

acompañados por la música: paso ordinario y paso gimnástico; 990 hombres recorrieron varias veces el puente de un estribo al otro, al paso gimnástico al compás de la música. La amplitud máxima de la vibración del puente fué de 2 milímetros al paso ordinario y de 2,6 milímetros al paso gimnástico.

Esta notable resistencia á los esfuerzos rítmicos es debida á la constitución monolítica de la obra, más que á su masa, porque su peso es relativamente poco elevado: 2.100 kilogramos por metro cuadrado.

Habiéndose construido el puente á tanto alzado, al precio de 1.250.000 liras, y siendo su superficie de 2.050 metros, teniendo en cuenta los ensanches de las entradas, el precio de la obra resulta á 610 liras por metro superficial.

La enseñanza técnica en Europa ⁽¹⁾

POR

D. VICENTE MACHIMBARRENA Y D. CARLOS ORDUÑA,

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Profesores de la Escuela especial del Cuerpo.

Suiza.

La nación más privilegiada de Europa por su posición geográfica, por la sencillez de sus instituciones verdaderamente democráticas y por la apacible existencia de sus moradores, es, sin duda alguna, la república helvética. Por estas y otras circunstancias se ha llegado á instituir en Zurich la Escuela técnica más popular de Europa, el célebre *Polytechnicum*, al cual acuden, además de los nacionales, un considerable número de estudiantes de todos los países del mundo, atraídos por la justa fama de las enseñanzas que se dan en este importante centro docente.

A pesar de ser tan conocido y de las muchas referencias que por lo mismo teníamos de él, nos pareció muy oportuno visitarle en nuestro viaje.

Su importancia en la historia de las Escuelas técnicas del tipo alemán es grande por ser la primera que se creó, con la idea de bastarse á sí misma, para dar una enseñanza técnica completa con absoluta independencia de las que pueden adquirirse en otros centros superiores y hasta secundarios. La fundación data del año 1855, y desde el principio se esmeró en elegir un profesorado eminente y en dar carácter práctico á los estudios, por lo que rápidamente fué atrayéndose á gran parte de los jóvenes que antes acudían á las facultades de la antigua Universidad, y hoy cuenta cerca de 2.000 alumnos.

El ingreso en esta Escuela ofrece algunas particularidades que la diferencian de sus similares de Alemania. Como en éstas, tienen entrada libre todos aquellos estudiantes que presentan un certificado de haber hecho los estudios secundarios en determinados establecimientos del Estado, y también son admitidos, sin otro requisito, aquellos alumnos que se hallen provistos de certificados de establecimientos extranjeros que se conceptúen como similares á los primeros por el Director de la Escuela y por el Presidente del Consejo federal; pero además pueden ingresar en esta Escuela los que, teniendo una cultura general

de cierta importancia, se someten á un examen de ingreso.

Este examen no tiene el carácter ferozmente eliminatorio de las Escuelas cerradas de Francia, de que antes hemos hablado, y lejos de ser una barrera difícil de franquear, es un recurso más que se ofrece á los que por cualquier circunstancia no hayan podido ilustrarse en determinados centros de enseñanza nacionales ó extranjeros. Por esta razón, las pruebas á que se someten los aspirantes á ingreso son muy fáciles, de tal modo, que los que posean una sólida cultura secundaria, con pocas semanas de estudio se encuentran en condiciones de presentarse á este examen, para cuya preparación los mismos Profesores del *Polytechnicum* se ponen á disposición de los alumnos. Para ingresar es preciso haber cumplido los dieciocho años, evitando de este modo la entrada en la Escuela de jóvenes precoces, que en general no dan más adelante buenos resultados y á los que perjudica el forzar su inteligencia, sometiéndola á trabajos impropios de la edad, que impide que el desarrollo físico sea completo.

El número de secciones ó facultades que actualmente tiene esta Escuela es once, muy superior á las que poseen las análogas de Alemania y Austria, lo que indica la importancia que ha adquirido el *Politechnicum*, de Zurich y lo mucho que se cuida de ir especializando las enseñanzas.

