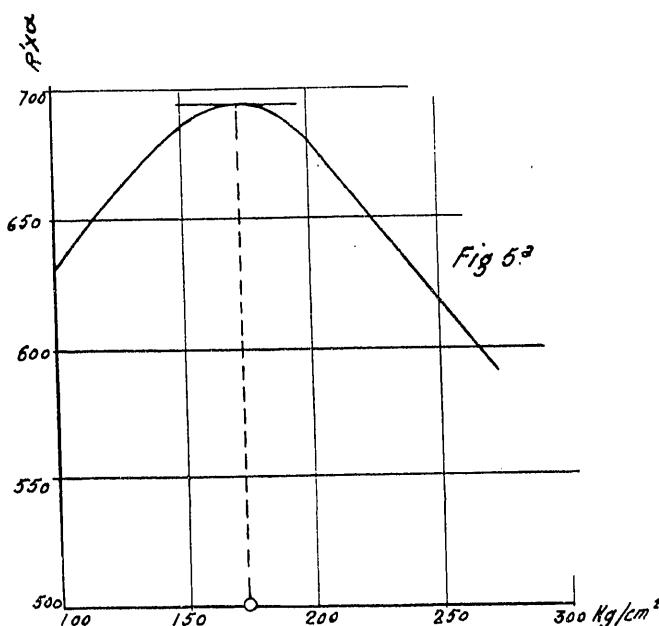


de la abscisa que representa una carga de rotura de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , y si ahora vamos a la curva de la figura 1.<sup>a</sup> encontramos en ella que esta resistencia corresponde a una relación agua-cemento que aproximadamente vale 0,75. Lo cual nos dice que para esta relación agua-cemento la curva cuyas ordenadas son los productos  $R \times \alpha$  pasa por un máximo y, por tanto, el volumen de cemento que varía de una manera inversamente proporcional a él pasa por un mínimo y esta dosificación es la más económica para el aplastamiento de 5 cm que habíamos fijado.

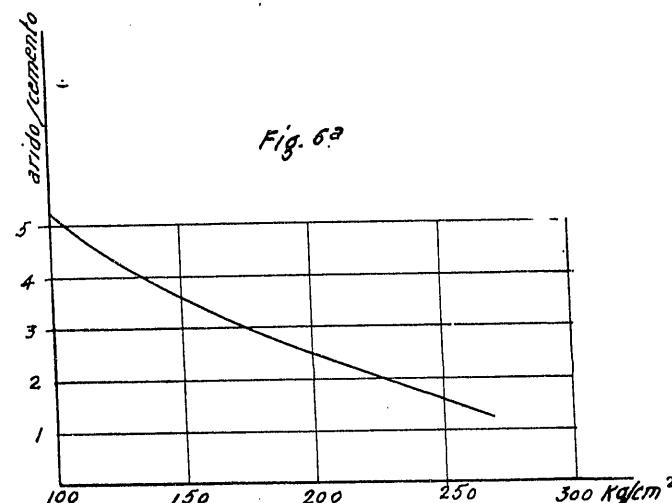
Si ahora queremos hacer el estudio para una consistencia tal que el aplastamiento valga 10 cm, siguiendo el procedimiento anteriormente dicho, podemos construir la curva de la figura 4.<sup>a</sup>, en la cual las abscisas son carga de rotura en  $\text{kg/cm}^2$  y las ordenadas relaciones árido-cemento, y todos ellos para



