

## MÉTODOS DE ENSEÑANZA EN LA ESCUELA POLITÉCNICA DE ZURICH <sup>(1)</sup>

Los métodos de enseñanza empleados en la Escuela Politécnica de Zurich varían según se trate de las clases orales ó de los trabajos gráficos y proyectos, trabajos de laboratorio, excursiones, etc.

*Cursos orales.*—Hemos asistido á varios cursos orales de la Escuela de Zurich, tanto de la sección de Ingenieros civiles como de la de Mecánica industrial, habiendo oído las explicaciones de los profesores Rohn, en sus notables cursos de Estática de las construcciones y Construcción de puentes; Narutowicz, sobre Cementación y Trabajos hidráulicos; Prasil, sobre Motores hidráulicos; Wiesinger, sobre Máquinas alternativas de vapor; Stodola, sobre Turbinas de vapor; Meyer, sobre Elementos de máquinas.

Todos los profesores siguen en las clases orales el método de *explicación* de un modo exclusivo. El plazo señalado en el reglamento para la duración de estas clases es el de una hora; pero la explicación del profesor sólo dura tres cuartos de hora, y el cuarto de hora restante, llamado académico, se dedica á intervalo de clases, ventilación de local, limpieza de encerados, etc.

La práctica ha enseñado la inutilidad de dedicar más tiempo seguido á esta labor, que cansa sin provecho al que habla y á los oyentes. Si el curso lo requiere, los profesores dan dos horas seguidas de lección, pero con los intervalos académicos citados.

El profesor habla despacio, claro, conciso y con extraordinario método, y dibuja, cuando es preciso, con perfección los croquis ó figuras que necesita para aclarar sus explicaciones en los grandes encerados móviles, con tizas de varios colores. Se ayuda siempre, para no cansar la memoria inútilmente, con cuartillas en las que lleva escrito el índice de su conferencia, con los temas generales que va á desarrollar bien ordenados, y toma también de estos apuntes los croquis, esquemas y dibujos que traza en el encerado, así como los desarrollos de los cálculos, cuando los hay, que los expone parcamente, sin darles la importancia de mecanismo brillante, del que tanto se abusa en nuestras Escuelas por profesores y alumnos distinguidos. Las más de las veces, un largo desarrollo de fórmulas, con el que aquí se obtendría un éxito de cátedra por el profesor ó serviría á un alumno memorista para alcanzar una calificación elevada en su conferencia repetida del libro de texto, queda cortada por el profesor, quien se contenta con copiar de sus cuartillas el resultado, si bien recuerda ó indica el procedimiento del artificio que hay que seguir para llegar á él, y se ofrece además á sus alumnos á completar esta labor en su gabinete particular de trabajo, donde está en los intervalos de clase y en horas especialmente destinadas á este género de consultas á disposición de aquéllos. Si estos desarrollos de cálculo se multiplican mucho en una parte de la asignatura, se da á cada alumno, en tirada especial de la Escuela Politécnica, un detalle minucioso de todo el cálculo gráfico ó algebraico, que en las clases de aplicación únicamente se indican á grandes rasgos. Sólo en la preparación matemática, que es sólida y muy detallada, aunque no en exceso abusiva, se emplea más tiempo de la clase en hacer ese género de ejercicios de cálculo, cuyo mecanismo se supone después dominado por el alumno.

El eminente profesor Rohn, con el que hemos celebrado varias conferencias particulares de carácter pedagógico, nos decía, al hablarle de los libros de texto y de consulta, que son el alma

de los métodos de enseñanza que todavía se utilizan en nuestra nación, lo siguiente: «Nuestros alumnos no quieren literatura técnica, quieren ideas fundamentales bien expuestas y cuya inmediata aplicación pueda ser de su rápido dominio. Con este fin preparamos nuestros programas, hacemos nuestras exposiciones de cátedra y estudiamos cuidadosamente los temas de trabajos gráficos y proyectos. Vean ustedes el arsenal de modelos, fotografías, diapositivas, anteproyectos, planos de ejecución de que disponemos y que los alumnos usan constantemente, entregándose á un estudio intenso y continuo. Vean las reproducciones fotográficas de todo género de construcciones, en conjunto y en detalles, que la administración de la Escuela facilita á los escolares á un precio ínfimo, y díganme si con este arsenal de datos pueden no salir de esta Escuela con los conocimientos necesarios para facilitar y hasta casi anular el penoso período de aprendizaje que en otro caso sufrirían al iniciarse en el ejercicio de su profesión».

Como complemento de los cursos orales, á los que la asistencia es libre, es obligatorio la de los cursos de los repetidores, que cada profesor tiene como complemento de su enseñanza y que se hallan á cargo de profesores auxiliares ó asistentes nombrados por la Escuela, á propuesta de los profesores, nombramientos que recaen siempre en Ingenieros todavía jóvenes, pero que se han especializado durante algunos años en el ejercicio de la parte de su profesión á cuya enseñanza coadyuvan.

