

Observaciones sobre la instrucción científica del Ingeniero

Y SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LAS

ESCUELAS TÉCNICAS SUPERIORES ALEMANAS ⁽¹⁾

El problema de la instrucción del Ingeniero y el de la futura organización de las escuelas técnicas superiores, presentan en la actualidad grandísimo interés. Es tema que preocupa mucho la atención, dando lugar á variado cambio de ideas respecto al particular, análogamente á lo que ocurrió en Alemania cuando se planteó el problema de la instrucción de los Abogados, habiendo sido ya motivo de la fundación de revistas especiales y de Asociaciones.

En lo que respecta á los Ingenieros y á la organización de las escuelas especiales técnicas superiores, es primero conveniente echar una ojeada al actual estado de dichas escuelas en Alemania y á las bases fundamentales de las mismas.

La escuela técnica superior tuvo su origen en la escuela profesional (Stuttgart, 1829). Se transformó más tarde en escuela politécnica (Stuttgart, 1840); más adelante, en politécnica con enseñanza superior completa (1876) y, por último, tomó su actual nombre de escuela técnica superior (1890).

Se ha tropezado con enormes dificultades al pretender crear en la escuela instalaciones de investigaciones. Estas dificultades subsisten todavía en parte actualmente, aunque es unánimemente reconocida la necesidad de la creación de un instituto de investigaciones.

Respecto al régimen académico y á la libertad de enseñanza y de estudios no difiere en nada la escuela técnica de la Universidad. El último paso dado para equipararlas fué á principios de este siglo, con la autorización dada á la escuela para preparar el doctorado en las secciones técnicas. El desenvolvimiento de la escuela superior con independencia de la Universidad, y teniendo como base la escuela profesional, era muy ventajoso. Es opinión muy generalizada que el valor de la escuela técnica superior, en el dominio de los conocimientos necesarios al Ingeniero y para la industria, será mayor en esta forma que constituyendo parte de la Universidad, como facultad técnica.

Este método tiene también, sin embargo, su punto débil, que desde hace algunos años se manifiesta de más en más. Se reprocha, sobre todo, á la escuela técnica superior, el no dejar á sus alumnos ni la posibilidad ni tiempo de ocuparse de estudios de orden general, por causa de lo muy recargados que están sus programas, y cuyos estudios son muy necesarios para aquellos que en la industria están llamados á dirigir y á conducir á los obreros.

Por este motivo la escuela técnica superior tiene que perfeccionarse, debe dirigir sus aspiraciones á un nivel superior. Esto es necesario, en vista del constante aumento de competencia que se establece en el mercado mundial. Las escuelas técnicas superiores, por razón de los alumnos que se encargan de instruir, deben dar mayor importancia á la calidad que á la cantidad. En este punto de vista, los estudiantes actuales, en relación con los de tiempos atrás, están en condiciones más desfavorables, igualmente que por el mayor número, pues obliga á los profesores á disminuir sus enseñanzas.

La escuela técnica superior tiene por objeto:

1.º Dar una instrucción científica y técnica:

a) Para las diferentes profesiones técnicas.

b) Para la carrera de la enseñanza.

2.º Cultivar las artes y las ciencias, sujetas á sus dominios.

Considerando únicamente una parte de este objeto, la designada bajo 1.º a), se ve que la escuela técnica superior debe crear para la técnica, especialmente para la industria, individuos productivos, capaces de hacer investigaciones y de dirigir las.

Para demostrar la importancia del problema, es suficiente hacer constar que en Alemania, por ejemplo, más de la mitad de los habitantes están dedicados á la industria y al comercio. Más categóricos son los datos de la estadística de contribuciones presentados por el Dr. Riesser. Un 87 por 100 de los habitantes disponibles del país están consagrados á la industria y al comercio, un 7,35 por 100 á la agricultura y un 5,65 á diversas profesiones. En las contribuciones de los departamentos, separadamente se señala un 83 por 100 en la industria y comercio y un 17 por 100 en la agricultura.

