

gitud ó como contrafuertes de 2 ó 3 metros empotrados entre el hormigón en masa.

Haciendo uso de la amplia autorización concedida por la Superioridad, se procedió en un tramo de 10 metros de longitud á efectuar los ensanches necesarios para los espesores de 3 metros, admitidos en la bóveda y estribos. El resultado fué muy alarmante; el terreno hubo de entibarse para la bóveda en una altura libre de $3 + 2,60 = 5,60$ metros, para que luego los albañiles pudieran trabajar; las primeras piezas del abanico de la entibación tenían más de 6 metros de longitud y luego tuvieron que colocarse siete piezas más de inclinación creciente para sujetar el terreno en los riñones de la bóveda. Aun escogiendo estas varillas del abanico entre las más robustas de los bosques cercanos y arriestrándolas entre sí por medio de botones y tornillos, resultó que los pies, desde la segunda hasta la séptima, casi no cabían en el metro libre, entre el pie de la primera pieza y el intradós de la bóveda, y las piezas primeras, á causa de su gran longitud, empezaban á sufrir apenas terminadas de colocar y bajaba la corona algunos centímetros, no comprometiéndose los capataces á realizar y dejar la entibación en las debidas condiciones; porque este espesor de 3 metros en la clave es prácticamente imposible de alcanzar con los medios corrientes de ejecución de túneles. Por ello, y considerando que el espesor de 1,50 metros en la clave y 2 en los arranques, no alcanzado hasta la fecha en casi ningún túnel de los construídos, era más que suficiente para resistir los empujes del terreno, parecía que debía sobrepasarse buscando el remedio á las grietas, no en el aumento de espesor desproporcionado, sino en una mejora del material de construcción ó en el procedimiento de éste.

José M. FÚSTER.

(Continuará.)

LA ENSEÑANZA EN LA ESCUELA FEDERAL DE ZURICH

Los cursos de Mecánica aplicada.—Hemos seguido estos cursos puntualmente en los capítulos I á III de este trabajo (1) y ahora deseamos aquí hacer únicamente su recapitulación con algunos comentarios que nos sugieren.

En primer lugar es notable el criterio seguido para la separación de ambos cursos: el primero, dedicado á la Resistencia de materiales y á la Mecánica de los sistemas isostáticos, y el segundo, á la de sistemas hiperestáticos. Es decir, que, aparte del estudio de la resistencia, que es prólogo obligado, se traza la divisoria atendiendo al carácter *mecánico* de los sistemas.

El método nos sorprende tanto más cuanto que el nuestro clásico es puramente *geométrico*. Atiende á la *forma* del sistema, y por ella se estudian: primero, las piezas rectas, y después, las curvas, y, dentro de éstas, la de menor á mayor complejidad geométrica.

El cálculo de un sistema está virtualmente resuelto con el conocimiento de los momentos flectores y esfuerzos tangenciales, correspondientes á todas sus secciones; después de esto, el problema degenera en uno de repartición de cargas, que es siempre el mismo. El nudo es, precisamente, la determinación de aquellos instrumentos de cálculo, momentos y esfuerzos tangenciales. Hay dos caminos: el liso y llano que ofrece la Estática, cuando alcanza, ó el más tortuoso que requieren los sistemas hiperestáticos.

(1) Contienen los programas, que se publicaron junto con esta recapitulación en el último Anuario de la Escuela especial de nuestro Cuerpo y los cuales insertamos en números sucesivos de esta REVISTA.

Igualmente fácil es el cálculo de un arco con tres rótulas, ó de una viga de varios tramos isostatizada con rótulas intermedias, que el de la estructura más sencilla: viga empotrada en un extremo ó la simple, sustentada sobre una rótula y un apoyo deslizable. La forma curva ó recta en nada altera ó influye sobre el cálculo.

Por el contrario, la estructura hiperestática más elemental, la pieza empotrada en sus extremos, exige una orientación distinta, necesitando completar los datos insuficientes de la estática con el conocimiento de las deformaciones.