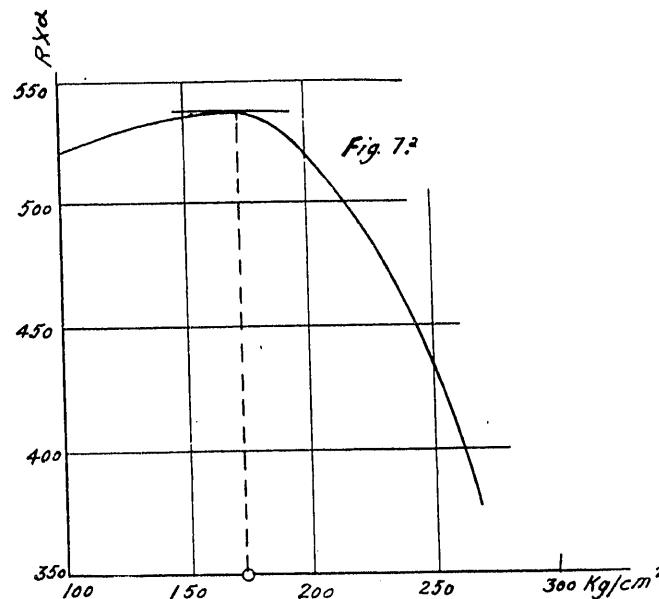
un aplastamiento de 10 cm; de ésta deducimos la curva (fig. 5.<sup>a</sup>) que tiene por abscisas las cargas de rotura y por ordenadas los productos  $R \times \alpha$ , y en ella vemos que el máximo se presenta para un valor sensiblemente igual al anterior, o sea, para una relación agua-cemento de 0,75.

Por último, vamos a hacer el estudio para hormigones cuya compacidad sea tal que dé lugar a un aplastamiento de 15 cm. Construimos la curva (figura 6.<sup>a</sup>) de relación entre las cargas de rotura y las relaciones árido-cemento. De ella deducimos los productos que trasladamos a la figura 7.<sup>a</sup> tomando estos productos por ordenadas y por abscisas las cargas de rotura en  $\text{kg/cm}^2$ . Y por razonamientos anteriormente expuestos, vemos que también aquí la relación agua-cemento más conveniente es la de 0,75.

Por tanto, al hacer el proyecto de una obra, para que nos resulte lo más económica posible, fijaremos



para el hormigón una carga de rotura de unos 175 kilogramos por centímetro cuadrado que, al dividirla por un coeficiente de seguridad algo mayor que 3, nos da una carga práctica de resistencia de 50 kilogramos por centímetro cuadrado, que es la que tendremos en cuenta en los cálculos, y por la forma que presentan las curvas vemos que para resistencias mayores decrecen rápidamente, lo que lleva consigo un aumento grande de la cantidad de cemento; en cambio, para resistencias menores, las curvas de-



crecen más lentamente y la cantidad de cemento aumenta también de una manera más lenta.

Luis SIERRA  
Ingeniero de Caminos

## Marañón y la ingeniería

Es asombrosa la actividad mental del Dr. Marañón. Después de su improba labor de clínica y consulta médica diaria, dedica sus ocios, tan bien ganados, a dar conferencias y escribir libros de estudio y crítica en los

que, si bien la estructura en que se sostienen es la de sus profundos conocimientos biológicos, se complace en explorar, como recreo de su espíritu selecto, los campos de la historia, de la filosofía, del arte y, en general,

todos los que fecunda la actividad cerebral del hombre.

Acabo de leer uno de estos amenos libros de Marañón, en el que, con otros dos estudios, que ya conocía, aparece uno nuevo para mí, llamado "Juventud, modernidad, eternidad". Sin dejar su tema predilecto de la inquietud sexual, habla por primera vez de la técnica del ingeniero, en términos que voy a recoger y comentar.

En varios capítulos de su interesante estudio se refiere Marañón a las actuales generaciones ingenieriles, anotando que su importancia empieza a eclipsar el auge social de los médicos durante las últimas décadas; pero voy a concentrar mi atención en el que titula "Modernidad y progreso técnico".

Después de afirmar que el hombre de ciencia tiene y tendrá, cada vez en mayor medida, una importancia trascendente en el mundo actual y en el futuro, dice textualmente lo siguiente:

