

Por una sencilla integración se obtiene:

$$I_{o\omega} = \frac{1}{2} \beta (r - t) \omega$$

Totalizando los cuatro sumandos de la [4] resulta la siguiente expresión simplificada del momento de inercia completo:

$$I = \left(r^2 \left(\frac{r^2}{4} + (r-f)^2 \right) + \frac{4}{9} \frac{r^2 (2r-f)^3 f^3}{\left(r^2 \operatorname{áng} \cos \frac{r-f}{r} - (r-f) \sqrt{(2r-f)f} \right)^2} \right) \operatorname{áng} \cos \frac{r-f}{r} - \frac{4}{9} \frac{(2r-f)^2 f^2 (2r^2 - (2r-f)f)}{r^2 \operatorname{áng} \cos \frac{r-f}{r} - (r-f) \sqrt{(2r-f)f}} + \left[\frac{1}{4} r^2 - \frac{4}{3} (2r-f)f - \frac{3}{2} (r-f)^2 + \frac{4}{9} \frac{(2r-f)f \sqrt{(2r-f)f}}{r^2 \operatorname{áng} \cos \frac{r-f}{r} - (r-f) \sqrt{(2r-f)f}} \left(2(r-f) - \frac{(2r-f) \sqrt{(2r-f)f}}{r^2 \operatorname{áng} \cos \frac{r-f}{r} - (r-f) \sqrt{(2r-f)f}} \right) \right] (r-f) \sqrt{(2r-f)f} + \beta \left(\frac{1}{2} (r-t)^2 + (r-f)^2 \right) \omega$$

A los términos deducidos por un procedimiento finito que figuran en la expresión incompleta del momento de inercia de nuestro artículo anterior era preciso añadir los términos I_{gh} e $I_{o\omega}$, deducidos por un procedimiento infinitesimal. Se deduce de cuanto llevamos expuesto que en algunas ocasiones no conviene rendir honores a la brevedad, y que no era fácil prescindir del cálculo infinitesimal para llegar a obtener la expresión analítica del momento de inercia.

El momento de inercia obtenido para la sección circular maciza y armada es el mismo para la sección circular armada de espesor f .

Hagamos una aplicación de las expresiones deducidas.

Para $r = 100$ y $f = 30$, las expresiones [1] y [2] que se encuentran en el artículo publicado en el número 17 del corriente año de esta REVISTA, dan, respectivamente, para la sección de metal

$$\omega = 34,879 \text{ cm}^2 \quad \text{y} \quad \omega = 34,739 \text{ cm}^2$$

Como la [1] es más sencilla que la [2] y la diferencia de valores es tan pequeña, queda justificada la conveniencia de adoptar la primera.

Los cuatro sumandos que integran el momento de inercia tienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned} I_{gh} &= 134\,060 \\ S \cdot (z - (r-f))^2 &= 457\,786 \\ I_{o\omega} &= 124\,472 \\ \beta (r-f)^2 \omega &= 2\,563\,607 \\ I &= 3\,279\,933 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

El segundo y el cuarto sumando que integran el momento incompleto de inercia calculado en nuestro artículo anterior dan el valor

$$I = 3\,021\,392 \text{ cm}^4$$

que difiere del verdadero en un 8 por 100, aproximadamente, a favor de la estabilidad.

Como la expresión incompleta del momento de inercia es más sencilla y, por consiguiente, más rápida de calcular, se puede emplear en los tanteos, reservando la expresión completa para cuando se pretenda proyectar con la mayor economía o hacer una justificación rigurosa de la resistencia de una construcción.

Juan J. G.-CORDOBES
Ingeniero de Caminos

La enseñanza de la Escuela de Caminos

La lectura del pequeño e interesantísimo libro de D. José Ortega y Gasset, *Misión de la Universidad*, ha despertado en mí y traído de nuevo a meditación algunas ideas sobre la enseñanza en la Escuela de Ingenieros de Caminos, que nacieron al encontrar, en la práctica de la profesión, deficiencias, propias y ajenas, que, a mi juicio, pueden y deben desaparecer, enfocando la enseñanza profesional de modo algo distinto que el actualmente seguido.