La importancia práctica de la distinción entre sistemas isostáticos é hiperestáticos es fundamental. Por ejemplo: Mörsch cuenta en uno de sus escritos, que, encargado de la redacción de un proyecto de puente, el escaso plazo que se le fijó para presentarlo le decidió á elegir una estructura isostática.

Claro es, volviendo á los cursos del Politécnico, que la clasificación adoptada tiene como base el establecimiento de reglas para distinguir claramente unos sistemas de otros. Así, se estudian las sustentaciones por las reacciones elementales que producen, y luego, como aplicación, ejemplos de varias estructuras completas. Este punto se nos figura que es uno de los cardinales de la Mecánica moderna, que no debe pasarse por alto.

A nosotros nos seduce sobremanera la claridad, robustez y la utilidad práctica de la clasificación adoptada. En el desarrollo podría criticarse acaso la demora al tratar los sistemas hiperestáticos, que pesan como una interrogación constante durante todo el primer curso. El contestarla desde el primer momento brevemente, y, por supuesto, á reserva de ampliarla, daría la visión dilatada de toda la Mecánica. Pero, en contra de esto, también comprendemos la necesidad para la distribución y equilibrio de materias en los dos cursos. Y, sobre todo, que la divisoria no quedaría marcada tan intensa y fuertemente.

Este es el rasgo más saliente y el que da la fisonomía á los cursos del Politécnico de Zurich. Junto á él los otros son secundarios, aunque también tengan valor en sí. Es de éstos, por ejemplo, un bello complemento á la Resistencia de materiales en su forma clásica (1): la consideración del sólido heterogéneo. Aquí encuentra el hormigón armado sus raíces y nace con todo el prestigio científico que merece. Uno de los primeros ejercicios que resuelven los alumnos es la comprobación de piezas armadas; no se espera que lleguen á su conocimiento especializado, practicándose así el principio de que la Mecánica del hormigón armado es la misma que la de cualquier otro material.

El sólido heterogéneo es un cuerpo constituido por elementos de elasticidad diferente. El caso corriente del cuerpo, sin resistencia á la tracción (hipótesis usual para fábricas de materiales pétreos), es simplemente una degeneración del caso general. Se estudian en éste las cargas unitarias normales y tangenciales de una sección, exactamente lo mismo que se había hecho antes en el caso de piezas de elasticidad uniforme.

Aparte de esto, y como no sea la ordenación peculiar, poco más de notable contiene el primer curso. Así, dentro del mismo, y con arreglo á las ideas expuestas de considerar la determinación de los elementos de cálculo momentos flectores y esfuerzos cortantes, como fundamental del problema mecánico, se estudia su cálculo para los sistemas isostáticos más comunes: viga simple, ídem de varios tramos con rótulas intermedias y el arco de tres rótulas. Por lo común se comienza con una breve explicación de los métodos más apropiados, que luego se desarrollan á algunos casos, especiales por las dimensiones del sistema ó

(1) *Mecánica aplicada*. Primer curso, cap. II.

la naturaleza y formas de la sobrecarga, llegándose, incluso, al detalle de ejemplos numéricos.

La ordenación geométrica está subordinada á la Mecánica. Pero como, indudablemente, tiene también un valor distributivo, á continuación se exponen los sistemas isostáticos planos de celosía, limitándose su estudio á los articulados en los nudos. Los tres métodos usuales: el de Culmann, el de Ritter y el de Cremona, ocupan aquí su lugar, haciéndose aplicaciones de ellos á estructuras corrientes de cubiertas y cuchillos de puentes.

Desentonando un tanto con la rigurosa ilación, cierra el primer curso el estudio del empuje de las tierras y del agua y el de los muros de sostenimiento y de contención. Desarrollado el primer asunto con gran suma de datos y de procedimientos, adolece, por el contrario, el segundo, en nuestra opinión, de cierta ligereza y de omisiones notables, como es el estudio de los grandes diques de embalse. En cambio, se incluye el de los silos y empuje de áridos, y el problema de repartición de cargas sobre los cimientos, aun tratándose de un problema hiperestático.

