriles y los vapores.

El precedente somero cuadro de las atribuciones del Ingeniero deja demostrada cumplidamente la exactitud de la definición que dimos al comenzar, pues en él se ha podido ver que *el Ingeniero es, por excelencia, el hombre que lucha sin cesar con la Naturaleza hasta dominarla y poner sus fuerzas y sus materiales al servicio de la Humanidad*.

La ingeniería y el progreso material.

La simple enumeración de los trabajos que realiza el Ingeniero, incompletamente efectuada en los párrafos anteriores, basta por sí sola para explicar, con la elocuencia de los hechos, cuán grande es la importancia de esa profesión para el género humano, qué funciones tan vastas, necesarias y elevadas corresponden á este facultativo en la sociedad actual. Puede asegurarse que la inmensa mayoría de las cosas

que están reconocidas como características de la civilización moderna son obra del Ingeniero.

Esas incesantes y múltiples labores y hazañas de la ingeniería, que todo lo invaden hoy, y cada día más, y que acabamos de bosquejar á grandes rasgos, están á la vista de todo el mundo y sería imposible detallarlas. Trabajos, más que de Hércules, monumentos del genio humano, como los canales interoceánicos, los túneles que atraviesan los Alpes y los Andes, puentes sobre brazos de mar, torres colosales, ferrocarriles que suben á cumbres de montañas ó que recorren un par de continentes, puertos artificiales que desafían las iras del mar sobre indefensas playas de arena, países enteros, como Egipto, con un sistema de irrigación que reemplaza á la lluvia; maravillas como los actuales trasatlánticos, acorazados, locomotoras, automóviles, submarinos, aeroplanos, como el alumbrado eléctrico de las grandes ciudades, la utilización de las fuerzas del Niágara, y tantas otras á enormes distancias de donde se toman á la Naturaleza, la comunicación instantánea de la palabra sobre toda la superficie del globo terráqueo, son cosas que basta mencionarlas; no necesitan elogio ni comentarios; su utilidad y su importancia, intrínsecas, directas é inmediatas, están en la conciencia de todos.

Sin insistir, pues, en lo que es tan claro y conocido, echemos, sin embargo, una rápida ojeada á los efectos de varias clases que las obras del Ingeniero producen sobre el progreso material en general.

Para ello debemos empezar por fijarnos sólo en dos de los grandes triunfos de la ingeniería, que son principalmente los que han transformado, de un modo radical, las condiciones materiales de la vida humana.

Uno de ellos es el *perfeccionamiento de los medios de comunicación*, tanto en lo que afecta al transporte de personas y objetos como en lo que toca á la transmisión de la palabra; el enorme mejoramiento efectuado en la construcción de las carreteras, la utilización de canales para la navegación, la invención de los ferrocarriles, el telégrafo, los cables submarinos, el teléfono, han acortado y hasta suprimido para muchos efectos las distancias y con ello han cambiado por completo las circunstancias desfavorables contra las cuales se debatía inútilmente la Humanidad en épocas anteriores.

El otro gran triunfo ha consistido en *la producción y transporte de la fuerza*; la invención de las máquinas de vapor y de los motores de combustión interna, la generación de la electricidad en escala industrial, la utilización de las fuerzas hidráulicas naturales, la transmisión á grandes distancias de todas esas fuerzas por medio de corrientes eléctricas, la locomotora, el buque de vapor, han hecho en la agricultura, la industria y el comercio una revolución gigantesca que ha alterado fundamentalmente la manera de vivir del hombre civilizado.

Con razón dijo el gran historiador inglés Macaulay que *«las invenciones que dan por resultado acortar las distancias son las que contribuyen más á la civilización y á la felicidad de la especie humana»*.

Sin vías de comunicación no es posible el fomento de la agricultura, que es forzosamente la base de sustentación de la población del globo. El cultivo de la tierra languidece allí donde el labrador no puede vender rápidamente y á bajo precio sus cosechas, por las dificultades del transporte. Como consecuencia, los terrenos valen entonces menos. Tampoco pueden desarrollarse numerosos é importantes

centros de población si no hay facilidad de comunicaciones, y de esto resulta que el agricultor no puede dedicarse á los cultivos menores por falta de consumidores, viéndose precisado á apelar á los grandes cultivos, y entonces una baja de precio en el producto representa con frecuencia el hambre en toda una vasta región.

Por otra parte, débese al perfeccionamiento de la maquinaria y á la producción industrial de la fuerza gran parte del moderno progreso de la agricultura y sus industrias, por ejemplo, de la fabricación de azúcar.