También en el espíritu del Director de la Escuela de Caminos, D. Vicente Machimbarrena, hizo efecto el magistral estudio del profesor Ortega y motivó un interesante artículo: «Cultura, profesión y ciencia», en el que glosa el profundo libro y aprovecha la ocasión para defender, muy justa y acertadamente, el mantenimiento en la Escuela de una enseñanza que

él profesó con gran acierto y que, según parece, espíritus estrechos consideran fuera de lugar. Pero se limita a vulgarizar las ideas sustentadas por el Sr. Ortega y a expresar su conformidad con ellas, pero sin aplicarlas al examen del régimen de la enseñanza en la Escuela de Caminos, y es lástima que a esto se haya limitado el Sr. Machimbarrena, ya que, no sólo por su cargo, sino más aún por su espíritu moderno y progresivo, era la persona más calificada para iniciar una reforma que parece cada vez más necesaria.

Aunque el asunto es de importancia extraordinaria, pues no creo que haya discrepancia respecto a que los problemas de enseñanza, en todos sus aspectos, son los fundamentales de España, no han motivado, ni el estudio de Ortega, ni el artículo de Ma-

chimbarrena, nuevos comentarios, y yo me decido, aunque sea el menos preparado de todos y mis opiniones no tengan valor alguno personal, a hacer el mío, por si sirve para lograr, a fuerza de insistir en el asunto, que se ocupen de él los que están más capacitados que yo.

El Sr. Ortega y Gasset deja, expresa y deliberadamente, aparte, en su trascendental estudio, las Escuelas especiales, que por su naturaleza diversa, parece que necesitan una organización diferente de la Universidad. Lo mismo que para ésta, lo primero que hay que determinar claramente es cuál es el fin de una Escuela especial, y más concretamente, pues no todas tienen la misma función, de la Escuela de Ingenieros de Caminos.

En sus primeros tiempos, el propósito fué preparar el personal que había de encargarse de la construcción y administración de las obras del Estado; pero poco a poco, y como consecuencia lo uno de lo otro, se fué ampliando esa limitada función, y hoy la Escuela no prepara sólo ingenieros funcionarios, sino que, en tanta proporción por lo menos, produce ingenieros que trabajan fuera de los puestos de los escalafones, actuando como industriales de la construcción, ya de un modo personal y directo, ya en las funciones directivas de las empresas. Basta, para demostrarlo, comparar el número de ingenieros de Caminos que anualmente terminan la carrera, que es treinta y cinco, por término medio, con los necesarios para nutrir el escalafón, que no pasan de quince.

La misión de unos y otros no es exactamente la misma, y para la eficacia de su labor, no sólo en sus efectos, sino en los resultados utilitarios para cada uno, no son tampoco los mismos los conocimientos que tienen importancia primordial. Evidentemente es ventajoso, lo mismo para el Estado que para los individuos, que puedan los ingenieros indistintamente desempeñar los puestos oficiales o los del ejercicio particular de la profesión, sin que ni los unos ni los otros supongan una nueva especialización, sobre la que ya representa la carrera en sí, y en consecuencia la Escuela debe tender a preparar a los ingenieros para ambas funciones. Hoy, por la influencia del tiempo pasado, el producto de la Escuela de Caminos es más apto para nutrir el escalafón que para desenvolverse en el ejercicio particular de la profesión, y debía ser lo contrario.

El ingeniero al servicio del Estado tiene, en general, limitada su función a proyectar obras de no gran importancia técnica, a inspeccionar su construcción, a conservarlas y a la aplicación de la legislación de Obras públicas. Rara vez tiene que proyectar obras de mucha importancia, y con menos frecuencia todavía las construye directamente. Claro está que esto es aplicable al ingeniero de tipo medio y no excluye los casos excepcionales, que en esto, como en todo, se dan; pero entonces el ingeniero, por la causa que sea, ha sufrido una nueva especialización dentro de la especialidad, y se sale del nivel medio, que es al que hay que referirse.

El ingeniero fuera del servicio del Estado se ocupa, principalmente, de estudiar las obras en su aspecto económico y constructivo; organiza y realiza la construcción; dirige, y en consecuencia organiza también, las empresas constructoras; proyecta poco generalmente, pero cuando lo hace se trata de problemas difíciles, que son los que suelen ir a concurso, y por

su relación con la Administración necesita conocer a fondo la legislación de Obras públicas. Tiene forzosamente una relación con elementos financieros y con los Consejos de Administración, que no existe en el caso del ingeniero al servicio del Estado.

