

Observaciones sobre los estudios de Ingeniería Civil en Alemania

POR EL

PROFESOR MAX FOERSTER

Introducción

por Carlos Hoerning D.

Desde hace años se viene hablando de la necesidad de reformar los planes de estudio i los métodos de enseñanza de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile. Parece que ahora estamos en vísperas de que las opiniones emitidas, tanto en los círculos universitarios como en los puramente profesionales, lleguen a tomar forma práctica. A ello contribuirá eficazmente la construcción del nuevo edificio para las Escuelas de Ingeniería i de Arquitectura.

Las ciencias técnicas progresan con admirable rapidez; las exigencias de la vida práctica que debe satisfacer el ingeniero moderno son cada vez mayores. Para que las Escuelas de Ingeniería puedan quedar a la altura del progreso, o mejor marchar a la cabeza de él, es necesario que sus programas i métodos se ajusten a las exigencias del día i aun prevean las del futuro. Por eso vemos que en todos los países que se preocupan de los progresos de las ciencias técnicas, estas cuestiones están de actualidad.

Una reforma en los planes de estudio acarrea forzosamente trastornos mas o ménos importantes durante su implantación. De aquí que convenga estudiarlas a fondo, a fin de no verse obligado a modificar los programas con demasiada rapidez. Pero según lo dicho, estos cambios son inevitables. Lo que hoy es la última palabra en materia de adelanto i perfección, en diez años mas será historia antigua. Es lo que pasa con los programas de nuestra Escuela de Ingeniería: fueron implantados en 1898. Los que ahora vengán a reemplazarlos deberán contemplar las necesidades actuales i las futuras en un período prudencial de mas o ménos diez años.

Nuestra Escuela de Ingeniería debe preparar profesionales que puedan resolver los múltiples problemas técnicos que se presentan en Chile, tomando al mismo tiempo en cuenta el medio social, el carácter de la raza, etc. Por consiguiente, sus progra-

mas no podrán copiarse de los que rijen en otros países, cualesquiera que sean. Pero es indudable la conveniencia de conocer lo que se ha hecho en otras partes. El objeto de estas líneas es llamar la atención de los colegas sobre las tendencias modernas en la enseñanza de la ingeniería civil en Alemania, en la esperanza de que motiven la comparación con los rumbos que imperan todavía en nuestra Universidad.

Citamos a continuación la opinión del profesor Max Foerster que resume, a nuestro juicio, dichas tendencias. Pero antes conviene dar algunos datos sobre su personalidad. Es profesor de Construcciones de acero i de concreto armado en la Universidad Técnica de Dresde; autor de varias i renombradas obras sobre estos temas, i últimamente ha publicado el «Manual para Ingenieros Civiles» (*Taschenbuch für Bauingenieure*), rival del *Hütte*, con la cooperación de una docena de los mas conocidos profesores e ingenieros civiles alemanes. Es seguramente una de las primeras figuras entre los profesionales alemanes.

He aquí lo que dice el profesor Foerster:

En la mayoría de las Universidades Técnicas Alemanas la duración normal de los estudios para ingenieros civiles es de 8 semestres; de estos corresponden 4 casi exclusivamente a las ciencias preparatorias o complementarias, i sólo los dos últimos años se dedican al verdadero fin de los estudios. No puede dejarse de calificar de inconveniente tal estado de cosas, especialmente si se toma en cuenta las necesidades en el ejercicio posterior de la profesión i se examina qué materias de las que se enseñaron en los primeros años—i tal se aprendieron—han sido de verdadero valor para seguir desarrollando los estudios o para aplicarlas en la práctica. Por otra parte, las exigencias en los ramos verdaderamente profesionales crecen de día en día i es un deber de conciencia ideludible para las personas llamadas a influir en el curso de los estudios de ingeniería civil, intervenir a favor de los estudiantes; no puede serles indiferente cuánto tiempo precioso, cuánta fuerza juvenil i cuántos sacrificios materiales se gastan hoy día inútilmente, sin provecho para el progreso técnico, o bien con perjuicio para una educación general.

Muy especialmente se deberá contemplar en una reforma en los estudios la disminución o modificación de las clases de Matemáticas i de Física. Se me objetará que precisamente estas ciencias, en combinación con la Mecánica Técnica, constituyen la base de la enseñanza de la ingeniería civil, i que son ellas las que introducen el espíritu científico en los estudios. Toda persona que conozca de cerca estas cuestiones sabrá que ello no es así; las Matemáticas i la Física son valiosos auxiliares para la resolución de problemas técnicos; pero la verdadera base científica de la profesión se obtiene mayormente en las clases de ramos profesionales, sobre todo con los ejercicios de construcción.

Séame permitido citar la opinión de Mohr (1), al respecto:

(1) Mohr, el conocido autor de la «Mecánica Técnica».

