

CAPITULO IV

LA CRISIS EN LA FORMACION DE INGENIEROS

Ingenieros sin ingeniería

Para abordar el tema propuesto ahora, es menester repasar lo dicho anteriormente. El Rector de la Universidad de Buenos Aires en la década de 1860, don Juan María Gutiérrez, fue el precursor de la creación del Departamento de Ciencias Exactas, ya que esa universidad tenía por aquellas épocas sólo dos departamentos: el de estudios preparatorios y el de jurisprudencia. Las ciencias médicas se impartían en una escuela de medicina independiente de la universidad. Muy enjundiosas son las prédicas del Rector Gutiérrez y muy bien fundados los pedidos al entonces gobernador de Buenos Aires, notándose en todos los escritos la tendencia a que ese departamento se debía ocupar de la ingeniería. Por fin se instaló y contrató a tres profesores extranjeros que, con dedicación exclusiva, debían *"enseñar las materias que constituyen la carrera de ingeniero civil"*.

El 6 de junio de 1870 se gradúa el primer ingeniero argentino, don Luis Augusto Huergo, habilitándolo, como rezaba la resolución, como *"ingeniero de la Escuela de esta Universidad en la Facultad de Ciencias Exactas"*. Más tarde, ese primitivo departamento se transforma en la Facultad de Matemática y en la Facultad de Ciencias Exactas, que más tarde se unifican al nacionalizarse la universidad. Como relata el ingeniero José Babini en la revista *La Ingeniería*, número 1011, en forma textual:

"a este fracaso de la tonalidad científica que pretendía dirigir la formación de profesionales, debe agregarse el juicio, latente en sus comienzos y patente más tarde, de los ingenieros que critican la formación de ingenieros sin ingeniería".

Debe recordarse sobre esto una conferencia del profesor adjunto de la Universidad de Buenos Aires, don José Romagosa, dada en el Centro Nacional de Ingenieros en 1899 (hoy Centro Argentino de Ingenieros), que es base bibliográfica de suficiente valor para confirmar estos juicios.

Esta referencia histórica de *"ingenieros sin ingeniería"*, todavía influyen en las aulas de las escuelas de ingenieros de la Argentina, ya que desde la Universidad de Buenos Aires, por su prestigio y calidad, ese pensamiento se desparramó por el país. Lo hecho por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires terminó por transformarse en el *"modelo educativo para la formación de ingenieros"* que tiñe todavía a la mayoría de las escuelas de ingenieros de la Argentina. Aplicamos un modelo memorable pero totalmente agotado. Nótese que la ingeniería en nuestro país - hasta bien entrada la década de los años cincuenta - se enseñaba en facultades de ciencias exactas. Recién para ese entonces comenzaron a aparecer las facultades de ingeniería. No obstante, el estilo de formación, es decir, *el modelo educativo*, siguió siendo de raigambre científica, como si la ingeniería fuese un desprendimiento secundario de los doctorados. Tal es la magnitud de la confusión, que todavía hoy quedan personas que sostienen que la ingeniería es *ciencia fisicomatemática aplicada*.

Al tener la formación de los ingenieros desde el siglo pasado una clara tendencia hacia lo científico - en desmedro de lo profesional - se han creado con el correr de los tiempos actitudes que se consolidaron y terminaron por aceptarse como valederas. Se confundió *aptitud* con *actitud*. La aptitud surge en el ingeniero del contenido curricular, del contenido de las asignaturas que cursó y aprobó. Esto ha variado con el correr de los años. A medida que transcurría el tiempo y la ingeniería se tornaba cada vez más compleja y densa, se agregaban a los planes nuevas asignaturas y a las asignaturas, nuevos temas, que daban a los estudios un matiz de modernidad. Pero al hacer esto no se eliminaban aquellos que dejaban de tener vigencia, con lo que los estudios de cinco años pasaron a seis años y hoy la media de estudios en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires - para tomar un ejemplo significativo podría estimarse de entre ocho y diez años de permanencia del alumno "típico" en su carrera. Pero a esto - que de por sí es totalmente negativo porque el joven se recibe a demasiada edad - se sumó otro asunto más preocupante. La formación en ciencias básicas (matemática, física, química y sus muchos derivados) se hizo extremadamente larga y los estudios de la ingeniería verdadera, aquella que el joven va a buscar cuando ingresa a esos estudios, se los arrinconó al final de carrera, casi como algo accesorio. Este desbalance ha crecido mucho. En los tres primeros años de las carreras de ingeniería, al estudiante se lo atosiga de matemática, física y química. Como esas disciplinas son impartidas en la mayor parte de los casos por profesionales de esas ciencias en la edad en que se debe inculcar la *personalidad profesional*, ésta resulta la de un científico en vez de la de un ingeniero. Dentro de este preocupante cuadro, el aumento de la matemática acostumbra al estudiante a lo exacto y lo abstracto, precisamente al revés de como debe formarse a un ingeniero que toda su vida ha de trabajar con lo *aproximado* y *concreto*. Además, al invadir la matemática desmesuradamente casi la mitad de la carrera, ha restado espacio a la física y la química, que son mucho más importantes. Todo ha conducido a los estudios de ingeniería como si se tratase de formar licenciados o doctores, con una tendencia a las divagaciones teóricas y las demostraciones de teoremas, tan diferentes a las realidades de la vida profesional de un ingeniero. Se enseña matemática colocando en los programas todos los temas que aparecen en desarrollos o demostraciones de asuntos técnicos, sin advertir que sólo una pequeña parte serán usados con una frecuencia que justifique su inclusión. La mayor parte sólo sirve para justificar algún tema aislado, sin que se necesite un estudio aislado. Se olvida que un ingeniero bien formado, frente a un problema matemático, no intenta resolverlo por sí mismo sino que acude a un matemático, le paga su honorario y alcanza los objetivos que se propone en forma más económica, más rápida y con mejor calidad. Los profesionales que han hecho una carrera exitosa en la ingeniería saben muy bien que la misión de un ingeniero no es resolver intrincados problemas teóricos o científicos, sino alcanzar resultados concretos, donde la economía y la eficiencia están presentes en modo predominante.