Entrando más de lleno en los detalles del problema, ¿qué exigencias impone la industria al Ingeniero que se encuentra dirigiendo una importante empresa dependiente de la exportación, que es, en general, el caso en que se encuentran la mayoría de las fábricas?

Para fijar ideas, supongamos que se trata de una fábrica en la que el número de obreros y empleados asciende á dos mil. Supongamos, además, que, financieramente, se encuentra en condiciones ventajosas y satisfactorias. *El deber del Director será, antes que todo, preocuparse de tener pedidos suficientes á precios convenientes y asegurado el pago.* Calculando con cifras, esto significa que para una empresa de mediana importancia, en que los pedidos servidos alcanzan la cantidad de diez millones de marcos (12.500.000 pesetas) por año y que sea cual fuere la regularidad de pagos de los clientes, tiene que abonar con exactitud mensualmente por sueldos y salarios 300.000 marcos aproximadamente (375.000 pesetas). Estos salarios interesan de un modo directo la existencia de 8.000 personas, aproximadamente (empleados, obreros y sus familias), extendiéndose indirectamente á la de los comerciantes que viven de estos empleados y de estos obreros.

En la primera parte del problema planteado el Director debe de preocuparse de que los precios de venta sean lo suficientemente altos, con objeto de hacer posible la buena marcha de la empresa. Debe también tener en cuenta la seguridad del pago completo de los pedidos, lo cual presenta dificultades cuando los negocios se extienden al extranjero. En este caso se está obligado á corresponder en lenguas extranjeras y conocer las leyes que rigen en los países con que se negocia. El Director es precisamente el llamado á demostrar condiciones de decisión, puesto que por consecuencia pesa sobre él toda la responsabilidad. Frecuentemente el Director dispone de poco tiempo para tomar una resolución, porque como siempre hay temor y peligro por el lado de la competencia, tiene que decidirse inmediatamente. Esta exigencia de capacidad de rápidas decisiones necesita un Director que posea las dotes que se exigen á un jefe de cuerpo de ejército en campaña. Deducimos, en conclusión, que además de los conocimientos especiales indispensables para juzgar los negocios importantes, el Director debe poseer:

1.º El conocimiento detallado de las leyes principales de su país y las de aquellos del extranjero donde exporte los productos.

2.º El conocimiento de las lenguas usadas en aquellos países y el de aquellas cuya literatura técnica é industrial tenga que hacer uso.

3.º Conocimiento de los problemas sociales y principalmente de las condiciones económicas de su país y las de aquellos

(1) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

con los que esté en relaciones comerciales, uniendo á esto la capacidad necesaria para tomar prontas resoluciones y negociar con rapidez.

4.º Gran actividad, no solamente para desempeñar su cargo cumpliendo con prontitud sus deberes directos, sino también para ser capaz de juzgar la actividad de sus subordinados y colaboradores, con el fin de alcanzar la independencia que deben tener los directores en las relaciones con sus empleados.

5.º La resistencia física y moral necesaria para soportar las fatigas y responsabilidades anejas al cargo, teniendo en cuenta que el Ingeniero está frecuentemente obligado á trabajar después de viajes molestos y fatigosos.

Todo esto se exige al Director de una industria cuando los negocios van por buen camino; en el caso contrario, está obligado todavía á estudiar un gran número de proyectos y de efectuar viajes, aumentando de este modo las fatigas, aunque sea sin éxito. El Ingeniero se hará entonces cargo de que si no consigue número de pedidos suficientes, la despedida de obreros se hará inevitable, que un número más ó menos grande de éstos caerá en la miseria, y que el cuadro formado con ellos á costa de muchos sacrificios y gastos se destruirá completamente. La responsabilidad del Director aumenta cuando los recursos financieros de la Empresa son limitados, cuando existen obligaciones con las casas de banca, las que por este motivo tienen derecho á la intervención y que, naturalmente, procurarán en primer término proteger sus propios intereses. En estos casos es necesario que el Director de la Empresa, con relación á la Dirección de la casa de banca, demuestre una independencia suficiente, lo que exige que, por sus funciones y su carácter, goce de gran autoridad.

