



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
SECRETARÍA DE RECTORÍA
DIRECCIÓN DE IDENTIDAD UNIVERSITARIA
COLEGIO DE CRONISTAS

INGENIEROS CIVILES Y PUENTES



*Dr. en Ing. Horacio Ramírez de Alba
Cronista de la Facultad de Ingeniería*

SR

Secretaría de Rectoría

2018

i
Dirección
de Identidad
Universitaria



COMITÉ EDITORIAL, Colegio de Cronistas:

1. M. en Dis. Ma. del Carmen García Maza
Cronista de la Facultad de Artes
2. M. A. S. Héctor Hernández Rosales
Cronista de la Facultad de Antropología
3. Arq. Jesús Castañeda Arratia
Cronista de la Facultad de Arquitectura Y
Diseño
4. M. en C. Ernesto Olvera Sotres
Cronista de la Facultad de Ciencias
5. M. en D. A. E. S. Andrés V. Morales Osorio
Cronista de la Facultad de Ciencias
Agrícolas
6. M. A. P. Julián Salazar Medina
Cronista de la Facultad de Ciencias
Políticas y Sociales
7. Dr. en C.P. y E. Alfredo Díaz y Serna
Cronista de la Facultad de Ciencias de la
Conducta
8. Mtra. en C. Ed. Francisca Ariadna Ortiz
Reyes
Cronista de la Facultad de Contaduría y
Administración
9. Dr. en D. Joaquín Bernal Sánchez
Cronista de la Facultad de Derecho
10. Dr. en E. Jaime Sáenz Figueroa
Cronista de la Facultad de Economía
11. M. en A. M. Victoria Maldonado González
Cronista de la Facultad de Enfermería y
Obstetricia
12. Dr. en G. Carlos Reyes Torres
Cronista de la Facultad de Geografía
13. Dra. en H. Cynthia Araceli Ramírez
Peñaloza
Cronista de la Facultad de Humanidades
14. Dr. en Ing. Horacio Ramírez de Alba
Cronista de la Facultad de Ingeniería
15. Mtro. en E.N. Rubén Hernández Argüello
Cronista de la Facultad de Lenguas
16. L. A. E. Elizabeth Vilchis Salazar
Cronista de la Facultad de Medicina
17. M. en C. José Gabriel Abraham Jalil
Cronista de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia
18. C. D. José Trujillo Ávila
Cronista de la Facultad de Odontología
19. Dra. en U. Verónica Miranda Rosales
Cronista de la Facultad de Planeación
Urbana y Regional
20. Dr. en E. T. Gerardo Novo Espinosa de los
Monteros
Cronista de la Facultad de Turismo Y
Gastronomía
21. M. en E. S. Elena González Vargas
Facultad de Química
22. L. en A. Donaji Reyes Espinosa
Cronista del Plantel "Lic. Adolfo López
Mateos" de la Escuela Preparatoria
23. M. en E. L. Federico Martínez Gómez
Cronista del Plantel "Nezahualcóyotl" de la
Escuela Preparatoria.
24. Lic. en H. Jesús Abraham López Robles
Cronista del Plantel "Cuauhtémoc" de la
Escuela Preparatoria.
25. M. en E. P. D. Maricela del Carmen Osorio
García
Cronista del Plantel "Ignacio Ramírez
Calzada" de la Escuela Preparatoria.
26. Dra. en C. Ed. María de Lourdes Sánchez
Estrada
Cronista del Plantel "Ángel Ma. Garibay
Kintana" de la Escuela Preparatoria.
27. L. L. E. Lidia Guadalupe Velasco Cárdenas
Cronista del Plantel "Isidro Fabela Alfaro"
de la Escuela Preparatoria
28. M. en E. P. Christian Mendoza Guadarrama
Cronista del Plantel "Dr. Pablo González
Casanova" de la Escuela Preparatoria.
29. M. en D. Noé Jacobo Faz Govea
Cronista del Plantel "Sor Juana Inés de la
Cruz" de la Escuela Preparatoria.
30. M. en Ed. Germán Méndez Santana
Cronista del Plantel "Texcoco" Escuela
Preparatoria.
31. Mtra. en H. Ilse Angélica Álvarez Palma
Cronista del Plantel "Almoloya de
Alquisiras" de la Escuela Preparatoria
32. C.P. Carlos Chimal Cardoso
Cronista del Centro Universitario UAEM
Atlacomulco.



