

Aprendizaje, práctica inicial y consultoría en la ingeniería civil colombiana

Learning, Initial Practice and Consultancy in Colombian Civil Engineering

Recibido 4 de abril de 2008, aprobado 15 de abril de 2008.

Alberto Sarria Molina

Profesor Emérito (retirado), Universidad de los Andes. Bogotá, D.C., Colombia.

asarria@uniandes.edu.co ✉

PALABRAS CLAVES

Criterio, egresado, ingeniería, deficiencias, duración, formación, tutoriales.

KEY WORDS

Engineering program, duration, judgment, practice, student, tutorial teaching.

RESUMEN

Se explora la posible incidencia que puede tener en la formación de conocimiento y criterio del joven ingeniero, la reducción de la duración del tiempo de estudio de la ingeniería civil en Colombia con las restricciones de diverso orden que imponen las nuevas modalidades de contratación de estudios y diseños por parte del sector público.

ABSTRACT

The main object of this paper is to explore the incidence, in the civil engineering practice, of the bidding processes that are producing the suspension of many consulting and construction projects. New circumstances spin around low bidding cost evaluation and a very brief time to be done. This affects the possible training of the young engineers.



Foto: Nicolás Borja

INTRODUCCIÓN

El balance entre las componentes, profesional, humanística y básica en los programas de ingeniería civil es un tema sobre el cual no es fácil llegar a acuerdos. Nadie puede negar que la formación en ciencias básicas es una necesidad para el ingeniero; pero las ciencias no son la razón de ser de la ingeniería. Esto hay que entenderlo y no siempre es expedito. Ciencias como la física, la química y las matemáticas sirven como herramientas para darle solución racional a algunos problemas que se presentan en el ejercicio profesional de la ingeniería civil. Esa parte, siendo importante, posiblemente lo es menos que la correspondiente al incremento de la capacidad de abstracción que unos buenos cursos le darían al futuro profesional. Esto no debe entenderse en el sentido de que la capacidad de abstracción no resulta viable si no se desarrolla dentro de esas disciplinas. Para obtener una mejor visión de lo que debe ser un Estado que promueva oportunidades para todos, los aspectos relacionados con antiguas civilizaciones y los conceptos que les permitieron dejar un imborrable legado a la posteridad, deben hacer parte de la formación del futuro ingeniero.

Si al futuro ingeniero civil se lo entrena únicamente en el hacer y no en el pensar para mejorar la capacidad de hacer, se cae en el individuo que se convierte en un eficiente personaje para repetir indefinidamente una actividad. Tal puede ser el caso de un ingeniero que se dedica a manejar un determinado programa de computador y llega a dominar los alcances de ese

programa. Pero si le dicen que colabore en la identificación y, con mayor razón, que colabore en la mejora de las deficiencias, se dará cuenta que está maniatado. Tendrá que leer, ya no manuales, sino aspectos relacionados con los detalles técnicos del programa y las situaciones que les dan origen.

Si al futuro ingeniero civil se lo entrena únicamente en enfoques analíticos de la dinámica de fluidos, si la comprensión del comportamiento estructural o de los suelos sólo se quiere ver desde el punto de la mecánica del continuo, si el transporte y las vías se convierten únicamente en la modelación de escenarios de riesgo y, en general, así en otros campos, el joven profesional se distorsiona y al intentar trabajar queda desubicado, sin capacidad de compenetrarse con temas elementales, que en los inicios de la actividad profesional son la mayoría de lo que se debe hacer en el día a día. Por otra parte, si el entrenamiento consiste en manejar gráficas, tablas y programas de computador, en la práctica se convierte en alguien que posiblemente resuelva rápido problemas prefabricados pero no hará aportes cuando surgen situaciones nuevas.

Entonces, ¿cuál es el balance correcto? Tal vez no hay una respuesta única para esa pregunta. Es posible que la respuesta para el ingeniero europeo o norteamericano no necesariamente tenga que coincidir con la que correspondería al ingeniero latinoamericano o al ingeniero africano. Sin embargo, hay una componente técnica mínima en la formación de cualquier ingeniero civil del planeta.