"Mas aquí nos sale —otra vez— al paso la posible confusión que ya hemos comentado antes y que debemos apresurarnos a prevenir: la de equiparar la modernidad con el progreso científico y, en general, con la civilización, tal como se entiende por muchos, *de nuestros tiempos ingenieriles*; esto es, una civilización basada principalmente en progresos técnicos, hijos directos de la ciencia. Repitamos que un descubrimiento científico maravilloso puede ser mediocremente útil a la verdadera cultura, e incluso puede aplicarse, por ejemplo, a fines guerreros y contribuir, por lo tanto, a hundir a la Humanidad en su más oscuro primitivismo. La civilización material sólo es fundamentalmente progresiva, moderna y respetable cuando se pone al servicio de la justicia universal. Si no ocurre así, aunque sea técnicamente maravillosa, tendrá un sentido profundamente reaccionario. *Las carreteras magníficas y los trenes lujosos* pueden servir, al fin y al cabo, para retroceder, con mayor comodidad, hacia una zona decididamente atrasada de la cultura. Y esto es un error en el que han incurrido pueblos enteros de calidad privilegiada. El nuestro está pasando por *esta hora ingenieril*, caracterizada no sólo por el culto excesivo de las técnicas, sino por el auge de la mentalidad científica, que conduce a la sumisión ciega, no ante la verdad, sino ante el mito científico" (en este punto hay una nota en la que se habla del toque del trigémino y se afirma que, en la creencia de su eficacia para curar todas las enfermedades, había un gran contingente de ingenieros).

"Si admitimos la civilización tecnicista y científica como bien indiscutible e insustituible y la tomamos como norma del bien y del mal colectivos, podremos llegar a la monstruosidad de quemar vivos a los negros, no por barbarie de la muchedumbre, sino, por lo que es infinitamente más grave, por atenerse a los principios de la eugeniosia. Así, no puede extrañarnos que estos pueblos de insuperable perfección técnica sean capaces de practicar la guerra como un negocio financiero, de destruir sistemáticamente las razas aborígenes y, finalmente, de considerar como simples forajidos a los idealistas que pretenden que el bienestar de los hombres es algo que está más allá de la vida, ciertamente fácil para muchos —incluso para multitud de obreros manuales— de la actual civilización de CAMINOS, CANALES y PUERTOS y de nuestras organizaciones capitalistas."

La pluma elegante y fácil del Dr. Marañón le lleva a veces, como en esta ocasión, más allá de sus propósitos; porque si recapacita verá que sus palabras encuelan un ataque injusto al ingeniero como ser social, y casi más concretamente al de Caminos, Canales y Puertos, lo que es absurdo en persona de tan alto nivel científico y moral.

Discutamos como a Marañón le gusta.

Modernidad, dice, es la resultante positiva del impulso hacia el porvenir, que vence al contrapeso de la tradición: es la aspiración inacabable tendida entre la tradición y el futuro.

Definida así la modernidad, casi se confunde con el progreso, eterno e instintivo anhelo de la Humanidad; pero, ya que las palabras son distintas, debemos a la primera el matiz de ser el progreso que presenciamos en la época en que vivimos.

Si es así, la Ingeniería desafía a que haya ninguna otra actividad que la supere en modernidad.

La profesión del ingeniero es una creación y la única de la época contemporánea. Los siglos XIX y XX, con sus gigantescos progresos en las ciencias físico-químicas y sus aplicaciones prácticas, crearon socialmente el régimen de la gran industria y su encarnación: el ingeniero. En tiempos pasados se hicieron obras de ingeniería (puentes, calzadas, acueductos, riegos, etc.), pero no con el espíritu científico-matemático que hoy las caracteriza. Eran aquéllas más bien obras de arte, y muchas de bello arte, de arquitectura, mientras que las del mismo nombre y destino actual son hijas directas de la ciencia. Las primeras eran obras casi de la imaginación; las segundas, del entendimiento.

El auge de la ingeniería determina prodigiosos descubrimientos, que son el asombro del mundo. Inaugura el siglo XIX con el de la máquina de vapor, al que siguen los ferrocarriles, el telégrafo, la fotografía, el transporte de energía por hilos, el teléfono, el automóvil, los rayos X, la telegrafía sin hilos, la aviación y la radiocomunicación.

Al calor de estos inventos, que multiplican la productividad del trabajo, la Humanidad se entregó frenéticamente a producir y su patrimonio creció desmesurado. El trabajo humano, que hasta entonces era ley de la humanidad caída —tanto, que lo noble era vivir del trabajo de otro—, quedó dignificado, para ser la forma más elevada de la actividad humana y el único medio legítimo de poseer riquezas.