Del breve esquema anterior se deduce que en el aspecto puramente técnico es muy semejante la función de unos y otros; pero el ingeniero de Empresa tiene que conocer más profundamente todo lo relativo a organización y contabilidad de empresas, a los medios de ejecución de las obras, a las costas reales, a las cuestiones económicas, financieras y sociales y a la relación con terceras personas, generalmente legas en cuestiones técnicas, pero a las que hay que explicar y presentar los asuntos de modo que los entiendan.

La Escuela de Caminos tiene una fama justa y bien ganada de seriedad y de eficacia, y se puede afirmar que los ingenieros que de ella salen conocen a fondo lo que en la Escuela se estudia. Tal vez saben demasiado en el sentido puramente técnico, exceso de saber que, exceptuando los casos excepcionales, pierden con el tiempo, por falta de ocasión de utilizarlo; pero, en cambio, saben muy poco de todos los asuntos que hemos visto son la base del ingeniero de Empresa; conocimientos que, naturalmente, van adquiriendo después, pero con más trabajo y peor orientación que si salieran de la Escuela con una base tan sólida en ese sentido, como la que tienen en lo puramente técnico.

Dedúcese de aquí la necesidad de que la enseñanza de la Escuela comprenda una serie de materias que hoy no figuran en ella o sólo están de una manera esporádica e insuficiente. No voy yo, ni tengo base para hacerlo, a formular un programa de estudios ni a fijar la extensión de cada uno; me limito a marcar una necesidad. El ingeniero tiene que estar capacitado para exponer, oralmente y por escrito, con toda claridad y con corrección, sus ideas y sus planes; tiene que reunir cualidades para la relación con el prójimo, y esto no es producto del estudio de una ciencia determinada, sino la resultante de una amplia cultura general, aparte totalmente de la especialización técnica; es el resultado de lo que el maestro Ortega llama «Facultad de cultura», que el ingeniero tiene que poseer tanto o más que cualquier graduado de la Universidad. No ya la clase de Arquitectura, mejor de Historia general del Arte, que defiende el Sr. Machimbarrena, sino todas las enseñanzas de carácter básico y general que Ortega agrupa, y esto desde el primer momento, es decir, empezando ya en los exámenes de ingreso.

En los estudios técnicos hay muchas cosas que se pueden suprimir, y que hay necesidad de suprimir para en su lugar estudiar otras; basta conocer a fondo los fundamentos de la Ingeniería, sin entrar en detalles prolijos, fastidiosos e inútiles. En cambio, es preciso conocer la vida activa de las obras, su organización, el coste de las cosas, las cuestiones financieras y sociales, que cada vez tienen más importancia y trascendencia, y en las que los ingenieros tienen forzosamente que intervenir constantemente; la organización y contabilidad de empresas; la influencia de las obras sobre la economía del país; el aspecto industrial del constructor, o sea una serie de conocimientos que representan el *porqué* de los puramente técnicos, cuyo fin no es una acumulación estéril de

tecnicismos, sino saber lo necesario para obtener los mejores resultados sociales e industriales. Podríamos tener un técnico muy sabio que concibiese y proyectase de modo insuperable una obra trascendental, pero si no tiene las cualidades precisas para convencer a los demás de la importancia de la obra y para transformarla de concepción teórica en hecho real, no serviría para nada su sabiduría.

Se dirá que si aún hay que aumentar los conocimientos adquiridos en la carrera, ésta habrá que alargarla y complicarla más todavía. A mi juicio, no es eso lo que hay que hacer, sino suprimir mucho de lo actual, dejando sólo lo esencial, sin hojarasca alguna. Esto supone una labor de sintetización ciertamente difícil de hacer, pero indispensable, y los huecos que esa labor sintética produzca, rellenarlos con los conocimientos necesarios.