El segundo curso de la Mecánica aplicada está dedicado por entero, como hemos dicho antes, á los sistemas hiperestáticos. Todos los procedimientos modernos de cálculo derivados del trabajo elástico se explican y detallan ampliamente. Nosotros, no queremos ocultarlo, recibimos una gran sorpresa, porque no esperábamos que las que se reputan, con frecuencia entre nosotros, de elevadas teorías, se las dedicara nada menos que un curso completo, y para exponerlas á estudiantes no iniciados ni especializados, sino á todos los que cursan la Mecánica, cualquiera que fuera la rama á que pertenecieran. Por nuestra parte tuvimos la satisfacción de poder decir que estas materias eran conocidas por la generalidad de nuestros alumnos. Y hablamos con todo el entusiasmo y la admiración que nos merecen de las obras y publicaciones de D. Juan Manuel de Zafra.

Se comienza haciendo un esquema del procedimiento de cálculo: la consideración del sistema hiperestático como uno isostático, solicitado por las mismas fuerzas exteriores que el primero, más por las reacciones hiperestáticas. Siguen luego los teoremas del trabajo virtual de Maxwell y los de Castigliano, que se demuestran y aplican al cálculo de recorridos de nudos. Pero estos procedimientos, utilísimos para la determinación de recorridos de pocos nudos, y en los casos de reparticiones sencillas de cargas, son pesados cuando hay que aplicarlos á varios de aquéllos. Este estudio de las deformaciones de los sistemas planos articulados se hace primero por el método geométrico de Williot, que, mediante el conocimiento de los recorridos de dos vértices de un triángulo, deduce el del tercero; este procedimiento se mejora, en cuanto á exactitud, por el de la cadena de barras de Müller Breslau, aunque á costa de aumentar su complicación con el cálculo, que, además, exige de las deformaciones de los ángulos. Se expone, por último, el valioso método de los pesos elásticos, los cuales, aplicados en los nudos, originan un polígono funicular que es la elástica del tren de barras; se desarrolla gráfica y analíticamente, recomendando éste como más exacto para el cálculo de los recorridos verticales; se determinan los pesos elásticos por las igualdades fundamentales y por el método de Müller Breslau, detallándose la simplificación de prescindir de las barras de relleno para el cálculo de los sistemas hiperestáticos, y, por último, se especifican y resuelven los casos de inaplicabilidad de las igualdades fundamentales cuando existen montantes verticales en la celosía.

Las deformaciones de las piezas curvas llenas se determinan, en parte, como las del tren ó cadena de barras articulados, sin más que tener en cuenta los empotramientos en los vértices y la alteración que originan en los pesos elásticos. Estas considera-

ciones generales se aplican á diferentes piezas hiperestáticas llenas: arcos, pórticos, marcos, etc.

Siguiendo la práctica á los fundamentos teóricos, termina el curso con una recapitulación de aplicaciones á vigas de celosía (arco articulado, atrantado con sustentación isostática y viga de dos tramos) y á piezas llenas (arco articulado, armadura de par y pendolón empotrados, pórtico múltiple y viga de varios tramos de sección variable).

Los cursos de puentes.—El mismo espíritu que preside los cursos de Mecánica reina en los de Puentes: ordenación rigurosa y científica, exposición de los procedimientos generales de cálculo que luego se aplican á ejemplos para hacerlos fácilmente asequibles, disposiciones prácticas constructivas; es decir, una acertada coordinación de principios teóricos y de datos experimentales y prácticos.

La naturaleza de los materiales, que tanto influye en la composición de los puentes, es la base para su separación en los dos grupos clásicos: puentes de fábrica y puentes metálicos. Los puentes de madera son un orden intermedio cuyo principal papel es el de elemento auxiliar de las construcciones.

Los puentes de hormigón armado están comprendidos, como es natural, dentro de los de fábrica. Así se completa la orientación iniciada en los cursos anteriores de no considerar á este material como cosa aparte y diferente de todas las demás, y que requiera un trato especial. Es de esperar que entre definitivamente en nuestro programa en la misma forma franca y decidida.