Es de interés particular el caso del ingeniero colombiano, porque nuestro país sigue marcando muy bajo en el conjunto de su infraestructura. En algunas componentes no hemos progresado sino retrocedido de manera alarmante. Piénsese en el estado de las vías de las ciudades colombianas y particularmente en las de Bogotá. Tramos de carretera, como el de Guaduas-Villeta, mantienen las mismas condiciones geométricas de hace treinta o más años, pero el tráfico se ha incrementado de manera impresionante con fuerte participación de los grandes camiones. Y esta ruta es básica para la competitividad que tanto necesitamos para adquirir los compromisos de un TLC con Estados Unidos, lo mismo que la vía a Buenaventura.

En un pasado no muy lejano, había firmas de consultoría establecidas para permanecer. En la actualidad no hay muchas firmas con tradición y experiencia. Hay una gran cantidad de empresas efímeras que aparecen como consecuencia de una unión temporal y se prolongan para uno o dos contratos y desaparecen; en la mayoría de los casos, se contrata por valores insuficientes para cumplir el objeto del trabajo. A ese mercado se debe vincular el joven egresado. Si el dinero no alcanza para el dueño, menos para un empleado en la escala más baja de la componente profesional; como el presupuesto es muy bajo, no hay oportunidad de revisar el producto, salen malos diseños y la efímera escuela para el joven profesional tiende a ser inexistente o, peor aún, una mala escuela.

ANÁLISIS DE LOS GRANDES PROBLEMAS DE LA INGENIERÍA CIVIL NACIONAL

En la Universidad de los Andes se ha mantenido un marcado interés por analizar los grandes problemas de la ingeniería nacional, con énfasis en todo lo relacionado con la construcción pero en los cuales se han cubierto temas de otras especialidades. Para tal efecto, se convocaron y realizaron los siguientes foros: [1] “La ingeniería colombiana frente a la competencia extranjera”, en abril de 1983. [2] “Incidencia de las tarifas de los servicios de ingeniería en algunos avances tecnológicos”, en julio de 1984. [3] “Empleo,

subempleo y desempleo en la ingeniería colombiana”, en diciembre de 1984. [4] “La universidad y la consultoría colombiana”, en 1987. [5] “Aspectos relacionados con la formación técnica de los ingenieros”, en 1987. [6] “Problemática de la ingeniería nacional en el presente y el futuro a corto y mediano plazo”, en 1998 (el cual se realizó junto con FONADE). Además de estos foros, la Sociedad Colombiana de Ingenieros y algunas de sus filiales han realizado reuniones para tratar temas de los grandes problemas de la ingeniería nacional. Además, también es posible que en otras universidades del país se hayan hecho foros similares (aunque el objeto de este documento no es recopilar información al respecto).

A los foros fueron invitados centenares de ingenieros y funcionarios público, y asistieron más de doscientos profesionales que en las mesas redondas analizaron y propusieron remedios a una gran cantidad de problemas que fueron expuestos. De entre las muchas conclusiones, se identifican grandes temas que aparecieron de manera recurrente y son vigentes en la actualidad.

Un tema se refería a la desconexión entre el sector académico y el ejercicio profesional. Otro tema, a la pérdida de la capacidad de convocatoria de la profesión. La relación entre universidades y consultoría fue un tema central en todos los foros. Se mencionaba en ellos el antagonismo entre la profesión y entidades del sector público, a cargo los recursos para la infraestructura, anotando que los mismos colegas que en su actividad privada cuestionaban a los funcionarios públicos, al llegar a altas posiciones, proponían ideas o tomaban decisiones aún más complicadas para el ejercicio profesional que las de aquellos a quienes antes criticaron. Casi en la totalidad de los foros se anotaron las deficiencias de los presupuestos de las obras públicas y de las escalas salariales para los servicios de consultoría, mencionando que esto afectaba la creación de empresas de ingeniería y la consolidación de muchas existentes.