«Las matemáticas superiores constituyen un auxiliar valioso en algunos ramos de la Ingeniería, pero aun en éstas entran en consideracion casi exclusivamente las nociones fundamentales. Este auxiliar es sólo útil para el ingeniero competente cuando lo domina como los elementos de Algebra i de Trigonometría. Pero—se me dirá— el ingeniero debe ser capaz, en caso necesario, de plantear un problema matemáticamente, debe aprender a pensar matemáticamente i por consiguiente debe ocuparse a fondo de la materia. Seguramente debe poder hacerlo. Pero con el pensar matemático pasa algo curioso: los abogados hablan del pensar jurídico, los químicos del pensar químico, i los ingenieros piensan que la cosa principal es el sentido práctico, que debe permitirles reconocer, dentro de su campo, las causas de los distintos fenómenos i establecer claramente la relacion entre causa i efecto. A mi modo de ver, se trata en todos estos casos de pensar *lógicamente*, i para ello se necesita ante todo la debida porcion de sentido comun, en seguida una buena suma de conocimientos i de experiencia, i finalmente práctica. La educacion del ingeniero de ninguna manera está circunscrita solamente al ejercicio de las matemáticas, i seria un error suponer que las averiguaciones i meditaciones al lado del tablero en la sala de ejercicios de construccion, sean de un valor inferior al pensar matemático. Tambien esto es pensar matemático, aunque no figuren las letras x e y . Si estos ejercicios se llevan en debida forma, el estudiante se convencerá que mui rara vez puede resolverse con exactitud un problema, i que por consiguiente no es el mejor ingeniero aquél que sabe calcular mejor, sino aquél que sabe apreciar mejor».

Si se desea saber qué conocimientos de matemáticas puras necesita efectivamente el ingeniero civil, consúltense los textos adoptados en las Universidades técnicas i las publicaciones de los ingenieros mas prominentes.

Examinemos en este sentido la Enciclopedia de Ingeniería Civil (*Handbuch der Ingenieurwissenschaften*), la Estática gráfica de Müller-Breslau, la obra igual de Mehrrens, la Construccion de Puentes de Hüseler, los trabajos de Landsberg, la Enciclopedia de Concreto Armado, las publicaciones de Mohr (1), etc., i se estrañará tal vez la poca aplicacion de las matemáticas superiores. Esto tiene su explicacion en que cada dia se jeneralizan mas los métodos gráficos para la resolucion de problemas de ingeniería, es decir de procedimientos que se incorporan al proyecto mismo, que hacen fácilmente visibles las diferentes posibilidades para resolverlo, i que finalmente permiten controlar por sí solos la exactitud del cálculo. No puede desconocerse que la enseñanza de las Matemáticas puras en el plan de estudios para ingenieros civiles no se ha adaptado a la aplicacion jeneralizada del cálculo gráfico. Debe reconocerse que hoi dia no corresponde a las Matemáticas puras el lugar que ocupaban hace 20 años como auxiliar para el ingeniero civil. Pero ya en ese tiempo habia ramos de Matemá-

(2) Mohr dice en la Introduccion a su clásica obra sobre Mecánica Técnica: «Los conocimientos que se requieren para su entendimiento son pocos. Fuera de los principios de Mecánica Elemental, sólo abarcan las Matemáticas inferiores i las primeras nociones de Cálculo Diferencial e Integral».

ticas que, sin perjudicar la educacion del ingeniero civil, podian haberse suprimido hace decenios, i sin embargo siguen figurando en los programas de estudios; debemos mencionar aquí especialmente la Jeometría Analítica del Espacio. ¿Quién ha tenido jamas ocasion en la práctica de emplear todas las superficies, haces, etc., complicados, cuyas ecuaciones i propiedades se sabian mas o ménos bien en el dia del exámen, para olvidarlas a las pocas semanas?

Las clases de Matemáticas Superiores, en que sólo se enseñarian las nociones fundamentales, deberian ir acompañadas de ejercicios, relativos, no a problemas matemáticos abstractos, sino a aplicaciones en el campo de la ingeniería; entrarian aquí las integraciones sencillas, la determinacion de los valores máximos i mínimos, los métodos de aproximaciones i finalmente la estimacion debida de resultados de observaciones.

Otro ramo de Matemáticas en que parece necesario efectuar una trasformacion, es la Jeometría Descriptiva. Concedo que ella sirve, si se enseña debidamente i se la aplica a problemas que están al alcance de los conocimientos prácticos del estudiante, para desarrollar la facultad de *pensar en el espacio*. Pero para esto ella constituye sólo uno de los tantos medios que ofrecen los estudios de ingeniería civil para llegar al mismo fin: dibujos de copia de modelos de ornamentos, etc., proyectos de construccion jeneral, de máquinas, etc., ademas de los ramos propiamente profesionales. Por consiguiente, no corresponde a la Jeometría Descriptiva una situacion escepcional. I si nos preguntamos, qué es lo que necesita de este ramo el ingeniero civil para sus estudios i para su práctica, resultará talvez que de todos los ramos de Matemáticas que se enseñan en las Universidades técnicas, es éste el que ménos se aplica. Sólo deben enseñarse los fundamentos i la teoria de la penetracion de cuerpos; los desarrollos mas complicados, especialmente los relativos a curvas de orden superior, tanto planas como del espacio, i los estudios de superficies difíciles, deben considerarse como una exajeracion de la enseñanza con tendencia a las matemáticas (1); no son de utilidad ni para la educacion jeneral del ingeniero, ni para los ejercicios de construccion en la Universidad, ni para los proyectos de la práctica, ni para la ejecucion de trabajos. Bastaria limitar los estudios a los fundamentos de la Jeometría Descriptiva, que con los correspondientes ejercicios pueden enseñarse en un semestre.