Los dos cursos, los de puentes de fábrica y los metálicos, se inician con unos conocimientos preparatorios que están trazados para ambos sobre la misma pauta. Los integran breves esquemas de la historia de los puentes, con el propósito, sin duda, de que descubriendo sus raíces y desarrollo, no parezca de formación espontánea la técnica moderna; una descripción orientadora de los elementos principales de un puente, y pensando inmediatamente en la ejecución de la obra, sigue la exposición de los datos esenciales para bosquejar un proyecto y hasta de los que hay que adquirir sobre el terreno y de los trámites administrativos para la construcción; se tocan, por último, dos puntos fundamentales, que son: las cualidades principales de los materiales que se van á usar en las obras de los puentes y el estudio de las cargas solicitantes que actuarán sobre ellos. Todos estos conocimientos no son, sin duda, estrictamente indispensables al cuerpo de la materia, y algunos tienen su lugar propio en otro sitio; pero, en cambio, gana con ellos la unidad y armonía del conjunto.

El estudio mecánico de los puentes, el constructivo y el de su ejecución con los medios auxiliares comunes son los tres puntos cardinales que se desarrollan. Nada que interese fundamentalmente á la técnica del Ingeniero se descuida ú olvida.

La forma geométrica es la adoptada para la ordenación de los puentes de fábrica en adintelados y abovedados. Los puentes de hormigón armado llenan casi por completo el primer grupo: placas sencillas, armadas con nervios, placas sobre varios apoyos y la composición de éstos. No se llega al pórtico sencillo ó múltiple como estructura completa.

La altura científica de estos cursos puede apreciarse en el estudio de las bóvedas. Al método de comprobación de Mery para las hiperestáticas no se le reconoce otro valor que el de una aproximación grosera y utilizable sólo en los tanteos iniciales. La teoría de la elasticidad es la que da el camino más seguro, aunque no sea tan cómodo y expedito. Si no, ¿cómo hubieran

podido construirse arcos de las proporciones de los suizos de Langwies y de Gmündertobel, el último de los cuales con 80 metros de luz y 35 de flecha tiene 1,20 metros de espesor en la clave y 2,13 metros (1) en los arranques.

Juntamente con esto, no se menosprecian detalles constructivos sobre los firmes, tímpanos, rótulas y juntas de dilatación, desagües, ni los relativos á la ejecución y sus medios auxiliares, como cimbras y andamios.

Los puentes metálicos están desarrollados también en forma cuidadosa y acabada. Es la especialidad del profesor Rohn, y con esto excusamos decir que es el punto que trata con mayor cariño. El profesor del Politécnico goza dentro de su clase de gran autonomía para disponer y arreglar la enseñanza como la crea más eficaz. Su gran autoridad en las materias que tiene á su cargo es la mejor garantía de acierto.

Los conocimientos fundamentales que abren el curso son análogos á los del precedente. La diversidad de los materiales impone ciertas diferencias, como es la de incluir el estudio del roblonado y una exposición más detallada en la enumeración de las cargas solicitantes, entre las que se incluyen, aparte de las consideradas ordinariamente, la originada por el frenado del tren y la que causa la fuerza centrífuga que hay que considerar para puentes de ferrocarril en curva.

Se ha procurado desarrollar el curso en la misma forma en que se escalonan los trabajos para la ejecución de la obra: primero, un bosquejo; luego, el estudio mecánico y constructivo, y por último, la ejecución. Dentro de cada una de estas agrupaciones se tiende á seguir también el camino de la realidad.

Así, decidida la elección del puente metálico, después de los bosquejos y comparaciones iniciales, decididas también las líneas generales de forma y dimensiones de la estructura, se comienza por el estudio mecánico y constructivo de la vía y tablero del puente descendiendo del conjunto á cada uno de sus elementos y detalles.