Los grandes temas anotados siguen presentes en la ingeniería civil actual. La convergencia hacia la solución de conflictos de un apreciable número de contratos

y los errores manifiestos como en la contratación del túnel de La Línea, muestran que la ingeniería civil nacional sigue sin una dirección definida, al mismo tiempo que indica una magnificación del antagonismo entre la profesión y el sector público, que es el principal contratante. Las quejas por la participación de la universidad colombiana en trabajos de consultoría rutinarios o en actividades diferentes a las académicas son incuestionables en la actualidad, al tiempo que la reducción de los programas profesionales a cuatro años fue una decisión poco conocida entre los ingenieros que ejercen su profesión. La casi segura apertura de licitaciones con presupuestos muy inferiores a los costos reales incita a los ingenieros a ofrecer servicios de consultoría o a participar en actividades de construcción en condiciones que no se pueden cumplir. Si de esto no están enterados los altos funcionarios, a quienes el gobierno confía la responsabilidad de su planeamiento, significa que en lugar de mejorar se ha retrocedido.

DURACIÓN DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA DEL INGENIERO CIVIL

Hasta hace poco menos de medio siglo, los estudios de ingeniería duraban un mínimo de seis años. Hubo absurdos intimidatorios como el año integral, en el cual si un estudiante no aprobaba alguna materia debía repetir todas las del año. Este exabrupto desapareció y, por fortuna, donde lo hubo fue más o menos efímero. El estudiante de ingeniería civil iniciaba su carrera afianzando las matemáticas, la física y la química durante unos dos y medio años para seguir con un bloque de ciencias de la ingeniería que incluía lo relacionado con la mecánica de materiales, los fluidos, la electricidad y la termodinámica. El programa se iba profesionalizando a partir del cuarto año con las vías de comunicación, las estructuras, la ingeniería sanitaria, la hidráulica y las centrales eléctricas. Tenía entre cuarenta y cuarenta y cinco cursos de un semestre con una dedicación de unas cuatro horas de clase a la semana. Cada año se dividía en dos semestres con una duración mínima de dieciséis semanas de clases. Varios

cursos tenían sesiones de laboratorio o de prácticas, y existían proyectos con prácticas de campo.

Más adelante, la influencia del sistema educativo de los Estados Unidos se fue implantando en Colombia y los programas de ingeniería se redujeron a cinco años. En la Universidad de los Andes se adoptó el sistema de créditos académicos, que luego se generalizó a las otras universidades. En los nuevos esquemas desaparecieron la geometría, la trigonometría y el álgebra, y aparecieron otros relacionados con métodos numéricos y lenguajes de programación. Ahora, se comienza a imponer un esquema de estudios de cuatro años para el aprendizaje de las bases de la ingeniería.

Los cambios en los programas o metodologías de la enseñanza no se aprecian de inmediato. En Colombia el resultado de los programas de seis o cinco años, con sus bondades y deficiencias, se pudo evaluar en varias décadas. Para hacer lo propio con los programas de cuatro años se requieren por lo menos diez años; de tal manera que, por ahora, es imposible hacer cualquier tipo de apreciación sobre este trascendental tema. El hecho de que en Estados Unidos y otros países el esquema de los cuatro años haya sido benéfico no es un argumento sólido para pensar que en Colombia también lo será.

Tiene que haber una diferencia entre un programa de seis años y uno de cinco y, con mayor razón, con respecto a uno de cuatro años; aunque no es posible decir que un estudiante promedio aprende en un programa de cuatro años el 67% de lo que aprendería en uno de seis años. La metodología y la rigurosidad académica institucional desempeñan un papel básico en lo que podría denominarse el aprendizaje del estudiante. No hay una relación directa y los tiempos cambian, y necesariamente en la vida académica también hay cambios; por ejemplo, además de reducirse la duración total de los estudios, ahora los semestres también son más cortos. En resumen, en unos cuarenta y cinco años, la enseñanza de la ingeniería pasó de seis a cuatro años, es decir de doce a ocho semestres, con la particularidad de que ahora los semestres también se han recortado.