En estos cursos los alumnos matriculados forman pequeños grupos que exponen y discuten con el profesor auxiliar los temas objeto de las explicaciones orales del profesor titular, con lo que el método de *explicación* seguido por el profesor principal se completa con el *eurístico* de los repetidores, y así se afirman las ideas fundamentales.

La asistencia y los resultados de estas conferencias sirven de base para formar concepto del aprovechamiento de los alumnos, y, además, para fijar la intensidad mayor ó menor de la prueba final.

*Trabajos gráficos y proyectos.*— Los trabajos gráficos se hacen en la Escuela de Zurich, en salones independientes para cada asignatura ó curso, y en ellos hay la misma libertad de asistencia que en las clases orales.

Los alumnos pueden trabajar en las horas especialmente destinadas á ellos ó en las demás que tengan libres. En las primeras encuentran siempre la ayuda del profesor y de los repetidores, que intervienen personalmente con cada alumno para orientarles en el tema que tienen en estudio, y despertar en ellos las iniciativas de soluciones que no sean las que hallan como guía en revistas, monografías y descripciones de obras ya ejecutadas.

La enseñanza del dibujo en sus aplicaciones á construcción, maquinaria y representaciones topográficas se hace sólidamente. Todos los alumnos ingresados dominan la técnica de las representaciones gráficas, y, por tanto, en la Escuela sólo se dedican á completar sus aptitudes en las clases de Dibujo acotado de elementos y órganos de máquinas y edificios, Dibujo proporcionado de elementos de maquinaria, representaciones de terrenos, etc., todo con un gran carácter de aplicación, sustituyendo el trazo fino y de sombra, el rayado de superficies planas ó cilíndricas, el lavado de aguadas cortadas ó desvanecidas, que aun hacen furor en algunas de nuestras Escuelas especiales y que, afortunadamente, hemos desterrado ya en la nuestra, por trazo de grueso único, lavado uniforme con colores convencionales en secciones, alzados y proyecciones, con aplicación á construcción, maquinaria y topografía, con manejo exclusivo del doble decímetro y exclusión del compás para mediciones. Los trabajos ejecutados y de los que tenemos fotografías son excelentes. La rotulación y acotaciones, sobrias, claras, y, sobre todo, razonadas.

(1) De la interesante Memoria de los distinguidos Ingenieros de Caminos Sres. Machimbarrena y Cebada, titulada «Enseñanza técnica moderna y su organización especial en la Escuela Politécnica de Zurich».

Los trabajos de proyecto se hacen según temas meditados y tanteados por los profesores, huyendo de repentizarlos ni darles condiciones de generalidad ni amplitud exagerada. El profesor los conoce, los ha ejecutado él ó los ha estudiado. Así, pues, guía desde el primer momento al alumno y con él discute sin tener que excusarse ante sus preguntas, abandonándolo exclusivamente á sus fuerzas.

Generalmente los temas están en hojas impresas con claros que llena el profesor para variar ciertos datos. Muchos se desarrollan sobre planos litografiados, preparados por la Escuela, que representan asuntos reales, sobre los que se ha llegado á una solución concreta que desconoce el alumno. Este procedimiento tiene la ventaja de poder comparar la solución propuesta con la realizada y discutir las.

Hemos obtenido y conservamos temas interesantes y dibujos para proyectos de cimentaciones, instalaciones generales de saltos de agua, presas de fábricas y de compuertas móviles; así como procesos de desarrollos de cálculo de estructuras de hormigón armado y metálicas, que sirven de guía á los alumnos en el desarrollo de sus tareas.

Los alumnos trabajan en mesas individuales. Las instaladas en el nuevo edificio de Laboratorio de Electromecánica constituyen un modelo muy sencillo y práctico que permite bascular el tablero de dibujo, adaptándolo á distintas posiciones fijas por medio de un sencillo mecanismo.

El orden y la corrección son realmente notables. Hemos visto clases de trabajos gráficos bastante numerosas en horas en que ni el profesor ni el ayudante debían estar, y en las que no sentimos ni el rumor que en las nuestras se percibe en las severas prácticas de las tardes.

*Trabajos de laboratorio.*—Para realizar cumplidamente estos trabajos se requiere la existencia de instalaciones especiales (1).