Dichas facultades son las siguientes:

1.^a La Escuela de Arquitectura (*Architekturschule*), donde los estudios duran siete semestres.

2.^a La Escuela de Ingenieros propiamente dichos ó Ingenieros constructores (*Ingenieurschule*) (camino, puentes, canales, etc.), siete semestres.

3.^a La Escuela de Ingenieros mecánicos (*Machinenge-nieurschule*), siete semestres.

4.^a La Escuela de Química (*Chemische Schule*), siete semestres.

5.^a La Escuela de Farmacia (*Pharmazeutsche Schule*), cuatro semestres.

6.^a La Escuela Forestal (*Forstschule*), seis semestres.

7.^a La Escuela de Agricultura (*Landwirtschaftliche Schule*), cinco semestres.

8.^a Escuela de Profesores de Ciencias físico-matemáticas (*Abteilung für Tachleusen in Mathematik und Physik*), que es á modo de una Escuela Normal superior de Ciencias exactas, ocho semestres.

9.^a Escuela de Profesores de Ciencias naturales (*Abteilung für Tachleusen in Naturwissenschaften*), ó sea para el estudio de la Química, la Botánica, la Zoología, la Mineralogía y la Geología, seis semestres.

10. La Escuela Militar (*Militaerschule*), que no solamente enseña á los futuros Oficiales del Ejército suizo, sino también á todos los discípulos del establecimiento y aun á oyentes no matriculados.

11. Sección de cultura general subdividida en dos:

a) Subsección de Filosofía y Ciencias sociales (literatura, filología, historia, economía política y estadística).

b) Subsección de Ciencias, Matemáticas físicas y naturales.

No se debe confundir esta última sección con las 8.^a y 9.^a, porque éstas se hallan dedicadas á personas que de un modo especial van á consagrarse en lo futuro al profesorado, mientras que la sección 11 tiene por objeto difundir la cultura general entre todos los alumnos del estableci-

(1) Véase el número anterior.

miento, para lo cual es obligatorio que los alumnos oficiales cursen cada semestre, por lo menos, una de las asignaturas de dicha sección, con lo cual, al terminar sus estudios, han cursado como mínimo seis de dichas asignaturas.

Los principios de autonomía y libertad académicas se practican en esta Escuela con la misma amplitud que en sus similares de Alemania, sobre todo después de la aprobación del nuevo Reglamento, que empezó á regir en el curso de 1909 á 1910, porque antes únicamente los alumnos de tercer año tenían libertad para elegir sus cursos, y todo aquel que faltase á las clases más de un día estaba obligado á justificar su ausencia ante la Dirección.

Con el nuevo Reglamento se ha implantado en toda su plenitud el sistema completamente liberal en el régimen de enseñanza. Los alumnos eligen los cursos que desean seguir todos los años, y se supone que no constituye una obligación impuesta por el Reglamento la asistencia á las clases, sino una conveniencia que el propio alumno se cuidará muy bien de practicar. Los Profesores sólo se preocupan de enseñar, y de enseñar bien, las materias de que están encargados, y los alumnos de aprender cuanto puedan. Tan elevado concepto de sus deberes respectivos, hace completamente inútiles la existencia de correcciones disciplinarias, por causas distintas á las relacionadas con el trabajo desarrollado para enseñar y aprender. La ignorancia es el pecado capital único que no se perdona, y un estudiante que durante un cierto tiempo no se presente á sufrir las pruebas que demuestren su aprovechamiento, podrá ser expulsado de la Escuela á propuesta de la Junta de Profesores de la sección correspondiente. De subordinación, de compostura, etc., no se habla, porque estos deberes elementales se supone, y así ocurre en la práctica, que sólo por motivos de demencia dejarán de cumplirse en un sistema de enseñanza tan bien establecido.

Los Profesores de cada sección forman, reunidos en asamblea, lo que se llama Conferencia de la sección (*Abteilungskonferenz*), que elige un Presidente, y se ocupa de las cuestiones que interesan exclusivamente á la sección.