33. Dra. en C. A. Sara Lilia García Pérez
Cronista del Centro Universitario UAEM
Ecatepec
34. Dra. en A.P. Angélica Hernández Leal
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Nezahualcóyotl
35. Mtro. en C. Pablo Mejía Hernández
Cronista del Centro Universitario UAEM
Temascaltepec
36. Dr. en Arql. Rubén Nieto Hernández
Cronista del Centro Universitario UAEM
Tenancingo
37. Dra. en Ed. Norma González Paredes
Cronista del Centro Universitario UAEM
Texcoco.
38. M. en E. V. Luis Bernardo Soto Casasola
Cronista del Centro Universitario UAEM
Valle de Chalco
39. L.A.E. Guadalupe González Espinoza
Cronista del Centro Universitario UAEM
Valle de México
40. M. en C. Ed. Ma. del Consuelo Narváez
Guerrero
Cronista del Centro Universitario UAEM
Valle de Teotihuacán
41. Dr. en Soc. Gonzalo Alejandro Ramos
Cronista del Centro Universitario UAEM
Zumpango
42. L. en Hist. Leopoldo Basurto Hernández
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Huehuetoca
43. L. en N. Rocío Vázquez García
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Acolman
44. L. en T. Agripina del Ángel Melo
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Chimalhuacán
45. M. en A. Karina González Roldán
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Cuautitlán Izcalli
46. Dra. en C. Ana Lilia Flores Vázquez
Cronista de la Unidad Académica
Profesional Tianguistenco
47. M. en S.P. Estela Ortiz Romo
Cronista del Centro de Enseñanza de
Lenguas
48. M. en G. D. Cesar Alejandro Barrientos
López
Cronista de la Dirección de Actividades
Deportivas
49. Dr. Rubén Mendoza Valdés
Cronista del Instituto de Estudios Sobre la
Universidad
50. L. En Com. Leoncio Raúl León Mondragón
Cronista de la Escuela de Artes Escénicas

COMPILADORES:

M. en D. Jorge Hurtado Salgado, Director
de Identidad Universitaria

L.L.I. Claudia Velázquez Garduño
Responsable del Área de Divulgación,
Difusión y Gestión de la Calidad de la DIU

M. en E. P. D. Mónica Vela Cuevas
Responsable del Área de Apoyo al Colegio
de Cronistas.

Ingenieros civiles y puentes.

*Dr. en Ing. Horacio Ramírez de Alba
Cronista de la Facultad de Ingeniería*

Los estudios profesionales en ingeniería civil tuvieron un primer periodo de desarrollo en el Instituto Científico y Literario entre los años de 1870 a 1900. Estos estudios se reanudaron en 1956 ya en la UAEM, lo que daría lugar a la actual Facultad de Ingeniería. Una de las construcciones emblemáticas de la ingeniería civil son los puentes, por lo que generalmente es materia de los estudios de esta rama de la ingeniería. Recordar que en España no existe la denominación de Ingeniero Civil, sino Ingeniero de Caminos, Canales y Puentes. En este escrito se recuerdan los inicios de la enseñanza relativa al diseño de los puentes en la Facultad de Ingeniería de la UAEM a través de dos de los profesores que impartieron el curso correspondiente.