En el pasado, las deficiencias en la preparación académica del ingeniero civil se podían subsanar con una escuela de formación que se lograba en las firmas de ingeniería. El joven profesional trabajaba allí con ingenieros de más experiencia y conocimiento, en un proceso tutorial que se iniciaba con diseños de obras muy elementales que poco a poco lo iban llevando a abordar diseños más complejos, integrados en proyectos variados. Aunque había rotación en el grupo de ingenieros jóvenes, no era raro que el recién egresado permaneciera en una firma dos o tres años, en los cuales se entrenaba de manera muy favorable para su futuro profesional.

ÉXITOS Y FRACASOS EN EL PASADO

Participando en la formación universitaria primero de seis y luego de cinco años, complementada con una práctica bajo la supervisión y tutoría de colegas más experimentados, muchos ingenieros en la actualidad ya retirados participaron en el planeamiento, diseño, construcción y puesta a punto del sistema eléctrico nacional, de acueducto y alcantarillado de las ciudades y poblaciones de Colombia. Participaron además en el diseño y construcción de plantas industriales, vías urbanas y rurales, y edificaciones variadas para el sistema educativo, la red hospitalaria y demás necesidades de infraestructura de la comunidad nacional. Esta época que se inició a mediados de la década 1950-1960 y se prolongó hasta finales de la década 1970-1980, comenzó a cambiar y sufrió una radical alteración en la década de 1990 a 2000.

Hubo dificultades en la ejecución de estudios y diseños, agravadas por la tradicional carencia de recursos del Estado que no podía cubrir a tiempo el pago de las cuentas de los servicios de ingeniería. A las firmas les tocaba acudir a los bancos y se anotaba que esto alteraba las condiciones pactadas; en algunos casos se lograron arreglar situaciones anómalas. No era frecuente sino más bien extraño el tener que llegar a los estrados judiciales para dirimir diferendos o deficiencias en la ejecución de los contratos.

Un balance general de los resultados obtenidos muestra éxitos y fracasos, como en cualquier actividad en la que intervenga la especie humana. Sin embargo, estas cohortes de ingenieros fundaron grandes empresas cuyo conocimiento acumulado fue parte sustancial del patrimonio nacional. Las firmas de consultoría desarrollaron la capacidad de abordar el estudio y diseño de proyectos de gran envergadura, con muchos y disímiles componentes.

Algunas firmas de ingeniería fueron forzadas, por los términos de referencia que expedían las entidades públicas, a hacer uso de asesores extranjeros para suplir la falta de experiencia de su personal en determinadas actividades. El Banco Mundial y el BID exigían esas colaboraciones a firmas que requerían mejorar su experiencia. Se estimulaba así una distribución más o menos equitativa del trabajo por realizar. Entre los asesores extranjeros, vinieron verdaderos expertos que compartieron su conocimiento con los ingenieros nacionales; aunque también llegaron algunos que no eran expertos. Hubo una transferencia de conocimiento que resultó muy importante para la ingeniería nacional y para el país en general. De esta transferencia de conocimiento, salieron favorecidos una gran cantidad de ingenieros jóvenes de aquellas épocas.

Un proyecto hidroeléctrico, el estudio y diseño de una vía, de un acueducto o un alcantarillado importantes, se iniciaban a partir de contratos que duraban un mínimo estimado de un año; muchos estudios duraban dos o más años. Es evidente que en esa época no se contaba con programas de computador que permitieran acelerar ciertas tareas rutinarias como el cálculo de volúmenes de movimientos de tierra, la evaluación de caudales, el análisis de estructuras sencillas y muchas otras actividades que, en la actualidad, no se concibe ejecutarlas a mano de manera rutinaria. En esos estudios aparecían muchas obras menores similares pero con características propias gobernadas por la topografía o condiciones particulares. Piénsese en el estudio de una vía de 50 kilómetros; se analizan diferentes alternativas de trazado y aparece una gran cantidad de cortes y rellenos, alcantarillas para man-

tener el flujo de aguas superficiales y puentes con dimensiones y cimentaciones diferentes, hay muros de contención y alternativas de pavimentos, además de señalizaciones y variadas obras de protección. Sólo parte de esto es sistematizable en la actualidad.