Para las cuestiones que afectan á la Escuela en general existe un Consejo presidido por el Director, el cual carece de los títulos honoríficos á que tan aficionados son en las Escuelas alemanas y austriacas, lo que está en armonía con la sencillez de costumbres y buen gusto de la nación suiza.

Los gastos de estudios oscilan entre 350 á 380 francos el primer año y entre 310 á 340 francos los siguientes; que no es excesivo si se tiene en cuenta lo bien dotados que están los laboratorios y los muchos ejercicios prácticos que se realizan. Además, la Escuela concede con facilidad dispensa parcial ó total de gastos á los alumnos distinguidos y pobres de todos los cantones de Suiza.

De la visita que hicimos al edificio de la Escuela se saca la misma impresión que en Alemania, ó sea: que la enseñanza que allí se da tiene un carácter altamente práctico y científico, sin perder nunca de vista las aplicaciones industriales de las ciencias que se estudian. Los laboratorios son numerosos y aumentan de año en año, hallándose provistos de todos los aparatos necesarios para los experimentos modernos.

Inglaterra.

El problema de la enseñanza técnica superior ofrece nuevas é interesantes particularidades en Inglaterra, que vamos á estudiar con la mayor concisión posible. Esta gran

nación, la más individualista de Europa, ha confiado siempre mucho más en las iniciativas y esfuerzos personales que en los colectivos, especialmente si para encauzar y alentar estos últimos era necesaria la intervención del Estado. Este sistema abstencionista, aplicado á la formación de Ingenieros, dió por resultado el más total y absoluto abandono en la organización de las enseñanzas técnicas.

Si se trata de investigar cuáles fueron los centros docentes á los que cupo la gloria en Inglaterra de cultivar los cerebros de Stephenson, Brunel, Besemer, Kelvin y tantos otros no veremos ninguno consagrado especialmente á los estudios propios de la profesión en que aquellos hombres se distinguieron.

Los Ingenieros de este país, para aprender su profesión, empiezan por hacer estudios privados de matemáticas, mecánica, etc., y después de adquirir una base científica no muy sólida, continúan su aprendizaje, trabajando al lado de un Ingeniero antiguo en su gabinete, en su laboratorio, en sus obras, etc., hasta acabar su educación por este método directo, análogo al que sigue para aprender su oficio un cantero, un ebanista ó cualquier otro obrero de la industria.

Este sistema conduce indefectiblemente al descuido de la sólida base científica que todo Ingeniero debe poseer, y la consecuencia de semejante abandono es el bajo nivel medio de los Ingenieros ingleses. Para los hombres dotados de inteligencia superior y voluntad firme todos los métodos de formación son buenos; pero no se debe pensar en ellos, que son los menos, cuando se trata de crear una organización para la enseñanza, sino en la masa de inteligencias medias y no tan dueñas de su voluntad.

No se ha preocupado Inglaterra hasta estos últimos días del problema de la enseñanza técnica, porque su poderosa industria, la más perfecta é importante del mundo, era para dicha nación un claro indicio de que no seguía en esta materia rumbo equivocado.

Hubo necesidad de un toque de atención, y lo recibió, igualmente que la nación francesa, de Alemania, viendo que su hegemonía industrial empezaba á ser seriamente amenazada, pues dormida en sus laureles, permanecía en un estado de quietismo casi absoluto, en tanto que la industria alemana hacía rápidos progresos, que se traducían en una invasión de sus productos en todos los mercados del mundo.

Al estudiar este mismo fenómeno en Francia, ya hemos dicho que nadie que seriamente se ocupe en estas cuestiones dude un instante de que la causa principal de aquél es el desarrollo de las enseñanzas técnicas. Apegada la nación británica, cual ningún otro país, á la rutina de sus tradiciones, le ha costado mucho evolucionar en esta materia; pero no ha tenido más remedio que rendirse ante la evidencia, y hoy día podrá discutir cuál es la mejor organización que debe darse á las Escuelas técnicas; pero la necesidad imperiosa de establecer estos centros de enseñanza para difundir entre los industriales una sólida instrucción científica, no es objeto de discusión; se considera indudable y de inmediata satisfacción, si no se quiere que la industria nacional languidezca.