Con estas ideas aparece en el escenario político-social el socialismo, cuyo ideal nunca se alcanzará plenamente, como pasa con todos los ideales, pero suya será la gloria de haber despojado a la propiedad privada del carácter sagrado e inviolable que hasta entonces tenía. Del *jus utendi et abutendi* del derecho romano desaparece el abuso, y el uso se condiciona hasta el punto de transformarse, de derecho individual, en derecho social, con lo que pierde toda su virulencia.

A medida que el progreso avanza el trabajo se humaniza, desterrándose el brutal y envilecedor para sustituirlo por otro que, alternado con ocios abundantes, produzca verdadero placer, lo que resulta posible gracias al progreso de la técnica del ingeniero.

Se reducen al mismo tiempo las jornadas diarias de trabajo obligado, quedando ocios abundantes que, al llenarlos noblemente, dan origen al deporte, con su derroche libre y generoso de energías.

En esta breve síntesis del nacimiento e influjo de la ingeniería vemos que no sólo ha contribuido al progreso material de la Humanidad, objeto primordial de sus afanes, sino que, por el enlace íntimo de las actividades humanas, ha influido en el progreso social y moral de la Humanidad, poniéndose al servicio de la justicia universal, condición que señala certeramente Marañón, para que la civilización material sea fundamentalmente progresiva.

A pesar de esto, en la crisis aguda de crecimiento del progreso material quedaron todavía muy rezagados los progresos moral, social y político de los pueblos, de ritmo más lento, y es probable que este desequilibrio fuera la causa más honda del estallido de la guerra mundial.

Examinemos la afirmación insistente de Marañón de que un descubrimiento científico puede ser medianamente útil a la verdadera cultura, e incluso puede aplicarse, por ejemplo, a fines guerreros y contribuir, por lo tanto, al retroceso de la Humanidad.

Ni en casos raros y excepcionales podría admitirse sin reservas semejante afirmación; mas el poner como

ejemplo las carreteras magníficas y los trenes lujosos, le conduce al sabio doctor a decir que éstos pueden servir, al fin y al cabo, para retroceder hacia una zona decididamente retrasada de la cultura, que, si no se precisa cuál es, queda una frase escrita para salir del mal paso en que se ha metido, al revolverse tan sin razón contra esta hora ingenieril, y, ya puesto en la pendiente, llama a la civilización actual, con cierto menoscabo, de caminos, canales y puertos, o sea con el título que honra nuestra especialidad ingenieril.

Es cierto que todas las armas de la civilización se utilizan en las guerras, y que la última ha sido más monstruosa por el progreso de la técnica de la ingeniería; pero es absurdo renegar, por esto, de los descubrimientos científicos. Consecuencia tan reaccionaria nos podría llevar, mejor que las carreteras magníficas y los trenes lujosos, a zonas retrasadas de la cultura y a hundir a la Humanidad en su más oscuro primitivismo. Deduzcamos, en cambio, que la técnica del ingeniero, al servir a la guerra, ha puesto en relieve la estupidez de ésta, haciéndola más odiosa. Sumidos los guerreros en las trincheras subterráneas, alejados del peligro el estado mayor y los generales, para dar órdenes por los variados medios de comunicación a distancia que proporciona la ciencia del ingeniero, ha perdido la guerra su gesto heroico, teatral. El progreso político y social ha llevado al frente a todos los ciudadanos, sin distinción de clases, para que por igual sufran así sus crueles consecuencias. Al término de la contienda, en que han salido perdiendo vencedores y vencidos, el monumento conmemorativo que la ha simbolizado no refleja, como en otras, el orgullo del vencedor: es una hu-

milde tumba, la del soldado desconocido, reflejo de todas las tristezas de la guerra, y en el Tratado de Paz —por primera vez en la historia de la Humanidad— hay un capítulo —el XIII— dedicado a la cuestión social, para consagrarse que la paz es imposible si no se basa en la justicia social.

Conformes con Marañón con que la civilización exclusivamente técnica y científica no sea un bien insustituible, aunque sí fuente de bienes indiscutibles, y más conformes aún en censurar que se la tome como norma del bien y del mal.