Un proyecto se organizaba bajo la responsabilidad de un ingeniero director de proyecto que debía contar con la experiencia necesaria para racionalizar el ensamblaje de las componentes, para llegar a un sistema final apropiado. El joven ingeniero era pasado por diferentes especialidades de la ingeniería civil y eso ayudaba en gran manera a afianzar conocimientos y a aquilatar su buen criterio profesional. Con el paso del tiempo, los principiantes se iban convirtiendo en ingenieros muy hábiles y eficientes en el diseño de obras hidráulicas, de vías, de pavimentos, de estructuras de edificaciones variadas; otros se movían por la evaluación de caudales, de tránsito automotor, de ensayos de laboratorio y variadas actividades. Lo descrito se acoge muy bien a lo que puede entenderse como un programa de mejoramiento continuo para el joven profesional.

Se podría suponer que esta labor podría llegar a conformar un tipo de especialización práctica de los jóvenes ingenieros, en la cual la tutoría y el intercambio de ideas con colegas de diferentes especialidades conducían a una ambiente con una fuerte componente académica, pues las firmas contaban con buenas bibliotecas suscritas a revistas técnicas variadas; era frecuente que al joven profesional le asignaran lecturas para profundizar en la solución de los problemas que iban apareciendo en los proyectos. No se sabe si estos entrenamientos eran generalizados en Colombia, pero a partir de las conversaciones con muchos colegas, ahora de la muy vieja guardia, el autor de este documento se atreve a afirmar que muchas firmas lo hacían. Era famosa la introducción que muchos consultores le hacían al joven prospecto: “aquí no se va a volver rico, no le podemos pagar muy bien; pero, más bien es usted el que debiera pagarnos porque le vamos a enseñar”.

Es pertinente la siguiente pregunta: ¿qué clase de resultados produjo esa especie de escuela? Nuestro sistema vial nunca satisfactorio y ahora obsoleto, en buena parte, se hizo bajo ese esquema de estudios y diseños. Los sistemas eléctrico y de interconexión nacional se produjeron dentro del mismo esquema. El diseño y la construcción de pavimentos de las ciudades principales se desarrollaron igual, lo mismo que los aeropuertos del país. Algunos puentes y los sistemas de acueducto y alcantarillado, hoy en plena actividad, también se ejecutaron así. El balance es bueno, aunque hayan ocurrido errores.

POSIBILIDAD ACTUAL DE INCREMENTAR EL CONOCIMIENTO Y EL BUEN CRITERIO

En la actualidad, los estudios y diseños se licitan mediante convocatorias públicas. En ocasiones los términos de referencia imponen condiciones absurdas y se convierten en documentos sospechosos que permiten colegir que se quiere favorecer a alguien. Los tiempos previstos son muy cortos y los presupuestos casi siempre insuficientes, por lo cual resulta imposible cumplir el objeto del contrato con los recursos financieros asignados. Los ingenieros se ven forzados a licitar, se estimula de esta manera la rapiña y el fracaso queda anunciado desde el principio.

Entrenar ingenieros inexpertos en estas circunstancias es prácticamente imposible. Entonces, ¿quién tomará el liderazgo de la ingeniería civil nacional? Nadie lo sabe y en el sector público parece que este tema es irrelevante o tal vez ni siquiera se ha considerado. Pero el tema es fundamental para el futuro de la ingeniería civil de Colombia. Si esto implica una pérdida de relevancia de la ingeniería civil colombiana frente a la extranjera, el gran perdedor es el país.