Ing. Fernando Fossas Requena

El primer curso de puentes lo impartió el ingeniero Fernando Valdivia Polanco, sin embargo por razones de trabajo no pudo continuar para ciclos posteriores por lo que se le asignó el curso al ingeniero Fernando Fossas Requena. Conocido profesionalista en el área del diseño y construcción de puentes al nivel nacional. Para sus alumnos, entre ellos el que esto escribe, se presentó como el prototipo del ingeniero civil. Siempre pendiente de su trabajo, su plática invariablemente versaba sobre la ingeniería y casi se puede decir que respiraba ingeniería. El mensaje que nos dejaba con su actitud se puede resumir de la siguiente manera: vive de y para su profesión. Además, tomaba la enseñanza como un deber, como medio de transmitir su experiencia profesional, en fin, desarrollaba su actividad con intensidad



y pasión. En aquellos tiempos los cursos eran anuales por lo que era usual, en la mayoría de los cursos, que la actividad académica en los primeros meses fuera de menor intensidad, en el caso del ingeniero Fossas no fue así, desde el inicio los temas fueron tratados a plena profundidad.

El ingeniero Fossas explicaba los antecedentes y los tipos de puentes de una manera exhaustiva y docta. Por ejemplo explicaba que en la Roma imperial se desarrollaron las bases de la ingeniería de puentes. Los ingenieros de esa época tomaban como precepto que los puentes, y cualquier otra obra, eran tan durables y resistentes como su cimentación. Es decir requisito indispensable para la resistencia y durabilidad de un puente es una buena cimentación, para lo cual la ingeniería romana desarrolló sistemas muy sofisticados para cimentar los puentes como las pilas profundas que exigían desviar la corriente de los ríos o construir ataguías o diques para dejar en seco el área de trabajo, en seguida hacer excavaciones profundas hasta llegar a la roca madre o por lo menos a un estrato resistente. Para impedir que las paredes de las excavaciones se colapsaran desarrollaron ingeniosos adelantos como los tablaestacados o la construcción de cajones de hormigón hidráulico (capaz de endurecer aún bajo el agua) La ingeniería romana se basó en preceptos tácitos y empíricos, no lograron desarrollar el álgebra y la aritmética que les hubiera dado posibilidades en cuestiones analíticas.

5

Explicaba el ingeniero Fossas que la ingeniería romana llegó a América por medio de España. En particular, en lo que hoy es México durante la Colonia se construyeron puentes con las técnicas romanas, algunos de ellos se encuentran aún en servicio. Esos puentes fueron concebidos para el paso de carretas, animales y personas, mientras que ahora deben soportar el paso de vehículos pesados. Como ejemplos se daban los casos de los puentes de Lerma de 1656 (Estado de México) y de Acámbaro de 1788 (Guanajuato) ambos para cruzar la corriente del Río Lerma, así como el puente de Lagos de Moreno, Jalisco de 1857 y el llamado Puente Grande en San Juan de los Lagos, Jalisco construido de 1788 a 1820. Solía apuntar durante sus explicaciones que los criterios y técnicas desarrolladas por los ingenieros romanos seguían en uso.



Al tratar los desarrollos de la ingeniería moderna se refería, ya sea durante la clase o en charlas extra clase, a casos específicos de puentes famosos. Entre ellos los construidos por Gustavo Eiffel en Europa, por ejemplo el Puente María Pía (1875-1877) para salvar la corriente del Río Duero en Porto (Oporto), Portugal. En el claro principal el puente tiene un arco con una luz de 180 m, el gran arco es de alma abierta apoyado en los extremos por medio de grandes pernos que funcionan como articulaciones. El arco es de sección variable, de menor tamaño en los apoyos y la mayor en el centro del claro. Explicaba el ingeniero Fossas que uno de los aspectos que más preocupaban a los diseñadores del puente eran las fuerzas del viento. Lo cual era una preocupación constante para Eiffel que de hecho años más tarde, en 1881, se colapsó un puente diseñado por su empresa durante el proceso constructivo.

Sin embargo Eiffel debe más su fama a la torre construida en la ciudad de París y que lleva su nombre (1887-1889), resulta interesante saber que Eiffel proyectó en la parte superior de la torre un laboratorio para medir los efectos del viento que al parecer este tema fue para él una preocupación constante. Agregar que los intelectuales de ese tiempo se opusieron a la construcción de la torre al establecer que era contraria a la fisonomía e historia de la llamada Ciudad Luz. Los opositores se conformaron cuando se les dijo que la torre sería desmantelada una vez que pasara la Exposición Universal, cosa que como sabemos no ha ocurrido.