Como en toda reforma que ha de cambiar radicalmente un sistema, hubo primeramente un período de propaganda para influir en la opinión, y esta campaña se hizo en la prensa profesional, especialmente en el periódico *Engineering*, cuyo Director, Henry Max, con una constancia digna

de la causa que defendía, se ha pasado muchos años atacando rutinas, á las que con tanto tesón se apegan los ingleses, y al mismo tiempo no perdía ocasión de ensalzar los triunfos alcanzados por la ciencia en la industria y ha vulgarizado en su país el conocimiento de las instalaciones técnicas de Alemania, poniendo de manifiesto su evidente influencia en el progreso industrial de esta nación.

Para comprobar lo que acabamos de decir basta leer la colección de dicho periódico durante los últimos veinticinco años, y en la mayor parte de los números se verán artículos de esta propaganda. Ultimamente ha hecho una campaña muy viva á favor del *National Physical Laboratory*, contra el cual se habían conjurado diversos intereses personales.

Terminado este primer período, en el cual quedó afirmado como cosa evidente la necesidad de una intensa educación científica para tener un personal adecuado á las necesidades de la industria, comenzó un segundo período de estudio serio y meditado de las diversas organizaciones que pudieran implantarse en Inglaterra para conseguir ese resultado con la mayor perfección posible.

Las primeras iniciativas en este sentido salieron, como ocurre siempre en Inglaterra, de colectividades privadas y organismos directamente interesados en la cuestión, que á continuación fueron secundadas por el Gobierno, y que han dado por resultado la aparición sucesiva de diversos centros de enseñanza técnica con una orientación perfectamente marcada.

En la actualidad existen en Inglaterra ocho grandes Sociedades técnicas perfectamente organizadas, que son:

- La Institución de Ingenieros mecánicos.
- La Institución de Arquitectos navales.
- El Instituto del hierro y del acero.
- La Institución de Ingenieros electricistas.
- La Institución de Ingenieros gasistas.
- La Institución de Ingenieros y armadores de Escocia.
- La Institución de Ingenieros de minas.
- La Institución de Ingenieros y armadores de la costa NE.

El Consejo de la Sociedad de Ingenieros civiles tomó el acuerdo de confiar el estudio del problema de la enseñanza técnica á una Comisión cuyos miembros fuesen elegidos por las ocho grandes Sociedades técnicas antes citadas, presididos por sir William White, el creador de la marina de guerra actual de Inglaterra.

Durante más de dos años se entregó esta Comisión al estudio de todos los informes y datos que fué recibiendo de industriales, hombres de ciencia, Ingenieros, etc., que acudieron á su llamamiento, en la amplia información que abrió para ilustrarse y dar un dictamen lo más acertado posible, el cual lleva la fecha de 24 de Abril de 1906.

Para dar una idea de este importante documento, vamos á transcribir un resumen que del mismo ha hecho el Ingeniero H. Le Chatelier, miembro del Instituto de Francia.

Se examina la cuestión de la enseñanza técnica desde cuatro puntos de vista diferentes:

- 1.º Educación preparatoria secundaria.
- 2.º Educación práctica en las fábricas.
- 3.º Educación científica y técnica propiamente dicha.
- 4.º Educación post-escolar.

La Comisión no ha formulado opiniones precisas más que sobre aquellos puntos en los que ha encontrado unani-

midad casi completa de opiniones entre las personas consultadas. Este acuerdo da una gran fuerza á las recomendaciones hechas.

1.º *Educación preparatoria secundaria.*—Antes de especializarse es indispensable tener una buena educación general, la cual debe ser á la vez científica y literaria, incluso el latín, pero el griego puede dejarse á un lado. Esta opinión se encuentra todavía más acentuada en los Estados Unidos.

La enseñanza de las matemáticas debe ser bastante completa y comprender el uso de los logaritmos y los elementos de la trigonometría. La enseñanza del cálculo matemático debe encauzarse en el sentido de desarrollar la costumbre de hacer operaciones mentales, de conocer el empleo de los métodos abreviados de cálculo y de inculcar cuanto antes la costumbre de no conservar en los cálculos más que los decimales realmente útiles.