Corresponde después el lugar á los cuchillos principales, dándosele preferente á los de celosía, que se estudian con amplia generalidad, considerándolos como sistemas triangulados con articulaciones. Su cálculo se desdobra en uno inicial de tanteo que luego se afina y rectifica. Viene luego el estudio general de las barras y del modo de formarlas con los perfiles laminados usuales, prestándose atención especial á las sometidas á compresión. La manera de enlazar las barras, de unir las en los nudos y de empalmar y acoplar sus elementos, cierra esta parte relativa á los cuchillos en general. El estudio de las formas especiales de los cuchillos en los distintos sistemas de puentes es la continuación obligada: cuchillos de puentes de vigas rectas, de arco y colgados.

Para terminar el estudio mecánico y constructivo del puente faltan dos asuntos: los arriostramientos y las sustentaciones. La forma de tratar el primero es una prueba más de la elevada altura científica de estos cursos y que justifican, por sí y por otras causas concordantes, el prestigio universal del Politécnico. Los arriostramientos no se dejan al buen parecer, ni se abandonan en manos de hipótesis gratuitas, aunque cómodas. Ningún punto fundamental se olvida: ni la consideración del puente como estructura de tres dimensiones, ni el estudio elástico del marco rígido, caso particular de una estructura tubular, ni el estudio detenido de la rigidez transversal en un puente abierto en su par-

te superior y las consecuencias que acarrea para el pandeo de la cabeza comprimida de los cuchillos principales.

Aparte de incluir también lo especial de puentes metálicos oblicuos y en curva, se cierra el curso con el estudio de su despiece, el de los métodos de montaje (1), pruebas y conservación y el de los métodos de esfuerzo (2).

Insistiendo.—Los métodos de enseñanza del Politécnico de Zurich son sobradamente conocidos para que tengamos nosotros que detallarlos. Aquí hemos recogido solamente lo que hay de especial en los cursos que se nos señalaron.

Los apuntes y los libros de consulta.—Es sabido de todos, que las enseñanzas orales en el Politécnico se dan por conferencias del profesor. Los alumnos las toman literalmente, la mayor parte de las veces, porque todos, ó la gran mayoría, saben taquígrafía.

El profesor Rohn justifica el sistema por la imposibilidad de encontrar una publicación que siga á su paso el progreso de la técnica. En este sentido las revistas profesionales son las más adecuadas para estar al día de lo que se produce. No deja de reconocer, sin embargo, que, en determinados puntos, se ha llegado á cierto equilibrio duradero que podría y convendría recoger, para que fuera una guía firme de los alumnos; lo demás se completaría con las explicaciones orales.

No queremos discutir las ventajas del sistema ni su superioridad sobre el régimen del libro de consulta (no hablamos del de texto porque, al menos en su forma clásica, ya apenas existe entre nosotros). Nuestros alumnos conocen el asunto sobre que ha de versar la conferencia y completan con notas los conocimientos que tenían.

Se nos figura peligroso transplantar el sistema ajeno á nuestras latitudes. Primero, porque, si se hiciera, habría que hacerlo con todas sus raíces. Allí se sabe que no basta con que el profesor hable sobre un punto cualquiera para que los oyentes lo conozcan y aprendan; al mismo tiempo redacta y entrega notas sobre lo que le parece más necesario. Tiene también ayudantes, uno ó dos, como Rohn, que repiten sus explicaciones y aclaran los puntos oscuros.

La labor de un estudiante que tiene que seguir tres ó cuatro materias distintas por apuntes, es enorme, si ha de poner en limpio las notas sacadas en clase, realizando así el trabajo más beneficioso del sistema. Pero esto rara vez lo realizan y se limitan á releer los apuntes de clase, tomados rápidamente en taquígrafía, y muchas veces sin que pase por la inteligencia, porque la premura determina una transcripción puramente mecánica. Y conste que no hablamos por nosotros, sino por informes de los mismos alumnos del Politécnico.

Es notable el aprecio en que todos los estudiantes tienen sus cuadernos de apuntes. Se guardan y conservan como oro en paño. Allí es totalmente desconocida nuestra costumbre de desprenderse de ellos en cuanto se aprueba.