Ahora, el joven profesional se engancha con un salario integral para colaborar en uno de esos proyectos de corta duración. Téngase en cuenta que abundan las firmas constituidas no tanto para durar o cumplir una misión, sino para hacer lo que aparezca. Es muy

probable que sea en estas firmas efímeras donde le resulte trabajo al joven e inexperto ingeniero. A los pocos meses ya sabe que tiene que conseguir otra opción porque la labor está por terminar. Mientras busca y sufre, no parece haber tiempo ni cabeza para leer un artículo o parte de un libro. En este contexto incierto y complejo, no se puede pensar en tutorías que mejoren su formación profesional y la obsolescencia técnica se convierte en una posibilidad altamente probable. El precario ingreso no alcanza para hacer aportes a la seguridad social y se tiene que olvidar de que algún día envejecerá y la consecución de trabajo será todavía más difícil con la posibilidad de una vejez vergonzante.

El joven ingeniero debe buscar opciones y adquiere uno o varios programas de computador que permiten sistematizar cálculos de diferente índole y se convierte en alguien que se ve tentado a comprometerse en labores que pueden requerir una madurez técnica de la cual carece. Posiblemente, aprenda a usar esos programas que en muchos casos demandan cierto conocimiento y madurez para seleccionar los parámetros requeridos. Me comentaba un amigo que en una curaduría le solicitaron a un novel calculista que verificara la estabilidad al vuelco de un edificio. El hombre no encontró una opción en el Sap que se encargara de aquello y hasta allí llegó. La poca estática que aprendió pronto se olvidó porque ante todo hay que sobrevivir.

Por el rezago de algunos de sus componentes de nuestra infraestructura, serán necesarias grandes inversiones en vías, aeropuertos, puertos, generación y transmisión eléctrica, oleoductos, adecuación y regulación de ríos, sistemas de transporte masivo, reconstrucción de las mallas viales de las ciudades y dotación de vivienda para un gran número de personas. La ingeniería nacional verá aparecer en creciente número empresas asiáticas, europeas y norteamericanas que ofrecerán sus servicios para resolver estos problemas; con mayor razón si se aprueban los tratados de libre comercio que se ventilan con varios países. A los ingenieros nacionales les será difícil

conseguir empleos dignos en grupos que llegan con la mayor parte del trabajo ejecutado en el exterior.

Es probable la llegada de empresas muy sólidas desde el punto de vista técnico, respaldadas por una larga y comprobada experiencia, además con el apoyo de poderosos bancos. ¿Qué requisitos tendrán que cumplir esos ingenieros para ejercer en Colombia? Según la reciprocidad de los tratados de libre comercio deberán cumplir lo que se les pide a los ingenieros nacionales, simplemente su grado. ¿Y a los de aquí que intenten ejercer allá, qué se les pedirá? Se les obligará a cumplir los requisitos a sus ingenieros. En Estados Unidos son estrictos y dejarían por fuera casi a todos los ingenieros colombianos. Aquí ya conocemos el caso de empresas de ingeniería extranjeras que llegaron a ejecutar contratos llave en mano de alto costo y alguna complejidad; más tarde, comenzaron a licitar pequeñas obras. Una generalización de esta situación puede ser demoledora para la ingeniería civil nacional.

Es difícil pensar que los jóvenes ingenieros civiles que logren ingresar a los consorcios internacionales que se encargarán de diseñar, construir y operar las grandes obras de infraestructura que hoy son urgentes, tengan la oportunidad de recibir un esquema de formación complementaria a la universitaria mediante tutorías a cargo de ingenieros experimentados. No es imposible, pero esto es improbable. Para los que se gradúan con programas de cuatro años y no hacen estudios de posgrado será todavía más difícil lograrlo.

CONCLUSIÓN GENERAL

Las consideraciones presentadas indican que si no mejora el ejercicio profesional para los ingenieros civiles en Colombia hasta tal punto que se logre alguna estabilidad, no habrá posibilidades de subsanar en el trabajo inicial las deficiencias con que se egresa de las universidades. Lo que ocurra con egresados de carreras profesionales de cuatro años todavía no se puede analizar. Si el gobierno de turno, el actual y los que vienen, no se enteran de los vacíos que se están formando en la profesión, el país será el gran perdedor.