Otro caso mencionado por el ingeniero Fossas fue el puente de Brooklyn (1885-1891) como ejemplo de cómo los ingenieros deben manejar y sortear dos de los grandes retos de la ingeniería: la seguridad y la incertidumbre. Su creador el ingeniero John Roebling examinó varios accidentes que habían ocurrido en puentes colgantes, particularmente los problemas que tuvo el puente de Menai en País de Gales debido a las fuerzas del viento y la falla del puente colgante en Wheeling, Virginia del Oeste. Identificó los problemas relacionados con estos puentes y aprendió como corregirlos.

Resulta importante agregar algunos datos particulares e interesantes ocurridos en el desarrollo de este proyecto. El diseño fue debido al ingeniero John Roebling, que



previamente había desarrollado la tecnología para la fabricación de cables de acero a partir del trenzado de alambres delgados. Resulta que durante la construcción de los cimientos del puente, estando supervisando los trabajos para la construcción de una de las pilas (soporte), no advirtió que una embarcación con materiales para la construcción se acercaba. El costado de esa embarcación le prensó un pie y le dejó una fea herida, el ingeniero sin embargo, estoico por origen y profesión, no quiso ser atendido y siguió sus labores, días después se le declaró el tétanos, y como en ese tiempo se desconocía la cura, murió en medio de espantosos dolores.

La obra del puente fue retomada por su hijo de nombre Washington (Detalle revelador que muestra el apego de su padre a su nueva patria que siendo de origen Alemán, desarrollo su profesión en Estados Unidos). Este personaje, Washington Roebling, cumplió con su tarea eficientemente hasta que una rara enfermedad lo dejó inmóvil, esto ocurrió a consecuencia de que pasó mucho tiempo inspeccionando los grandes cajones de cimentación, Caisson según el término francés que los describe, que para evitar que la presión del agua y el suelo saturado colapsara las paredes del cojón, se sometía a presión interior equivalente a tres o más atmosferas. Los obreros trabajaban pocas horas en esas condiciones y eran remplazados, para evitar problemas de salud los trabajadores se sometían a una precompresión para ingresar y al salir eran sometidos gradualmente a una decompresión, tal como se hacía con los buzos. Al parecer Washington Roebling no se sometió a tales precauciones y a consecuencia enfermó y se limitó a ver como proseguía la obra desde la ventana de su departamento en Brooklyn sentado en una silla de ruedas. La obra finalmente fue concluida por su esposa de nombre Emily. Ella no contaba con formación técnica, pero tenía una intuición natural para las tareas prácticas y era magnífica administradora, además había estado cerca de los trabajos desde el inicio, al lado primero de su suegro y luego de su esposo. El puente finalmente se concluyó y es considerado como una de las obras más emblemáticas de la ingeniería civil. Se puede decir que resultó, al mismo tiempo, una tragedia y un triunfo para la familia Roebling.



Como dato curioso, resulta que el puente a pesar de su solidez y resistencia fue objeto de un rumor de que estaba colapsando cuando unas 20 mil personas estaban sobre la estructura, causando el pánico y la lamentación de personas muertas y heridas. El puente en realidad estaba intacto, o sea se trató de una fatal falsa alarma.

Actualmente el puente, además de portar un tránsito intenso de automóviles (su diseño original fue para el paso de carretas jaladas por animales y un tranvía eléctrico), es un atractivo turístico, gran cantidad de visitantes lo cruzan caminando, trotando, corriendo o en bicicleta para disfrutar de las vistas de la ciudad de Nueva York. Resulta que en uno de los pilares a la altura de la calzada colocaron una gran placa metálica que declara al puente como “Sitio histórico de la ingeniería civil”, y se mencionan como sus creadores a John y Washington Roebling. El que sabe de cómo se logró la culminación del gran puente se pregunta ¿Y Emily? No se explica por qué no se le da el crédito debido a la persona que finalmente culminó con la obra.