En cuanto á la industria en general, innecesario es recordar que toda ella está basada en la producción á voluntad de la fuerza motriz. Suprimáanse las máquinas de vapor, los motores de combustión interna, los motores eléctricos, y todas las fábricas existentes quedarán paralizadas. Pero hay aquí un aspecto muy interesante y poco conocido de esta cuestión, y es cómo *el Ingeniero, á los efectos del trabajo mecánico, ha hecho otra humanidad y la ha puesto á trabajar como esclava en favor de la que nosotros constituimos*; en otros términos, la fuerza total de las máquinas de vapor solamente que funcionan hoy en el mundo es muy superior á la fuerza que podrían sumar los habitantes todos de nuestro planeta, de modo que esas máquinas representan otra humanidad más numerosa, más disciplinada, con menos necesidades y ningún sufrimiento, que trabaja incessantemente para la nuestra y evita así que millones de hombres se tengan que dedicar exclusivamente al empleo de su fuerza física en una faena de meros animales, permitiéndoles, en cambio, aplicar sobre todo su inteligencia y su habilidad manual. El hombre va de esta manera abandonando por completo las funciones del bruto y elevándose cada día más á la categoría de director de las fuerzas naturales.

En realidad, el prodigio alcanzado mediante el empleo de las máquinas es todavía mucho mayor, pues que ellas permiten la concentración indefinida de las fuerzas y su aplicación incesante; basta pensar un momento para darse cuenta de que ninguna acumulación practicable de fuerza humana ó animal podría conseguir mover un tren de ferrocarril á 200 kilómetros por hora ni hacer que un barco atravesara el Atlántico en cuatro días.

Al mismo tiempo, es el perfeccionamiento de los medios de comunicación lo que ha permitido el colosal desarrollo actual de la industria, pues sin el abaratamiento que esa perfección ha producido en el transporte de las materias primas y de los objetos manufacturados, los precios para el consumo resultarían prohibitivos en la gran mayoría de los casos. Y Herbert Spencer ha demostrado la influencia tan grande que ejerce el aumento de las vías de comunicación y medios de transporte sobre la división del trabajo en la organización industrial de la Humanidad.

Por lo que toca al comercio, sus métodos y procedimientos han sido completamente cambiados por la introducción de los buques de vapor, los ferrocarriles y la telegrafía. Se ha abolido aquel sistema antiguo en que el comerciante, por su propia cuenta y riesgo, tenía que fletar un barco, adquirir para él un cargamento de mercancías, enviarlo á lejano puerto sin tener más noticias de todo ello en largo tiempo y esperar á que, vendidas por su agente aquellas mercaderías, comprara y embarcara otro cargamento, con el cual retornaba al puerto de partida donde el mismo fletador tenía que encargarse de su venta. Hoy el comerciante utiliza las líneas regulares de comunicación marítima y terrestre, embarcando en cada viaje la cantidad que necesita;

gira sólo en aquellos efectos que le convienen; envía las mercancías que le piden ya vendidas; conoce con seguridad la fecha en que han de llegar á su destino las mercancías que expide ó que recibe; sabe en cada momento el precio que en cualquier parte del mundo alcanza cualquier artículo; se halla en relación constante y se pone en comunicación inmediata con los demás comerciantes del mundo, constituyendo todos en realidad una gran corporación mercantil de carácter universal.

Esta revolución efectuada en la agricultura, la industria y el comercio por la producción de la fuerza y el mejoramiento de los medios de comunicación de todo género, es lo que ha dado lugar al abaratamiento de los productos, que tan grande y beneficiosa influencia ejerce sobre la vida del hombre de nuestra época. Un escritor inglés ha dicho que nuestras clases pobres disfrutaban de comodidades y pueden comprar artículos que resultaban en otros tiempos inasequibles para los Reyes.

Y aún hay otras muchas fases notables de los beneficios que gozamos gracias á esos dos avances colosales tantas veces mencionados. Una de ellas es, por ejemplo, el aumento incalculable de la seguridad personal en los campos y en las ciudades. Hace pocos años decía acerca de esto un periódico:

«Una carretera es un *sustitutivo penal*, ó una prevención indirecta contra el crimen. El gran jurisconsulto italiano Enrico Ferri ha desarrollado el concepto de los sustitutivos penales, diciendo que de la misma manera que en el orden económico cuando falta el producto principal se recurre á otros sucedáneos, en el orden jurídico criminal, amañados por la experiencia de que las penas no responden en la mayoría de los casos al objeto que se les atribuye de defensa social, es necesario recurrir á otros medios que puedan sustituirlos en la satisfacción social del orden.

