

señanza de la Escuela de Caminos variadas excursiones escolares, que éstos realizan en compañía de los profesores, casi todas dentro de España, para conocer las obras más importantes en ingeniería de la nación y en general cuanto interesa aprender en viajes de instrucción perfectamente organizados.



Los alumnos de Geología en Sierra Morena. (Año 1925.)

Fot. Hernandez Pacheco.

Se aprovecha para esto íntegra la cifra consignada en el presupuesto de la Escuela para auxiliar a alumnos y profesores en los viajes; pero no bastaría al número y extensión de las que todos los años se realizan, si las Compañías de ferrocarriles no facilitasen generosamente, como lo hacen, los transportes, proporcionando todo género de comodidades, que la Escuela agradece vivamente.

En los *Anuarios* de la Escuela se hace un extracto de lo más interesante de la relación detallada que de estos viajes hacen los profesores, que se varían de unos años a otros; porque si bien en todos lados se acoge a los excursionistas con gran cordialidad, no se debe abusar de esta benevolencia.

Los mismos alumnos vienen dando cuenta en esta REVISTA de algunas de las excursiones que realizan, que dan idea de su gran utilidad.

En general, los alumnos de primer año visitan obras y fábricas para conocer los materiales de construcción (cementos, yesos, canteras, etc.); los de segundo año hacen excursiones geológicas; los de tercer año visitan fábricas de materiales metálicos; los de cuarto año, instalaciones hidroeléctricas, obras de riegos, caminos y excursiones artísticas; los de quinto año visitan obras de puentes y de estructuras metálicas y, finalmente, los alumnos de sexto permanecen varios días en los servicios, para, según hemos dicho, tomar los datos del proyecto de fin de carrera.

De este modo se logra que los alumnos de la Escuela de Caminos, al terminar sus estudios, conozcan toda España, por haberla recorrido durante su carrera, con lo que se fomenta, además, la cultura general que en los viajes se adquiere, de la cual se cuida mucho la Escuela, desde los exámenes de ingreso, en los que uno de los ejercicios sirve para comprobar dicha cultura, tan necesaria para el pleno desarrollo y equilibrio del conjunto de facultades que integran la personalidad humana.

Los excelentes resultados que se logran con la aplicación de estos métodos de enseñanza se comprueban al terminar la carrera, pues desde el primer momento se encuentran los ingenieros de Caminos en condiciones de prestar servicios útiles a la industria, no sólo en la de su especialidad profesional, sino en la de otras ramas de la Ingeniería, debido a la base técnica solidísima que se les da en la Escuela.

Vicente MACHIMBARRENA
Director de la Escuela de C., C. y P.

DE ARQUITECTO A INGENIERO

Hace unos días, en esta REVISTA, un ingeniero ha salido en defensa de la estética de una ciudad bellísima: Toledo. No habría ésta de peligrar si cuantos trazaran obras en ella tuvieran la sensibilidad que en su cordial escrito descubre el Sr. Machimbarrena, bien de acuerdo, por cierto, con las últimas posiciones en estética.

Sin discurrir ahora sobre si en Toledo se debe construir un puente, sólo me propongo, con las líneas que siguen, interesado por la indicación que hace a los ingenieros el autor del artículo, aconsejándoles la colaboración con artistas, consignar una pequeña aclaración, si es que lo es, sobre las relaciones que ingeniero y arquitecto pueden tener en la compenetración de sus esfuerzos para producir la obra *una*, e insistir ligeramente en algunos conceptos de arquitectura que en tal colaboración se manifiestan con vivacidad.

* * *

Arquitectura, en su sentido más puro y esencial, arte, y el arquitecto es únicamente artista. La

utilidad de la Arquitectura es un accidente de ella y no otra cosa.

Pero arte es armonía, y la Arquitectura es sólo eso: armonía. Esta cualidad reside en la Naturaleza. El artista es, puramente, un medio que ordena algunos acordes de la integral sinfonía del Universo. Es el espejo que muestra o la turmalina que filtra.