La experiencia nos ha enseñado que los apuntes y el gran trabajo que exigen tienen en España un enemigo poderoso: el sol. Es imposible negar su influencia ni padecerla más ó menos. Así ocurre que, al tratar de implantarlas, sucede una de dos cosas: ó las notas tomadas en clase por unos cuantos, de modo incompleto y hasta con errores de bulto, se releen por otros tantos más, y durante no mayor espacio que el que sirve de descanso,

(1) Es un arco armado, aunque el hierro no es teóricamente necesario para la resistencia del arco, pues sin ellos la carga máxima del hormigón sería de 31 kilogramos. Las armaduras sirven para garantizar la seguridad y estar á cubierto de defectos de construcción y de diversas causas (asiento de los apoyos, retracción del fraguado, etc.).

(1) Rohn. Folleto sobre este asunto.

(2) Idem. id.

y únicamente aquellos días que se estima necesario, ó, en otro caso, se decide la publicación de las explicaciones por un grupo de dos ó tres, quienes facilitan el trabajo á todos los demás.

Las raíces de tales degeneraciones del método son muy honradas, y acaso no de las menos importantes, la forma habitual de trabajar de los estudiantes españoles y que adquirieron en su enseñanza primaria y secundaria. Estas influencias son tan duraderas que aun descartadas algunas, como la que antes hemos citado, y aun favorecidas por ambiente propicio, subsisten; nosotros hemos conocido estudiantes españoles del Politécnico que preferían utilizar las publicaciones de mayor prestigio á escribirse sus apuntes.

Todo esto tiene por objeto mostrar algunos de los obstáculos que tendría la adopción del sistema de apuntes como sistema exclusivo de enseñanza. Se nos figura que merece la pena el decidir seriamente si, ante su vista, no convendría adaptarlo á nuestra manera de ser, con modificaciones profundas, pues en nuestro ambiente degenera en una farsa que es con frecuencia más perjudicial á la enseñanza que aquel que pretende reemplazar.

Nuestro teoricismo y el practicismo ajeno.—Se suele repetir frecuentemente que las escuelas extranjeras de ingeniería se distinguen de las nuestras en la orientación práctica de su enseñanza, que contrasta con la teorizante de la nuestra.

El autor de este trabajo no percibe claramente la diferencia, porque no concibe la técnica del Ingeniero sin la penetración, muchas veces confusa, de la teoría y de la práctica, hasta tal punto que no se puede deslindar y señalar dónde acaba la una y dónde empieza la otra.

Suponemos que, al hablar de la teoría, se alude al conjunto de principios que el profesor expone verbalmente, y que son la guía del alumno en sus trabajos prácticos. Por práctica se nos figura que quiere decirse el conjunto de la labor personal para aplicación de aquellos principios generales.

Nosotros no hemos apreciado tal diferencia entre nuestras enseñanzas y las de Zurich, en lo que se refiere á Puentes y á la Mecánica aplicada. Después de conocer el detalle de los cursos que hemos reseñado, su amplitud y elevación científica, ¿hay algún fundamento para sostener que nuestra enseñanza es más teórica que la otra? Una comparación detenida en todo caso da una consecuencia contraria; las enseñanzas del Politécnico abarcan varios puntos fundamentales á que no llegan las nuestras.

Conformes, pero no en el grado que se dice, en lo relativo á la parte práctica; los alumnos de Zurich hacen más ejercicios de aplicación que los nuestros; allí se presta una atención extraordinaria á la aplicación y al trabajo personal; se guía sus primeros pasos para que no haya dudas ni vacilaciones; por ejemplo: los enunciados de los pliegos de Mecánica se dan indicándose en ellos un esquema del desarrollo del trabajo para que sepa el orden que debe seguirse; se descende á ciertas indicaciones, como sobre la colocación de las figuras y hasta la escala aproximada que conviene, detalles que, seguramente, no los aceptarían de buen grado nuestros estudiantes. Cuando el asunto es de mayor complicación, el profesor mismo lo desarrolla con todo detenimiento y lo da resuelto á los alumnos y así disponen éstos de una pauta para los trabajos análogos, nunca iguales, naturalmente, que tienen que hacer ellos mismos. A medida que va adquiriendo práctica y seguridad, se le va soltando y dejando mayor libertad en su iniciativa. Pero siempre cuenta con los consejos é indicaciones del profesor ó los más asiduos de los ayudantes.