Las nociones de química y de física deben ser estudiadas en su conjunto, colocándose en el punto de vista de la filosofía natural, sin tratar de dar desarrollos más considerables en tal ó cual rama de la ciencia.

El dibujo ha de merecer una atención muy especial.

Los trabajos manuales deben considerarse como de recreo ó descanso y no como una parte esencial del sistema de educación. Este punto de vista es diametralmente opuesto al de los americanos.

La enseñanza secundaria no debe terminarse antes de los diecisiete años, y un examen final es necesario para obtener un diploma que certifique que el poseedor del título está en disposición de seguir con fruto la enseñanza superior científica ó técnica.

2.º *Enseñanza práctica.*—El Comité declara por unanimidad que el aprendizaje práctico en las fábricas debe, como la enseñanza científica en las escuelas, durar varios años. El primero debe hacerse al principio de los estudios, y uniformemente para todos los estudiantes, en un taller de construcciones mecánicas. De 267 Ingenieros que han respondido al cuestionario propuesto, 250 han coincidido en este punto de vista. La permanencia en los talleres debe hacerse en condiciones habituales de aprendizaje, con las mismas reglas de disciplina, las mismas horas de asistencia y el mismo salario. Mientras dura este aprendizaje no debe haber ningún curso teórico; los cursos de noche deben ser condenados seriamente por conducir á un sobreexceso de trabajo, nocivo á la salud de la juventud. Este primer año de aprendizaje en las fábricas guarda correspondencia con la residencia en ellas, recomendada antes de la entrada en las Escuelas técnicas alemanas.

La Comisión recomienda una segunda estancia final en las fábricas de una duración total de dos ó tres años, hecha esta vez en las de la industria á la cual se va á dedicar el interesado.

3.º *Enseñanza técnica.*—La duración normal de la enseñanza técnica en las escuelas será de tres años; pero estos tres años podrán ser precedidos de un año preparatorio, si los estudiantes procedentes de la enseñanza secundaria no han recibido una enseñanza científica tan completa como la exigida por la Comisión en el primer párrafo. Estos tres años de estudios podrían, con mucho provecho, ser completados con la obtención de diplomas en unos cuatro años de estudios post-escolares, consagrados á investigaciones personales de cuestiones que interesen á la industria.

En toda escuela técnica el primer año será común á todas las ramas de la enseñanza; el tercer año se dedicará completamente á la especialidad correspondiente, y el segundo año podría, según las circunstancias, tener un carácter mixto. Hubo unanimidad en la Comisión para recomendar que en estas escuelas se establezca una enseñanza matemática, suficientemente desarrollada, que comprenda el álgebra, la trigonometría, la geometría analítica, la geometría en el espacio, los elementos de cálculo diferencial é integral, sin hablar, como cosa sabida, de los cursos de matemática aplicada, como mecánica racional, resistencia de materiales, etc.

Esta enseñanza de las Matemáticas puras deberá ser dada, si no por Ingenieros, cuando menos por Profesores perfectamente enterados del empleo de las Matemáticas en el arte del Ingeniero.

La Comisión no formula ninguna recomendación acerca de las ciencias físicas y naturales, cuya enseñanza actual en las Universidades inglesas le parece satisfactoria.

La Comisión recomienda el desarrollo del dibujo de máquinas, la enseñanza de los principios científicos de la metalurgia y, en general, de todas las industrias y, en fin, la organización de laboratorios, donde los estudiantes se familiaricen con los ensayos de materiales y la medida de todas las magnitudes que interesa á la industria.

Los diplomas y las clasificaciones dados al final de los estudios no deben basarse en un examen final, sino resultar del cómputo de las notas, y sobre todo de los trabajos de laboratorio; los estudios científicos deben desempeñar un papel importante en la clasificación.