La obra del ingeniero pelea contra la Naturaleza y la vence; mejor dicho, armoniza en ella. Existir es armonizar con el medio, y vencer también es armonizar.

El ingeniero, cuando lo es hasta lo más hondo de su ser, es, inconscientemente, un artista.

La Mecánica descansa en algunos postulados geniales. Los matemáticos que tuvieron su intuición fueron los númenes de la ingeniería, los precursores.

Pero la intuición es el razonamiento del poeta; y es aquí donde el mecánico es artista, es arquitecto: ordena y crea.

Y, además, los postulados de la Mecánica tienen la misma inestabilidad que las reglas del Arte.

La fórmula mecánica es una expresión genial de

una armonía de la Naturaleza. Esta es, también, la famosa armonía del número: armonía de la cantidad y la unidad.

Cuando el ingeniero trabaja, sencillamente va desarrollando esa armonía que en la fórmula reside, y así es artista; su obra nunca será trivial, y es bella siempre.

Pero, de esta manera, el ingeniero constructor es artista sólo inconscientemente. Y esto es claro, porque cuando el ingeniero tiene consciencia de la armonía que realiza, es arquitecto; donde empieza ese conocimiento empieza la Arquitectura.

Pero hay que ponderar este último concepto.

Cuando acaba la fe ciega en otro, en la fórmula, y empieza el yo; cuando termina la rutina y la sensibilidad comienza, es cuando la Arquitectura empieza.

Porque, afortunadamente, en los tratados no está todo previsto; no está todo hecho de antemano. Siempre hay soluciones a elegir, coeficientes que enumerar y, finalmente, lo inesperado. Entonces, el continuar requiere iniciativa: he ahí Arquitectura. Al preferir la solución más bella, el ingeniero es arquitecto; y en esta elección, tanto ha de intervenir el cerebro como el corazón; tanto los principios como el sentimiento. El ser artista no es otra cosa. Y el sentimiento mandará a los principios; el artista sabe que si entre ambos hay contradicción es el sentimiento lo firme.

* * *

Pero la realidad es que el ingeniero, terminado el estudio de su proyecto, piensa en que lo tiene que realizar en el natural; entonces le acomete como una especie de pudor ingenuo: su concepción le parece una forma desnuda y sosa, y pretende cubrirla con unas molduras y unos postizos. Y así suele ocurrir que, precisamente, cuando el ingeniero cree que comienza a hacer Arquitectura, es cuando empieza a dejar de hacerla.

Entonces, acaso, el ingeniero acude al arquitecto, que llega para vestir al desnudo; pero lo que éste así hace no es, no puede ser nunca—¡nunca!—Arquitectura, sino confitería, o sastrería, o como quiera llamarse.

Al pensar en manifestar su obra en el natural bellamente, el ingeniero, no sin cierta sorpresa, tropieza con la necesidad de trazar alguna moldura.

Cómo encuentra, entonces, su mano balbuciente; cómo requiere toda su sensibilidad. Le extraña, al principio, que tan pequeña cosa exija tanta perspicacia, y por último, ve en ella un singular medio de expresión.

El hallazgo es así, porque la moldura es tan de la realidad que sólo al realizar es comprendida.

Es, en Arquitectura, lo que en Literatura el abecedario.

* * *

El arquitecto traza en el ambiente; es en él en donde ha de manifestar su pensamiento. Para dibujar en el ambiente emplea las molduras.

Las masas, en definitiva, las acusan las molduras, las modelan, las manifiestan.

A veces las molduras faltan; pero su silencio es otra molduración.

El color es matizado por las molduras, que juegan con sus irisaciones.

Las leyes de la luz formaron la molduración, y

por eso todos los matices se han podido agrupar en los tipos de molduras que se enseñan en las escuelas.

Estos tipos no son patrones distintos entre los que hay que elegir, sino características distintas de una misma cosa que se ponen de manifiesto. Tienen el mismo valor que los que en Física se dicen *estados* de los cuerpos, que son matices entre valores de una escala.

En molduras hay también desde la más densa pesantez a la más ingrátida ligereza; desde el sólido a la materia radiante.