Nuestros alumnos de Mecánica y de Puentes desarrollan también una labor práctica intensa y fructífera. Aparte de las diferencias de menor cuantía que hemos señalado, no creemos en supe-

rioridad manifiesta ajena que tantas veces se repite. Al contrario de esto, es notable, como puede comprobarse con la comparación detallada, la mayor cultura teórica de las explicaciones oficiales. Y, á pesar de todo, la afición, con las ampliaciones que busca, restablece fácilmente el desnivel.

Para terminar.—Nuestra Escuela de Caminos, por su constante preocupación para mejorar y remozar su enseñanza, merece nuestro aplauso sincero y entusiasta.

Con las visitas de sus profesores á las mejores escuelas extranjeras iniciadas hace varios años, y las que han comenzado á realizar los ingenieros jóvenes á la terminación de sus estudios, se está renovando y perfeccionando; los resultados son ya visibles en la orientación general y en las mejoras que adquiere en todos los órdenes.

Pero es necesario que en la evolución se sea concienzudo, para no padecer, aunque fuera transitoriamente, las consecuencias de experimentos y de inquietudes de reformas. Sin olvidar nunca, porque en nuestra humilde opinión es fundamental, la especial psicología del estudiante español, para mejorar las condiciones de su carácter, en lo que sea necesario, y para aprovechar sus excelentes cualidades útiles.

Al poner fin á este trabajo deseamos hacer una indicación. Se han realizado repetidas visitas oficiales á varios centros de enseñanza ingenieril del extranjero. Nosotros hemos llegado al conocimiento de lo que son y de lo que valen. Allí, en cambio, se nos desconoce casi por completo. Produce sorpresa al enterarse, por ejemplo, que en Madrid hay tranvías eléctricos, y no digamos la admiración que ocasiona la noticia de que está en construcción un metropolitano y que lo ejecutan Ingenieros españoles exclusivamente. Aprovechando alguna ocasión, por ejemplo, la inauguración del Laboratorio de electromecánica, ¿por qué no se invita y hasta costeada la devolución de nuestras visitas? Se nos figura que algo aprenderían los sabios profesores y también, y mucho, los estudiantes, si convivieran con los nuestros. Pero ganaría sobre todo el buen nombre de España. Porque de insistir tanto nosotros mismos en menospreciar lo nuestro han llegado los demás á despreciarlo.

A. DEL AGUILA Y RADA.

Apuntes del profesor Rohn.—Mecánica aplicada á las construcciones:

Número 1.—Determinación del centro de gravedad de algunas figuras planas por el teorema de momentos.

Número 2.—Determinación analítica de algunos momentos de inercia y centrífugo.

Número 3.—Relaciones entre los momentos de inercia y centrífugos de figuras planas respecto á ejes concurrentes.

Número 4.—Cálculo de las cargas unitarias en un hierro en \square solicitado por una fuerza axial.

Número 5.—Cálculo de las cargas unitarias tangenciales en secciones rectangular, circular y en doble T.

Número 6.—Determinación de las dimensiones de una viga recta solicitada por el tren normal de fuerzas.

Número 7.—Determinación de los esfuerzos axiales de una armadura Polonceau solicitada por la acción del viento, mediante el método de Cremona.

Número 8.—Cálculo analítico de los esfuerzos en una viga recta con celosía triangular solicitada por cargas verticales.

Número 9.—Cálculo analítico de una viga semiparabólica de 55 metros de luz para un puente de ferrocarril de doble vía y una acera volada.

Número 10.—Cálculo de un pórtico en celosía apoyado sobre dos rótulas.