Sobre la enseñanza de la Física en las Universidades técnicas, ya se ha hablado se ha escrito mucho. Seria de desear en primer lugar que se reformaran los planes de estudio en los liceos, dándole a la Física la estension necesaria a que esta ciencia tiene derecho per su importancia jeneral; en seguida se podria—de acuerdo con la conocida peticion de la Sociedad de Ingenieros Alemanes—suprimir la enseñanza de la Física en la Universidad. Considero un deber de la Universidad Técnica llamar la

(1) Con la jeneralizacion de las aplicaciones del concreto i del concreto armado han pasado los tiempos en que podia presentarse al ingeniero civil el problema de construir bóvedas oblicuas con dovelas, o bien otras cuestiones complicadas por el estilo. Hoi dia, con rarísimas escepciones, sólo se le presentarán en la práctica problemas sencillos.

atencion de la autoridad superior sobre la necesidad de resolver esta cuestion de alta importancia para el desarrollo de los estudios, tanto mas cuanto ya hoy dia—por lo ménos en los cursos de Ingenieria civil—se hace necesario repetir en los ramos profesionales los principios fundamentales de algunos capítulos de la Física, por ejemplo los estudios de Estática i Dinámica en la Mecánica Técnica, de Hidráulica en el ramo del mismo nombre, de Electricidad en la Electrotecnia, etc. Talvez se pueda mejorar ya este estado de cosas, con un acercamiento de ambas partes que conduciria a reducir la estension de los estudios.

Una medida análoga como para la Física ha sido propuesta tambien por la Sociedad de Ingenieros Alemanes para la Química Inorgánica. Si algun dia llegan a modificarse las cosas en este sentido, se formará en el curso de Materiales de Construccion una especie de nueva Química Aplicada. En esta materia parece necesario profundizar los estudios con relacion al conocimiento i ensaye de materiales. Convendria desarrollar la clase de Materiales de Construccion, de modo que llegue a formar una cátedra experimental i demostrativa, i ampliarla con clases sobre la Tecnología de los metales, de los aglomerantes hidráulicos, etc.

La disminucion de una parte de las ciencias preparatorias parece necesaria—como ya se ha dicho—*en atencion al aumento constante de los ramos propiamente profesionales i de los ramos afines.* Aparte de que el ingeniero civil de hoy dia necesita conocer los principios de la Electrotecnia i de que todos los ramos principales han aumentado considerablemente en estension i variedad en los últimos 15 a 20 años, hai ramos nuevos, como la Ingenieria Municipal, la Investigacion i Ensaye de Materiales i el Concreto Armado, que deben entrar en los programas de estudios. Consecuencia será que los estudios propiamente profesionales deberán estenderse en el futuro hácia los dos primeros años de estudio, lo que ya ha sucedido en algunas Universidades técnicas. Si no se quiere recargar en forma perjudicial a los estudiantes, será necesario reducir, en el sentido ántes indicado, los ramos que han tomado demasiado estension en los primeros semestres. Hai que agregar tambien que al estudiante de una Universidad Técnica debe dejársele tiempo para poder asistir a clases de instruccion jeneral, para que se ocupe de Economía Política, lo que es absolutamente necesario, para que pueda oír conferencias sobre Historia, Literatura, Jeografía Comercial, Administracion, Lejislacion Obrera, Lejislacion Social, Primera Ayuda en casos de accidentes, etc. No sólo se trata de dejar lugar para estas clases i conferencias, sino que hai que evitar que, por un recargo excesivo de trabajo, el estudiante vaya a quedar estenuado, de modo que ya no pueda escuchar con atencion las clases de interes para su instruccion jeneral.

De acuerdo con las exigencias modernas de especializacion, en los estudios del ingeniero civil ya no debe tratarse de aprender muchos detalles teóricos o prácticos; en vez del saber múltiple se necesita hoy dia el dominio profundo de la materia. Pero el estudiante conseguirá esto sólo por medio de la ocupacion constante en los ramos de su profesion, especialmente por el estímulo i las enseñanzas que se reciben con los

12. OBSERVACIONES SOBRE LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL EN ALEMANIA

ejercicios de construccion, i por su trabajo personal i desarrollo aun fuera de las horas de ejercicios. Para élio se necesita disponer del tiempo necesario. Considérese que hoi dia se trata de enseñar, i tambien de aprender, en 4 semestres, todo el cúmulo del saber profesional: Ferrocarriles, Caminos, Hidráulica, Obras Maritimas, Saneamiento, Construccion de Puentes (de madera, albañilería i fierro), Edificacion, i en parte Máquinas i Electrotecnia, i no podrá negarse que el deber primordial de las Escuelas de Ingenieria Civil en el futuro mas próximo es de reformar el actual estado de cosas en el sentido apuntado.

(Traducido por Cárlos Hoerning D.)