La moldura se baña en la luz y la quiebra en su sombra. La detiene, la muestra, la oculta, la matiza, la abrillanta y la niega.

La dulcifica o la contrasta, la transparenta o la ensombrece; hace en ella todas las tintas y la conmueve en todas sus posibilidades. La moldura es el prisma de los clarososcuros y descompone la luz en sus mil intensidades.

Es brava en sus filos, blanda en sus planos segundos, intensa en sus oscuros.

Nada es en el papel, donde yacen inertes sus perfiles, y es el todo en la obra.

Da en la luz el tono con la intención de sus vuelos y el timbre con su *calidad*.

La calidad la da el material, y con ella el color y nuevas armonías.

Ama la luz y la conoce, y se pliega a su forma para modularla.

Su perfil lleva la huella del arquitecto con lo más íntimo de su sensibilidad.

Hay la *grafología* de las molduras. La destreza, la escuela, las influencias artísticas y los propósitos del arquitecto están en la moldura que traza. Así como en todas las obras de un pintor o escultor hay, a pesar de su diversidad, una semblanza profunda, así son semejantes todas las molduras que un arquitecto perfila.

La moldura requiere en el artista destreza en el dibujo y sentido claro de la luz.

Serán distintas las molduras, para frente al sol, para contraluz, para interiores, para países lluviosos, para luz de cielo limpio, para latitud diversa, y para las distintas horas del día, y aun para la noche, y también para medios artificiales: luz de lámparas, luz Moore...

Rodin era un gustador de molduras y llamaba *doucine* a la moldura francesa.

La moldura española podríamos llamarla *jogosa*, suponiendo que sea la moldura barroca la que nos caracterice.

La moldura barroca es violenta, fuerte, airosa, contrastada, ágil, picante, briosa y decidida, y en ella hay un matiz en que todo esto lo es más apasionadamente: la moldura *criolla* del que se llama Arte Colonial.

La moldura *criolla* la hace el cielo de América con el trazado español.

La moldura plateresca es sonriente; también podríamos llamarla *doucine*, o mejor, *dolce*; por eso dura poco entre nosotros.

La moldura moderna es trivial, híbrida de mil injertos.

La moldura árabe apenas vuela; es tímida por respeto a la luz, al sol; es tímida por amor.

La moldura asturiana es ruda e ingenua; es un balbuceo latino con acento regional.

Las molduras románicas son las ajorcas de esmal-

te que quieren hacer amables las viriles edificaciones.

Las góticas son amplias y multiformes, como la Naturaleza.

La moldura romana es; no se parece a nada: es.

La moldura romana hace unos *standart* de la luz de Atenas para que la puedan disfrutar sus provincias.

* * *

Armonía interior: Mecánica; expresión exterior: color y forma. He ahí la Arquitectura.

Pero, volviendo a la desnudez de su proyecto y al ingenuo pudor del ingeniero: ¿Qué es lo que éste echa de menos en su obra? ¿Qué le falta?

En la fórmula mecánica sólo intervenían fuerzas y números. ¿Pero dónde entraba la variable del color, del lugar de situación? ¿Dónde sus formas? ¿Dónde la luminosidad del aire y, en fin, todo lo que puede ser recogido por el sentimiento y que escapa a la razón y que forma también la obra de arte?

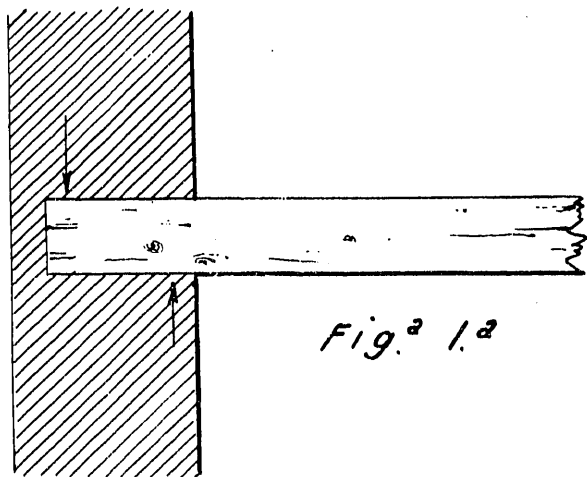
Teniendo en cuenta esos elementos desde el principio de su concepción, es como el ingeniero, arquitecto, hará una obra de arte, una obra bella.