»Un foco de luz eléctrica vigila mejor una plaza que tres serenos: el foco es un sustitutivo. La piratería desaparece al aplicarse el vapor á la navegación: el vapor es otro sustitutivo. Más le deben el orden de los mares á Fulton que á Nelson.

»Advierten Despine y Lombroso que los ferrocarriles económicos, los tranvías, disminuyen las asociaciones de malhechores, haciendo más raros los salteamientos y los robos.

»La carretera es el sustitutivo penal de los campos. Donde hay carreteras hay seguridad.»

Ahora bien; si solamente dos de las grandes conquistas de la ingeniería han producido efectos tan trascendentales en el progreso material de la humanidad, puede imaginarse qué acumulación de beneficios resultará si se tienen en cuenta las demás funciones que realiza el Ingeniero en la sociedad actual.

Una de las más importantes es sin duda el saneamiento de las poblaciones, materia en que desgraciadamente la generalidad de las gentes desconocen el papel tan principal que juega hoy la ingeniería. *No hay higiene pública posible sin el abastecimiento de agua pura, el drenaje, el alcantarillado, la pavimentación y la limpieza de calles, cosas todas que son de la competencia exclusiva del Ingeniero.* El gran mejoramiento que se observa en el estado sanitario de las poblaciones modernas se debe principalmente á las obras de esa naturaleza que en ellas se han ejecutado. Y también están contribuyendo grandemente á ello los tranvías y ferrocarriles eléctricos, que con su transporte rápido y econó-

mico permiten al hombre, cuyo trabajo diario se realiza en el hacinamiento antihigiénico del centro comercial de la ciudad, que resida con su familia en las afueras, donde abundan las condiciones de salubridad.

Reflexiónese igualmente en las grandes ventajas que nos hace disfrutar el actual perfecto sistema de alumbrado eléctrico y la distribución tan cómoda y barata de fuerza, luz y calor á domicilio.

Y téngase en cuenta, por otra parte, que los adelantos realizados en cada rama de la ingeniería reaccionan con frecuencia favorablemente sobre otras de ellas, y que en virtud de eso débense realmente á tales adelantos otros inventos y progresos que á primera vista parecen independientes de la ingeniería. Así, el abaratamiento de la fabricación del acero es lo que ha permitido alcanzar grandes progresos en la construcción de puentes y demás estructuras de ese material. El perfeccionamiento de la máquina de vapor es lo que ha hecho posible la construcción de los modernos rápidos trasatlánticos. El mejoramiento de los motores de combustión interna ha dado lugar á los automóviles y es lo que está permitiendo resolver el problema de la navegación aérea.

Y aun en otra esfera que parece todavía más alejada de la influencia del Ingeniero, puede asegurarse que si las guerras modernas admiten batallas tan decisivas y son, por lo tanto, tan breves, con el consiguiente enorme ahorro de vidas y de dinero, es exclusivamente por el perfeccionamiento de las máquinas de guerra, de sus mecanismos auxiliares, de los blindajes, etc. Por esto dijo con razón Sagasta (que era Ingeniero), hablando en las Cortes españolas después de la guerra con los Estados Unidos: «La guerra fundamental de nuestros desastres es que hemos confiado en nuestro valor legendario para luchar con un pueblo en que la mecánica, las ciencias físico-matemáticas y los grandes progresos de la industria han adquirido un considerable desarrollo.»

No cabe consagrar más tiempo en este discurso á la exposición del *control*, puede muy bien decirse, ejercido por el Ingeniero sobre el progreso material; basta, empero, lo apuntado para hacer ver irrecusablemente que de acuerdo con la tesis que vengo sosteniendo, *el Ingeniero ha sido, es y será cada vez más el principal factor del adelanto material del hombre*; que en la ingeniería es donde ha encontrado al fin la sociedad humana la palanca de Arquímedes y el punto de apoyo que necesitaba para mover el mundo y renovar la faz de la tierra.

DR. ALEJANDRO RUIZ CADALSO,

Catedrático titular de la Escuela de Ingenieros y Arquitectos de la Habana.

(Se continuará.)

EL PUERTO DE LONDRES ⁽¹⁾

GENERALIDADES

Sigue luego el grupo de los docks llamados *East India, West India, South-West India*, á unas seis millas del London Bridge. De éstos, los «East India Docks» reciben muchos veleros y pequeños barcos: los de la «Unión Castle Line», en particular.

Los «West India Docks» están, desde hace algunos años, provistos de una nueva esclusa de entrada, cuya base se encuentra á 26 pies bajo el nivel de la marea alta de aguas muertas. Acaba

(1) Véase el número anterior.