Una necesidad importante, sobre todo en las regiones alejadas de minas de carbón, es la capacidad suficiente para juzgar y tratar bien al personal. En estas regiones, en efecto, debe ser la industria excepcionalmente productiva, y para lograrlo en este sentido es preciso contar con obreros activos, que sólo se adquieren por medio de buenos tratos.

Para señalar la forma en que debe ser transformada la escuela técnica superior, el autor cita las consideraciones por él expuestas en 1890:

«El problema más importante de nuestra época es el de la mejora de la situación social del pueblo. La solución depende, más de la inteligencia, de la fuerza activa y creadora de los encargados de dirigir la vida económica, que del poder legislativo. Es necesario que el contacto entre el Ingeniero y sus subordinados sea mucho mayor de lo que es en la actualidad, mirándolo desde un punto de vista más humanitario. Es muy conveniente que tenga opinión propia, no solamente en lo que se refiere á los asuntos profesionales, sino también sobre los problemas de cultura general, pudiendo así con su experiencia ejercer la influencia necesaria sobre aquellos que el destino le ha encargado de regir. El hecho de que el Ingeniero esté alejado de la vida pública y particularmente de la acción parlamentaria, no influye ni en el interés general ni en el de la situación del Ingeniero. La profesión de éste es de tal calidad, que le deja muy poco tiempo libre para poder ocuparse de política; además, no debe ser su misión; es preciso conseguir que los hombres políticos tomen en consideración las necesidades de la industria.»

En 1899 el autor se expresa igualmente en la siguiente forma:

«La industria se compone de dos elementos distintos: el primero comprende los materiales de construcción y los talleres con las instalaciones de máquinas; el segundo lo constituyen los obreros, incluyendo toda clase de empleados. La instrucción del Ingeniero actual está exclusivamente orientada hacia el lado del primer elemento, y sólo tiene un valor insignificante en lo que

se refiere al desarrollo de la capacidad para estudiar el elemento vital, para juzgarlo y para tratarlo. El Ingeniero novel tiene por principio que el problema de los obreros no le compete. Es triste hacer constar que los miles de Ingenieros que existen no están casi en contacto con los obreros, á pesar de ser ellos quienes tienen que dirigirlos. Colaborando con ellos es como el Ingeniero da prueba de sus facultades, juzgadas según el resultado de los beneficios obtenidos y la mayor ó menor exportación hacia el mercado mundial de los productos de su industria en competencia con los productos extranjeros. El autor considera, como problema primordial, la supresión del defecto notado, para desarrollo del Ingeniero. Señalemos que la enseñanza y el servicio obligatorio deben comprender el desarrollo de la capacidad de dirigir á los obreros, tanto desde el punto de vista profesional como del moral. El Ingeniero, bajo todos conceptos, debe servir de modelo al obrero.

El problema de averiguar la orientación que debe seguirse para el perfeccionamiento de las escuelas técnicas superiores tiene diferentes soluciones, puesto que no son idénticas las condiciones en que se encuentran las escuelas; pero seguramente la técnica superior deberá incluir en sus programas:

1.º Conferencias sobre la historia de la técnica.

Los cursos profesionales deben tender, dentro de los límites posibles, á procurar aumentar y aclarar los conocimientos actuales.

Hoy se hace sentir la necesidad de dar á los alumnos una descripción histórica. Debe, en efecto, conocer á fondo la historia del desarrollo de su especialidad y poseer conocimientos suficientes de la historia de la técnica en general. Para formar un juicio personal y tener seguridad de ello, respecto á todo lo que á un desarrollo histórico se refiere, necesita en principio el conocimiento de este desarrollo. Dado el importante papel que juega la Mecánica en la ciencia del Ingeniero, será también de muchísima importancia el incluir igualmente conferencias sobre la historia de la Mecánica.