Por otro lado, el ingeniero Fossas, participó en la traducción del libro *Engineers and ivory towers*, cuyo título en español resultó *Ingenieros y las torres de marfil*. El autor fue Hardy Cross que entre otros méritos desarrolló el método de análisis que lleva su nombre y que fue utilizado profusamente en la enseñanza y la práctica de la ingeniería (por ejemplo en el proyecto del edificio Empire State en la ciudad de Nueva York) hasta que se desarrollaron programas de cómputo para esa tarea. El libro es uno de los pocos que existían en esa época sobre los aspectos conceptuales y filosóficos de la ingeniería. El ingeniero Fossas incluyó en la traducción numerosas notas de pie de página de su autoría para explicar y extender las ideas del autor en función de la práctica de la ingeniería en nuestro país. Tales notas bien pudieron formar otro libro.

Se transcriben en seguida algunas de esas notas debidas al ingeniero Fossas:

Ya antes se hizo un comentario relacionado con ese gran ingeniero estadounidense que ha sido subestimado, juzgado a la ligera, y aun vituperado y vilipendiado:



Teodoro Cooper. Cuando se estaba construyendo el primer puente de Quebec, de triste memoria, y Cooper era el ingeniero en jefe, cayó enfermo, por lo que tuvo necesidad de dejar la obra para ir a curarse lejos. Algunas semanas transcurrieron y, a medida que progresaba el montaje, se notó que uno de los elementos de las armaduras tenía una curvatura que tendía a aumentar. Al percatarse de la irregularidad, el ingeniero superintendente indicó que iba a revisar el análisis del elemento, y en forma simultánea y por correspondencia, se informaba lo anterior a Cooper en su lecho de enfermo. Poco tiempo después, el superintendente notificó que los cálculos del elemento eran correctos, y que continuase la obra, sólo para morir él mismo con 81 personas más, aplastados por la estructura, en tanto que casi inmediatamente después del colapso, se recibía un telegrama de Cooper, escrito la víspera, ordenando la suspensión de los trabajos y el retiro de todo el personal del puente. (Cross, 1998 p 83)

Predecir. Anticiparse a los hechos. Tomar en cuenta lo que no ha sucedido, pero que puede acaecer, así como las probabilidades de que acontezca y las consecuencias de ello; no presentimientos que obliguen a gastos desproporcionados y a dimensiones inusitadas, sino previsión de las realidades probables, siempre dentro del marco de la verdadera economía. Tarea de superhombres, de profetas, no de astrólogos ni brujos o quiromancianos; y, sin embargo, parte vital e indispensable de la labor del ingeniero. Prever si va a ocurrir una tormenta, un incendio, una creciente de un río, un sismo, y de ser así, de qué intensidad, y muy particularmente, sus efectos y resultados. Y saber que la naturaleza no perdona los errores, las omisiones, los descuidos. Que si las hipótesis fueron desacertadas, las consecuencias serán funestas. (Cross, 1998 p 97)

El ingeniero Fossas evaluaba su curso mediante el desarrollo de un proyecto completo de un puente, incluyendo los estudios previos, el cálculo, el programa de obra y el presupuesto. Había que entregar la memoria de cálculo y los planos estructurales con todos sus detalles. En la parte de los estudios previos pedía a sus alumnos hacer un levantamiento topográfico completo en una zona de algún cause



de un río como posible cruce para un puente. El grupo en que tocó participar al que esto escribe, trabajó en el Río Lerma en la zona de Ixtlahuaca. Se recuerda que nadie quería meterse a la corriente para obtener los datos de la profundidad. Finalmente los compañeros convencieron al que esto escribe y resulta que la corriente lo arrastró, sin dejar de mofarse le acercaron el estatal para medir como pértiga salvadora. El empapado estudiante sintiéndose víctima arremetió contra sus compañeros con lo que tuvo a mano, o sea el estatal, sin faltar los improperios.