4.° *Estudios post-escolares.*—La Comisión, si bien señala el interés que presenta para la formación de Ingenieros la costumbre de investigaciones personales, no formula ninguna indicación precisa con motivo de la organización sistemática de estos estudios. La instalación de laboratorios apropiados es muy costosa, y frecuentemente será más útil que estas investigaciones se hagan en las fábricas que en las escuelas.

Al terminar, el Comité insiste en su convicción completa de que el concurso de los industriales es absolutamente indispensable para el desarrollo de la educación técnica.

Marcadas estas orientaciones tan precisas, y después de haberse abierto camino en la opinión pública la idea de la absoluta necesidad de la organización de las enseñanzas técnicas, intervino el Gobierno para dar sanción oficial á tan laudables deseos, y se creó una Comisión oficial, de la que formó parte sir William White, que rápidamente terminó su misión, y propuso la creación en South Kensington Museum de una Escuela técnica superior modelo, en la que se refundiesen los tres establecimientos ya agrupados en dicho sitio, y que eran: la Escuela Real de Mi-

nas, el Colegio Real de Ciencias y el Colegio Técnico Central. Para facilitar esta em presa, MM. Weruher, Beit y Compañía, que anteriormente habían ofrecido la suma de cinco millones de francos á la Escuela de Minas de Londres para la reconstrucción de sus edificios y la mejora de su enseñanza, inspirándose en los métodos aplicados en la Escuela superior de Charlottenbourg (Berlín) consintieron en aplicar la importante suma citada á la nueva institución de South Kensington. Al mismo tiempo regaló para este objeto terrenos que allí poseía la Comisión de la Exposición de 1851 y, finalmente, el Gobierno y el Municipio de Londres prometieron una suma anual de un millón de francos para los gastos de conservación y funcionamiento.

Surgieron dificultades en la organización del Comité directivo por rivalidades y celos entre la Universidad de Londres, que pretendía tener la dirección exclusiva del nuevo establecimiento, y los industriales, que tenían la pretensión legítima de ejercer en dicho Comité una influencia preponderante; pero como había unanimidad de criterio en la cuestión de principio, no han sido obstáculo las citadas diferencias para llevar á la práctica el pensamiento fundamental.

La evolución iniciada en el sentido indicado sigue, y al mismo tiempo, estimuladas las Universidades inglesas con la seria competencia que los nuevos centros de enseñanza técnica les hacen, han empezado á reorganizar también los estudios técnicos que en ellas se daban con mucha irregularidad.

Este es el estado en que actualmente se encuentra en Inglaterra el problema que estamos analizando, y para tener una idea de los antiguos y nuevos centros de enseñanza técnica de dicha nación, visitamos en Londres la Universidad con el Colegio Real á ella unido, y además, The Imperial College of Science.

La impresión que causa la vista de la Universidad de Londres no es nada favorable. Es impropio de nación tan rica y poderosa que en su populosa capital, el que debiera ser, por su magnificencia y esplendor, el primer establecimiento docente, resulte un edificio destartado, nada pulcro y muy anticuado respecto á material de enseñanza. Por todas partes se descubre el prolongado abandono en que ha permanecido la enseñanza técnica de la Gran Bretaña.

En cambio, las instalaciones del Imperial College of Science están hechas con arreglo á todas las ideas modernas, y aunque los laboratorios no son, como orgullosamente nos dijo nuestro amable acompañante, los mejores del mundo, pueden calificarse de excelentes, y en ellos tienen los numerosos alumnos que concurren medios de adquirir una ilustración técnica y científica completa, análoga á la de los centros técnicos del tipo alemán.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Manejo hidráulico de las puertas de una esclusa, sistema Nyholm.

La disposición para el de las puertas de esclusa, sistema Nyholm, actúa sucesivamente sobre las compuertas de las cañerías que hacen que se comunique el depósito, ya con el tramo

agua arriba, ya con el de agua abajo, y sobre las puertas de este depósito, que abre ó cierra utilizando el desnivel creado por la esclusa misma; es notable por la sencillez de sus órganos móviles y por la ausencia total de máquinas auxiliares.

Las compuertas primero, la puerta después, cuando se trata de abrir esta última (ó inversamente, la puerta primero y en se-