2.º La enseñanza del derecho y de la administración en toda su amplitud.

Este caso debe de ser un compendio del que se explica en la Universidad para los futuros abogados, porque si no obligaría á una gran pérdida de tiempo.

3.º Conferencias para el conocimiento de los derechos de ciudadanía.

Los deberes y los derechos del ciudadano deben ser expuestos de tal modo que se vea por todas partes el espíritu político.

4.º Enseñanza para el conocimiento profundo de la economía política.

Sobre esta enseñanza el autor hace constar que en las Universidades (donde el problema para formar individuos con capacidad suficiente para dirigir, desde el punto de vista comercial é industrial, es menos importante que en las escuelas técnicas superiores) se encuentran los mejores profesores de economía política, mientras que esta enseñanza está casi por completo abandonada en las escuelas técnicas.

El acuerdo tomado por la Asociación de Ingenieros alemanes, en la asamblea general de 1895, dice: «Las escuelas técnicas superiores, no solamente deben proporcionar una instrucción científica completa, muy necesaria al Ingeniero, sino que además deben dar toda clase de facilidades á aquellos que deseen profundizar en el conocimiento de sus estudios».

Se objeta á la organización que acaba de describirse el hecho de que necesita que el tiempo de estudios sea ampliado. Respecto á esto, es preciso hacer observar que el alumno está en libertad de seguir los cursos y ejercicios que corresponden á la especiali-

dad por él elegida. El que tiene la intención de dedicarse á la construcción emprenderá sus estudios de manera distinta del que piense ocuparse de experimentos, ó bien de las instalaciones, y además el autor se declara categóricamente contrario á la prolongación de los estudios. El futuro Ingeniero está obligado á permanecer en la escuela de dieciséis á diecisiete años, sin contar el año de práctica y el servicio militar. La gran capacidad de resistencia física que el Ingeniero debe poseer disminuye con la duración de la asistencia á la escuela, particularmente en los alumnos aplicados. Esta duración ejerce igualmente una influencia desastrosa sobre la fuerza moral, la voluntad emprendedora y particularmente sobre la actividad. Hace seis años, y refiriéndose á esto, decía el autor; «Lo más hermoso en el hombre es su energía activa, su capacidad de vida futura; no es lo que cada uno sepa ó crea saber, lo que ocupa el primer lugar para la generalidad, sino lo que él produce».

Haciendo observaciones sobre los alumnos, en cuya instrucción ha contribuido el autor durante cerca de treinta años, é igualmente sobre los Ingenieros que él conoce, ha comprobado que el número de neurasténicos aumenta constantemente. «La juventud se forma, en gran parte, según las condiciones y el medio ambiente en que se educa; es, pues, necesario que los que ejercen influencia en esta educación empleen los medios educativos apropiados, y todo lo mejores posibles.»

El autor añade que la industria alemana ha adquirido su actual desarrollo, debido en gran parte á que los que la dirigen, siguiendo el sistema de enseñanza de su época, no han permanecido largo tiempo en la escuela.

La Escuela normal deberá también llamarse á la parte, dando completa educación al ciudadano, particularmente enseñando todo aquello que un hombre instruido debe saber para ser útil en la vida, sin que tenga necesidad de acudir á una escuela superior, facilitando de este modo la tarea de esta última, en la que se evitarán las repeticiones inútiles, dejándola únicamente como continuación de la escuela normal.

Orientando la enseñanza en un sentido más «real», no hay temor á que disminuya el ideal de la juventud, bien, por el contrario, en el régimen académico actual es donde se encuentran muchos elementos opuestos al desarrollo del idealismo y que contribuyen á la formación de un espíritu egoísta, estrecho y malsano.

H.

El Anejo Diderot del Instituto Electrotécnico de Grenoble

La necesidad de completar la instrucción de los alumnos, prácticamente en los trabajos análogos á los que trae consigo la explotación de una fábrica, decidió al Instituto Electrotécnico á crear una verdadera fábrica de aplicación, que la constituye en la actualidad el Anejo Diderot.