Como la enseñanza general no merece, hoy por hoy, confianza, la Escuela de Caminos no debe aceptar valoraciones académicas extrañas, y todos los conocimientos que estime que deben integrar la cultura del ingeniero de Caminos deben ser comprobados por ella misma. Así, en el ingreso se debe suprimir en matemáticas todo lo que no sea absolutamente preciso, y lo preciso es relativamente poco, y en cambio se deben exigir seriamente idiomas, hablando

francés y alemán o inglés, a elección del alumno, pero traduciendo aquel de estos dos que no se hable. Se debe exigir también un ejercicio serio de redacción y otro de elocución, y empezar la que Ortega llama «Facultad de cultura», que habría de continuarse dentro de la Escuela. En ésta habría que enseñar, además de ese complemento de *cultura*, lo referente al aspecto práctico de las obras, como organización y coste de los trabajos; organización y contabilidad de empresas; sociología y economía, obligando a los alumnos a una estancia efectiva en obras en marcha.

A mi juicio, con este sistema el nivel medio del ingeniero se elevaría y estaría en mejores condiciones que hoy para desempeñar su verdadero papel. Con ello no se contrarían las vocaciones al especialismo; al revés, se las daría mayor horizonte, y esos especialistas, de los que saldrían los investigadores, serían los que elaborarían los avances de la técnica, que luego, sintetizados, aprovecharía el ingeniero de tipo medio.

La Escuela está en condiciones, por su autonomía y por el espíritu progresivo que indiscutiblemente late en ella, de hacer esa transformación, con ventaja para los ingenieros de Caminos, para la Administración y para España.

R. LÓPEZ SANDINO
Ingeniero de Caminos

Un peligro en la "Revista"

Es facilísimo presentar un alegato en defensa del pleito más absurdo. No hay más que extender el campo del debate por sus aledaños, que, con alguna vaguedad, pueda incorporarse a lo discutido; interpretar ambiguamente algún concepto esencial en la discusión, y desviar el nudo de la cuestión con abundantes divagaciones y paréntesis.

Este método sofisticado está reñido enteramente con nuestra costumbre y tradición ingenieril, que es precisamente lo contrario: dejar bien deslindado y concreto el nudo y fundamento de lo tratado; usar vocablos que de un modo preciso e inequívoco expresen conceptos claramente diferenciados, y prescindir de divagaciones.

Quiero señalar el peligro de que en nuestra REVISTA, donde con tanta precisión, nitidez y objetividad dialécticas se tratan los problemas, se introduzca el método de enturbiar las aguas claras, para que no pueda verse el fondo de cada asunto. Y lo hago así, en la esperanza de que no se repita el caso típico del artículo que sobre el Real decreto núm. 32, de la Dictadura, suscribe D. Emilio Martín Blas.

El cual:

1.º Trae a colación aguas *pluviales* a que ni remotamente se refiere el Real decreto núm. 32, y aguas *corrientes* que, no siendo aprovechadas en la finca donde nacen, *jamás salen de ella!*

2.º Interpreta en dos sentidos, de dominio pleno, o de dominio meramente útil, el vocablo "pertenecen"; y

3.º Asigna la prescripción determinada en la ley de Aguas, al plazo de 20 años, a contar desde agosto de 1866, a derechos que nacen en cualquier fecha, incluso después de 1886, cuando ya aquella prescripción no puede engendrarse.

Evidentemente los derechos que prescriben 20 años después de la promulgación de la ley de 3 de agosto de 1866 son los anteriores a esa ley y los nacidos de sus declaraciones explícitas, o sea: que la interpretación de Guadalupe es la recta.

Y con esto se dice todo. Todo lo que no sea un enredo de sofisticaciones sobre cuyo acierto y mérito se deba juzgar, con aquel dudoso criterio que supone la exactitud derivándola del hecho de que al sostenimiento de una tesis se dedique nada menos que *seis columnas* de letra menuda en el "Alcubilla".

Emilio AZAROLA

Revista de revistas

Las llantas con neumáticos en los ferrocarriles

Simultáneamente en varias naciones se han hecho interesantísimos ensayos de vehículos sobre vías férreas, que permitan competir con los automóviles que, utili-

zando las carreteras, han absorbido gran parte del tráfico de los ferrocarriles.

En todos los casos los vehículos ensayados son muy ligeros y pueden clasificarse en dos grandes categorías: Los de propulsión por hélice, que permiten velocidad