## Nueva grúa de vapor de 55 toneladas del Canal de Panamá.

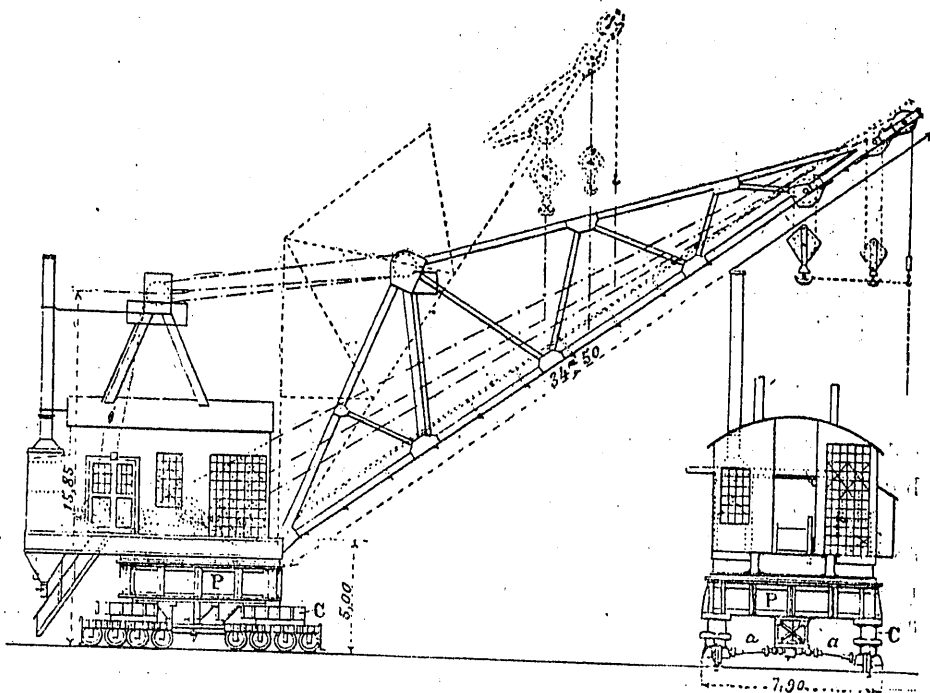
No hace mucho hemos tratado en esta Revista de las importantes instalaciones establecidas en las entradas del canal de Panamá.

Los talleres para la reparación de buques, establecidos en Balboa, contienen un aparato de elevación de dimensiones excepcionales; una grúa de vapor de 55 toneladas, acerca de la cual creemos útil dar algunas noticias tomándolas de las que, según el *Engineering News Record*, publica *Le Génie Civil*.

Las figuras 1.<sup>a</sup> á 3.<sup>a</sup> muestran la disposición general de esta grúa.

La base del aparato está constituida por una especie de plataforma *P*, de palastro, extremadamente fuerte, soportada por unas vigas de cajón *C*, que descansan sobre las cajas de gra de las 16 ruedas portadoras. Estas ruedas se unen sobre cada carril dos á dos, de manera de formar una especie de bogia. Son de doble pestaña y circulan por unos carriles separados 6,93 metros de eje á eje.

Descansa el bastidor de la goma sobre la plataforma por el intermedio de una corona de rodillos, de 7,73 metros de diámetro, comprendiendo 60 rodillos de acero, unidos cada uno por una varilla de acero á un círculo central. El brazo de la grúa tiene una longitud de 34,50 metros. Este brazo tiene la forma triangular disimétrica, articulado al bastidor por un extremo y sostenido por cables que se arrollan sobre poleas montadas, no en el extremo del brazo, sino en el vértice del triángulo que lo constituye. Estos cables se arrollan, por otra parte, sobre poleas colocadas en



Figs. 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>

la cúspide de un pilar en forma de A, montado sobre el bastidor, y, en fin, están gobernadas por un doble torno *T*.

La grúa lleva tres ganchos de elevación, establecidos para tres cargas diferentes. El gancho extremo de servicio, de una fuerza de 3,5 toneladas, tiene un radio de acción de 31 metros, correspondiente al alcance máximo de la grúa, y una velocidad de elevación de 12 metros por minuto. El gancho auxiliar, de 16,5 toneladas de fuerza, trabaja con un alcance de 29,50 metros y con una velocidad de elevación de 6 metros por minuto. En fin, el gancho principal puede llevar 56 toneladas á una distancia de 26,50 metros del eje del aparato, ó la carga máxima con un radio de 18 metros, en esta última posición, el lado pequeño de la armadura que constituye el brazo es vertical.

Los ganchos descienden en vacío á doble velocidad, y su peso solamente provoca el movimiento inverso de los tornos.

La grúa es automotora, siendo motoras dos ruedas de cada grupo de cuatro; se mueven por medio de árboles oblicuos *a* (figura 2.<sup>a</sup>) con transmisiones universales y diferenciales que permiten la traslación de la grúa en curvas. La carga de cada rueda varía de 50 á 72 toneladas.

Toda la maquinaria es llevada por el bastidor, en cuya parte posterior se encuentra un contrapeso de 225 toneladas, dispuesto entre la caldera y el depósito de agua que actúan también como contrapesos. Se mueven los tornos por medio de dos máquinas horizontales de dobles cilindros. Una de ellas, cuyos cilindros tienen 0,25 × 0,30 metros, mueve los tornos del gancho principal y del auxiliar, y sirve para producir el desplazamiento de todo el aparato. La otra máquina, cuyos cilindros tienen 0,227 × 0,254 metros, mueve sucesivamente: el gancho de servicio, el sistema de rotación de la grúa y, en fin, el mecanismo que produce la elevación ó el descenso del brazo. La caldera vertical es de tipo

(1) Los autores describen las que existen en Zurich, y que publicamos en los números 2195 y 2196 de esta REVISTA.