Comprende éste tres partes principales:

- 1.^a Una estación generadora térmica.
- 2.^a Una instalación hidráulica, y
- 3.^a Una instalación electro-metalúrgica de enseñanza y de experimentos.

I.—ESTACIÓN GENERADORA TÉRMICA.

Esta estación comprende esencialmente dos hogares distintos de 200 metros cuadrados cada uno, denominados, respectivamen-

te A. y B.; además una sala de máquinas de 550 metros cuadrados.

El hogar A. contiene dos calderas idénticas Joya, de 200 caballos aproximadamente cada una, con capacidad para alimentar la mayor parte de los grupos de vapor de la estación. El hogar B. se compone de tres unidades, de tipos diferentes, para permitir las comparaciones instructivas sobre los diversos modelos de calderas más usadas en la industria.

La sala de máquinas comprende, esencialmente, cuatro máquinas de vapor de 100-150 caballos, dos de los cuales son del modelo Piguet, y las otras dos del de Demange y Satre; tres de ellas trabajan paralelamente, por una transmisión general, orientada en el sentido del eje mayor de la sala, y en la que pueden adoptarse los engranajes superiores de las turbinas verticales que pertenecen á la instalación hidráulica. La cuarta máquina, tipo Piguet, arrastra directamente por correa un alternador aislado.

Los alternadores que son seis, pertenecen á los modelos siguientes: cuatro Ziperowski y dos Edison-Brown-Boveri.

Tres de estos alternadores se rigen por la transmisión general, el cuarto depende de la Piguet aislada, y los quinto y sexto (modelo Edison-Brown-Boveri) constituyen, acoplados á un motor trifásico, un grupo transformador rotativo de 150 caballos aproximadamente, que permiten obtener corriente monofásica con trifásica ó inversamente.

Estos seis alternadores pueden acoplarse paralelamente sobre el cuadro general; éste está colocado en uno de los extremos de la sala. El acoplamiento eléctrico de los alternadores se efectúa con la intervención de transformadores especiales montados detrás del cuadro.

En esta forma se realizan las más instructivas combinaciones de acoplamiento mecánicos para las transmisiones y de acoplamientos eléctricos para los alternadores, realizando igualmente todas las combinaciones mixtas posibles, introduciendo ó no el grupo aislado Piguet-alternador.

El cuadro general contiene tableros especiales para la llegada de la corriente de los alternadores, para el acomplamiento de éstos y para el gobierno de las excitadoras, que son cuatro; presenta también en su centro un cuadro de recepción de la corriente trifásica; esta corriente sirve para alimentar el motor de 150 caballos del grupo transformador rotativo.

La canalización de vapor que presta servicio en la sala de máquinas, está instalada en tal forma, que consiente hacer toda clase de combinaciones posibles de alimentación de los grupos, por medio del hogar A., por el B., ó por los dos simultáneamente.

Un economizador de vapor, sistema Green, puede utilizarse si se quiere, durante la marcha de las operaciones. Debe señalarse igualmente la existencia de diferentes unidades de estudios que pueden ser, según el caso, arrastradas por la transmisión general, ó bien, más generalmente, por una generadora difásica Brown-Boveri.

II.—INSTALACIÓN HIDRÁULICA

La instalación hidráulica comprende esencialmente los órganos siguientes:

En el canal de Fontenay, junto al Drac en el Isere, que tiene capacidad suficiente para asegurar un gasto de 10 metros cúbicos (cantidad que puede aumentar si se ejecutan los proyectos de ampliación que actualmente están en estudio), un depósito de agua, de 400 metros cuadrados de superficie, con una profundidad de 3 metros. Este depósito permite, por medio de dos compuertas de admisión, atravesando las rejas, la caída del agua, desde una altura de 1,80 á 2 metros, sobre dos turbinas verti-