Y si la obra, superior a los individuos y más perdurable que ellos, ha de realizarse con la colaboración de artífices especializados en sus diversos matices, es en ese momento de concebirla cuando debe de comenzar a la *par* el trabajo del ingeniero y del arquitecto para obtener un resultado armonioso.

Enrique COLÁS HONTÁN
Arquitecto

Vigas empotradas en muros

Se procura dar a las vigas maestras que forman parte de los entramados horizontales una fuerte entrega en los muros que las reciben; buscando el empotramiento en ellos, teniendo en cuenta el aumento de resistencia que de este modo se consigue. Como el empotramiento, generalmente, dista mucho de ser perfecto, se calculan a lo sumo como piezas semiempotradas, adoptando un coeficiente medio entre los correspondientes al empotramiento perfecto en la sección de arranque y al apoyo en la sección central, en lo que hace referencia a momentos flectores, de donde



resulta que todas las situaciones comprendidas entre estas dos extremas se engloban en una sola idea, con una sola palabra, por el arte de magia de un prefijo.

Con lo que sigue tratamos de encontrar los efectos correspondientes a esas situaciones intermedias, para poderlos tener en cuenta en los casos prácticos.

Supongamos (fig. 1.ª) una viga con una entrega suficiente en el muro y tratemos de apreciar la realidad para deducir la hipótesis que nos ha de servir de punto de partida; supongamos aplicada a esta viga una carga, que en lo que sigue supondremos uniformemente repartida; la carga da lugar a reacciones en los apoyos y a la deformación de la viga; la reacción inferior, suponiendo el muro prácticamen-

te incompresible, ha de dar una resultante próxima al paramento, tanto más cuanto más deformable sea la pieza o, lo que es lo mismo, cuanto menor sea su momento de inercia, puesto que la deformación tiende a levantar la cabeza separándola del asiento y aplicándola contra la parte superior del hueco que le sirve de alojamiento; los mismos efectos combinados dan lugar a que la reacción superior dé una resultante muy próxima al extremo de la viga, que es, al mismo tiempo, donde mayor resistencia presenta el muro. En definitiva, «las vigas obran en estos huecos como palancas de primer género», y su estudio elástico se reduce al de una pieza prismática recta apoyada en cuatro puntos simétricos dos a dos y cargada uniformemente en el tramo central.

Ya veremos cómo a esta condición hipotética se le da prácticamente valor real absoluto.

El estudio elástico se hace muy fácilmente en este caso aplicando el teorema de Castigliano en el apoyo extremo izquierdo y descomponiendo la reacción vertical Y en los apoyos intermedios, en dos componentes, una la isostática Y_1 , si existiera solamente el tramo central, y la otra Y_2 que proviene de la existencia de los tramos extremos y que vale precisamente la reacción en ellos, según nos dicen las ecuaciones de la estática

$$2Y - 2Y_1 - pl = 0$$

de donde

$$Y = Y_1 + \frac{pl}{2} = Y_1 + Y_2$$

De la misma manera, representaremos por M_i el momento isostático en los puntos del tramo central.

Con estas notaciones, las leyes de variación de los momentos flectores en los tres tramos, tomando por origen de coordenadas el apoyo extremo izquierdo, son las siguientes

$$\begin{aligned} x=0 \quad \left. \begin{array}{l} x=l_1 \end{array} \right\} M &= -Y_1 x \\ x=l_1 \quad \left. \begin{array}{l} x=l_1+l \end{array} \right\} M &= -Y_1 x + Y_1(x-l_1) + M_i = -Y_1 l_1 + M_i \\ x=l_1+l \quad \left. \begin{array}{l} x=l+l_1 \end{array} \right\} M &= -Y_1 x + Y_1(x-l_1) + Y_1(x-l-l_1) = \\ &= Y_1(x-l-2l_1) \end{aligned}$$