Para concluir se transcribe otra de las notas de pie de página del ingeniero Fossas en el mencionado libro que refleja muy bien su pensar y sentir acerca de su profesión.

A los que amamos los puentes, y les hemos consagrado una parte importante de nuestra vida, nos da tristeza que las hermosas estructuras situadas en los caminos y en las vías férreas sean vistas únicamente desde la calzada, y sólo en contadas ocasiones, gracias a las curvas del camino, puedan observarse desde otro punto de vista. Se dice en tono burlón que en un puente de la población de Lagos, en el estado de Jalisco, se ha puesto la inscripción: "Este es un puente y se pasa por arriba" Quien aprecia la belleza y la utilidad inherente de estas construcciones quisiera que, de cuando en cuando por lo menos, los puentes se pasaran por debajo o por lo menos por un lado para así aquilatar su utilidad, valor y sus cualidades estéticas. Más aún, como mucho del atractivo de estas estructuras se encuentra no sólo en la obra terminada sino en su ejecución, desearía que como la música y la danza (que se realizan tanto en el tiempo y en el espacio), los puentes pudieran verse siempre en sus diversas etapas de ejecución. (Cross, 1998 p 43)

Ing. Rafael Maldonado Sánchez

Se le asignó el curso de puentes después de que el ingeniero Fossas tuvo que dejarlo por cuestiones de trabajo. Por lo tanto el que esto escribe lo conoció de forma indirecta y no como su alumno. Pero se tuvo ocasión de tener acercamientos académicos que permitieron conocer sus métodos de enseñanza que en términos generales eran parecidos a los de su antecesor, pero el ingeniero Maldonado tenía



sus propias formas para enseñar a base de explicaciones precisas y detalladas, así como la atención personal a cada alumno. Su memoria privilegiada le permitía tener presente lo que cada alumno había preguntado en clases anteriores y las respuestas que se le habían dado.

Tocó escuchar una conferencia a cargo del ingeniero Maldonado en la que explicó importantes desarrollo de puentes de grandes dimensiones construidos en México. Por ejemplo el Puente Ing. Fernando espinosa de 300 m de longitud con una estructura metálica ortotrópica con dos grandes apoyos inclinados. Se construyó en la autopista Guadalajara-Zapotlanejo para cruzar el Río Santiago en un punto que se ha denominado la *Barranca del Miedo* por su gran profundidad, 135m. El Ing. Maldonado se refirió de forma particular al sistema de montaje de la estructura metálica mediante un ingenioso sistema de cables. Otro caso tratado fue el diseño y procedimiento de construcción del Puente Mariano García Sela de 368m de longitud en la autopista México-Veracruz para cruzar la barranca de Metlac en Fortín de las Flores (Paisaje que inmortalizó el artista José Mará Velazco) En este caso explicó cómo se construyeron las dos altas pilas huecas de 110m de altura y el montaje de las traveses metálicas de cinco metros de peralte usando un sistema de voladizo mediante una grúa móvil

Tocó también al que este escribe participar como revisor de algunos trabajos de tesis que el ingeniero Maldonado dirigió. En particular se recuerda el trabajo de tesis que hizo un pasante de nombre Héctor Huicochea Alanís. Consistió en una recopilación y ampliación de los apuntes de clase del propio ingeniero Maldonado, e incluyó varios ejemplos de cálculo de diversos elementos característicos de los puentes. El ingeniero Huicochea desde entonces ha dedicado su vida profesional al diseño y construcción de puentes en una importante empresa mexicana del ramo.

En el año de 2003 el que eso escribe, en su carácter de cronista de la Facultad de Ingeniería, realizó un trabajo que se intituló *Presencia de La Facultad de Ingeniería, UAEM*. En seguida se transcribe lo que se escribió sobre el ingeniero Maldonado en la parte de *Homenaje a los que se han ido* (Ramírez, 2003 p 43).