La civilización es algo más complejo que una técnica, por grande que ésta sea, y la del ingeniero, por su sentido esencialmente utilitario, necesita el contrapeso de ansias más espirituales. Por esto he pregonado siempre que la educación del ingeniero se integre con una sólida cultura general desinteresada, a base de arte, historia, idiomas, etc., estableciendo el mayor número de contactos, que la limitación del tiempo consienta, con la ciencia pura y con otras técnicas. El Dr. Marañón ha comprobado personalmente esta aspiración de la Escuela de Caminos, a la que reciente y generosamente prestó su colaboración en conferencia que empezaba elogiando nuestro "certero sentido de modernidad".

No me explico, por lo tanto, y me duele, dada la sincera amistad que me une al Dr. Marañón, que en el estudio que sintetiza con las palabras "Juventud, modernidad, eternidad" olvide que estas tres cualidades concurren en alto grado en la Ingeniería, sin que ésta crea haber alterado las eternas inquietudes que radican en nuestros instintos y que, por lo tanto, son tan antiguas como el hombre.

Vicente MACHIMBARRENA

## Bibliografía

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Toulouse pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences physiques, par M. L. ESCANDE. Lauréat de l'Institut, Ingénieur I. E. T., Licencié ès Sciences, Chargé de Conférences à l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de Toulouse.— Première thèse: *Etude théorique et expérimentale sur la similitude des fluides incompressibles pesants*.—Deuxième thèse: *Propositions données par la Faculté*.— Un folleto de 22 x 27 cm; 58 págs. y 36 figuras intercaladas en el texto.—París. R. G. E., éditeur, 12, Place de Laborde.

El nombre de M. Escande es ya bien conocido por cuantos siguen más o menos de cerca el progreso de la hidráulica experimental. Discípulo de Camichel, ha colaborado con éste en numerosos trabajos emprendidos en el Laboratorio de Hidráulica del Instituto Electrotécnico de Toulouse, donde él mismo ha hecho experiencias sobre el alcance de la semejanza hidrodinámica, tema cuya importancia y actualidad son innegables, por lo cual no es extraño que el autor lo haya elegido como tesis para su doctorado ès Sciences physiques.

En efecto, cada vez más difundido el sistema de recurrir a la experimentación para el estudio de las obras hidráulicas, procede un análisis sistemático de los resultados obtenidos en la realidad y en el Laboratorio, y una verdadera *mise au point* de los procedimientos de la experimentación, a fin de aquilar el diverso valor relativo de sus conclusiones, según la índole de fenómenos de que se trate.

Divide el Sr. Escande el estudio teórico de la semejanza en dos capítulos, considerando en el primero el régimen no

turbulento, y en el segundo, el turbulento. Dentro de cada uno de ellos analiza los cuatro casos posibles, según que exista o no una superficie libre y que se trate de un líquido perfecto o de un líquido viscoso. Establece para ello las ecuaciones generales del movimiento en dos regímenes,  $M_1$ ,  $M_2$ , y de la comparación de los sistemas respectivos deduce las condiciones de compatibilidad que representan las de existencia de la semejanza, cuya forma más general es

$$\frac{\alpha}{m\lambda} = \lambda\theta^{-2} = K\dot{\lambda}^{-1}\theta^{-1} = 1$$

Dedúcese de aquí que la existencia de la semejanza, en régimen no turbulento y tratándose de líquidos viscosos, exige, en general, para su realización, el cumplimiento de ciertas relaciones entre las viscosidades de los líquidos, que obligarían a modificar la naturaleza de éstos, según la escala del modelo, lo que representaría una dificultad considerable para la experimentación.

Afortunadamente, sin embargo, en la mayoría de los casos es posible aceptar los resultados obtenidos experimentando en modelos con un cierto líquido (el agua, en particular) para extenderlos a otras escalas.

En efecto, si el rozamiento tiene en el fenómeno una influencia despreciable, sea que el fluido tenga una viscosidad pequeña, sea que se trate de un movimiento sensiblemente irrotacional, pueden considerarse aplicables las ecuaciones de los fluidos perfectos y admitir la semejanza como exacta. Por otra parte, si la turbulencia influyera notablemente, su efecto borra el del rozamiento a condición de que éste no sea muy grande, y proporciona, asimismo, la posibilidad de