La asignatura de puentes estuvo desde el inicio a cargo de destacados ingenieros. Cuando el ingeniero Fossas tuvo que dejar el curso por cuestiones de trabajo le sustituyó el ingeniero Rafael Maldonado Sánchez, que no demeritó en nada la labor de su antecesor.

El ingeniero Maldonado, para fortuna de esta Facultad, era uno de esos casos de apasionamiento por su profesión. Además de sus actividades de alta responsabilidad en la Dirección de Puentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, compartía sus conocimientos con los estudiantes de varias instituciones de educación superior en la Ciudad de México, en Tampico y en Toluca. Después de impartir la clase de puentes en esta Facultad, que duraba todo el día en una sola sesión semanal, partía al aeropuerto para trasladarse a Tampico y llevar sus enseñanzas desde las alturas de la montaña hasta la costa, en la misma modalidad, es decir, una clase semanal de seis horas.

No solo era un magnífico ingeniero por dentro, sino también en su aspecto exterior. Vestido con traje oscuro bien cortado, corbata discreta bien combinada, con portafolio en mano, caminar distinguido y firme, imprimía la imagen de una persona dedicada a lo suyo que respeta y ama su actividad. Sus alumnos no tenían más remedio que cumplir; hacer de forma seria y lo mejor posible las asignaciones de su enseñanza, entre los que destacaba el proyecto final consistente en el diseño completo de un puente. Así ayudó a formar a muchos ingenieros en el arte de la concepción, diseño, detallamiento y realización de las obras, aspectos indispensables en todas las ramas de la ingeniería civil, particularmente en los puentes. Varios de sus alumnos siguieron su vida profesional en las diferentes actividades relacionadas con los puentes.

Tan intensa actividad llegó a minar la salud del ingeniero Maldonado, casi sin lograr una etapa de descanso murió el 7 de febrero de 1996; se le puede considerar un mártir de la ingeniería de puentes, si hubiera un canal de comunicación con la eternidad, seguramente sabríamos que el ingeniero Maldonado se encuentra encargado de diseñar y construir los puentes que allá se requieren y de enseñar a otros su arte.



Comentarios adicionales

Se mencionó que los dos maestros antes referidos basaban su evaluación principalmente en la elaboración, por parte de los alumnos, de un proyecto completo para un puente. Se mencionan ahora algunos de los aspectos implícitos en esa tarea. En cuanto al trabajo de numérico se recurría a la regla de cálculo, instrumento sencillo pero muy útil y práctico que a base de su uso frecuente el alumno se volvía sumamente hábil en su manejo. La regla de cálculo tenía limitaciones, una de ellas era la exactitud, lo usual era lograr tres cifras significativas, es decir, si el resultado exacto de hacer una operación fuera por ejemplo 38.26317 con la regla de cálculo se podía obtener 38.3. Algunas reglas de las consideradas grandes, con más subdivisiones en las escalas, permitían distinguir hasta cuatro cifras, pero en muchas ocasiones uno se conformaba solamente con dos. Sin embargo esto no tenía repercusiones significativas debido a que en la mayoría de los problemas de ingeniería, esa aproximación es suficiente. Por ejemplo, si los números anteriores se refieren a una longitud en centímetros no se comete mucho error si en lugar de reportar 38.26317cm, se dice 38.3cm o bien 38cm.

Otra limitación era la posición del punto decimal; no se podía obtener automáticamente como ahora es rutinario con las calculadoras electrónicas y las computadoras. Por ejemplo, si se multiplica 0.382 por 4.036, cuyo resultado exacto es 1.541752, con la regla de cálculo lo que se obtiene en primera instancia es la sucesión de números: 154. Se tenía entonces que definir si se trataba de 0.154, 1.54 o 15.4. Esto que aparentemente era una desventaja, resultó benéfico para los que aprendimos ingeniería con esos métodos, pues ayudaba a tener presente el orden de magnitud esperado, lo cual ayuda a no cometer errores. En la actualidad, los estudiantes y los profesionistas tienden a creer ciegamente en los resultados de la calculadora o la computadora, aunque en ocasiones sean incongruentes con la realidad.

Después del trabajo numérico había que pasar los resultados al papel, o sea los planos. Esto exigía muchas horas de trabajo de dibujo y desveladas para entregar



a tiempo. El plano debería contener varias vistas del puente por construir como un todo, luego el detalle de cada una de sus partes, además de las características de los materiales y su cuantificación. En particular se dibujaba cada tipo de varilla (barras de acero corrugadas) con sus dobleces y traslapes. El resultado era un pliego de papel saturado de información, todos los rincones y espacios quedaban ocupados. Era tanto el empeño que se ponía que al terminar el o los planos se transformaban en parte del estudiante, es decir se les tomaba aprecio. Por eso se veía con pánico e injusticia que el profesor sin miramientos señalara los errores con un grueso bicolor, usando el color rojo para ello.

A la distancia se puede establecer que aquellos planos hechos para aprobar el curso de puentes, resultaban un buen acercamiento a ese arte de representar una obra por construir con todos sus detalles en una cantidad de información gráfica sorprendente. Aquellos grandes pliegos de papel albanene se trabajaban en los clásicos “restiradores” usando los instrumentos básicos del dibujo como eran la regla T, las escuadras, el escalímetro y el compás. Se hacían primero a lápiz y luego a tinta china utilizando un “tira líneas” que había que calibrar previamente para no incurrir en manchas e imprecisiones. El asunto de las notas y especificaciones era tema aparte, había que utilizar un lenguaje claro pero breve, al estilo de los telegramas. Para dibujar las palabras tenía uno dos opciones utilizar plantillas que llamábamos *leroy* (por la marca de estos aditamentos) o bien trazar a mano teniendo como guías líneas a lápiz que después se borraban. En particular se prefirió la segunda alternativa aspecto que sería de gran ayuda en los primeros años de actividad profesional pues se trabajó en una empresa de fabricación de estructuras metálicas, donde además de los planos estructurales había que hacer los planos de taller que casi era, y es, equivalente a representar en el papel, con todos sus detalles, lo que será una pieza física. Ahora, en la era de las computadoras, los dibujos se hacen de forma digital y las notas y letreros también. Se puede llegar a una sofisticación nunca antes alcanzada, pero para los que vivimos la época anterior nos parece que la parte artística y el toque humano y personal se perdió.



El que esto escribe, a riesgo de quedar fuera de lugar, se permite agregar que su contacto con los puentes ha seguido tanto en el ámbito docente como el profesional. Se participó en el diseño de varios puentes de estructura metálica para caminos en la Sierra Gorda de Querétaro, en el diseño de puentes de concreto armado de claros cortos para comunidades rurales y en proyectos de rehabilitación y refuerzo de puentes existentes, en particular el caso del Puente Monte Líbano que libra la Barranca de Tecamachalco en el límite del Estado de México con el Distrito Federal.

Terminar con lo que posiblemente se debió iniciar, el asunto de si deben ser los puentes o las puentes. En el Español antiguo era *la puente*. Cerca de Xico, Veracruz existe un poblado que se llama Las Puentes, lo cual se asocia con las muchas corrientes de agua que existen en la zona y los muchos caminos con puentes para cruzarlos. En la actualidad algunos obreros de la construcción, principalmente los albañiles de edad avanzada, se refieren a la obra de “la puente”, por ejemplo se les ha oído decir algo como: “oiga inge cuando me va a traer la varilla para la losa de la puente”. En alguna ocasión escribí que dadas las características básicas de estas estructuras como son su función de unir y comunicar, y que se asocian con lo noble y valioso, se opina que les correspondería en rigor el artículo femenino.



Referencias

- Cross, Hardy (1998) *Ingenieros y las torres de marfil*. McGraw-Hill
- Ramirez de Alba, Horacio (2003) *Presencia de la Facultad de Ingeniería UAEM*. Universidad Autónoma del Estado de México.



Universidad Autónoma del Estado de México

*“2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del
Estado de México”*