Hoy, la formación de ingenieros está bastante distorsionada y se practica con la vieja receta elaborada hace más de un siglo en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, como si el ciento por ciento de los ingenieros graduados se hubiesen de quedar en la universidad o en los organismos de ciencia y técnica para hacer investigación y desarrollo y para redactar *papers*.

Aptitud y actitud

El ingeniero actual - y con más razón el que necesita la Argentina para los próximos cincuenta años - actuará en un mundo competitivo y veloz y será un profesional ejecutivo, emprendedor, capaz de aprovechar los conocimientos de las ciencias básicas que debe tener en grado suficiente como para producir resultados prácticos. La probabilidad de que un ingeniero llegue a emplear todo el arsenal de matemática que hoy se le pretende enseñar es verdaderamente remota. Como bien dijo José Ortega y Gasset: *"Hay, pues, que sacudir bien de ciencia el árbol de las profesiones mismas, cuya enseñanza se halla hoy completamente silvestre"*.

Vale también citar aquí una de las mejores definiciones de ingeniería, la que nos dejó el eminente ingeniero Hardy Cross y que reza:

"Ingeniería es el arte de tomar una serie de decisiones importantes, dado un conjunto de datos inexactos e incompletos, con el fin de obtener para un cierto problema aquella de entre las soluciones posibles que funcione de manera más satisfactoria".

De lo dicho se desprende la necesidad de proponer - en lo que a la formación del ingeniero se refiere - una conducta basada en la distinción clara de dos conceptos:

APTITUD PROFESIONAL

Conjunto de conocimientos esenciales que permiten al graduado entender los hechos actuales de la ingeniería y estar preparado para entender los hechos futuros, en una postura de vigilia permanente.

ACTITUD PROFESIONAL

Conjunto de hábitos que, sólidamente incorporados al graduado, configuran su actitud frente a los problemas de la profesión, con una metodología que lo identifica como ingeniero, cualquiera sea la especialidad que practique.

Lo primero es lo que conocemos como el *saber profesional*, mientras que lo segundo es lo que los franceses gustan llamar *gesto profesional*. Sobre lo primero se discute a menudo en la universidad, porque es el contenido curricular, lo que de antiguo se ha dado en llamar el plan de estudios. A causa de la velocidad del cambio tecnológico, no es fácil diseñar un contenido curricular para los ingenieros que han de ejercer en los próximos cincuenta años. Sobre lo segundo es bueno ver que la universidad no ha generado el suficiente debate. El ingeniero, cualquiera sea su especialidad u orientación, debe tener una postura que lo identifique, una forma de encarar los problemas que sea típica y característica. Con independencia de que el problema sea de construcciones, de hidráulica, de electrónica o de química, él ha de ser, ante todo y por sobre todo, *un ingeniero*. No hemos estudiado suficientemente esta faceta de la formación. Así como al médico se lo identifica rápidamente por su actitud frente al paciente, al abogado por su actitud frente al conflicto, al conductor por su actitud frente al tránsito, no hemos encontrado su equivalente para los ingenieros. Más de la mitad de la carrera lo zambullimos en las ciencias fisicomatemáticas, creándole una actitud científica, como si el resto de sus días fuese a vivir en el silencio y la calma de un laboratorio de investigación o

un gabinete de meditación. El ingeniero deberá vivir el mundo de las oficinas de proyectos, el mundo de las obras, el mundo de la operación y la administración de los servicios públicos, el mundo de la producción fabril, donde el ritmo de labor y las condiciones de trabajo son muy diferentes de las que conoce el científico.

Estas reflexiones nos invitan a proponer para la aptitud profesional:

En las escuelas de ingenieros - y para el nivel de grado - es suficiente la enseñanza de una dosis prudente de ciencias básicas e informática a la usanza de los ingenieros, diseñada por ingenieros con experiencia en la profesión, más un buen contenido de ciencias de la ingeniería, concluyendo con un grupo de asignaturas netamente profesionales que le sirvan para ejecutar trabajos profesionales en la primera etapa de su ejercicio, al ingresar al mundo del sector productivo. Los restantes conocimientos de ciencias básicas que podrían ser necesarios, los podrá tomar en los posgrados, las maestrías y los doctorados, o en la educación continua, dado que en el ejercicio común del ingeniero de grado no los necesita.

En lo referente a la actitud profesional podemos proponer:

En las escuelas de ingenieros - y para el nivel de grado - es necesario enseñar a "ser ingeniero", lo que se logra por medio de asignaturas de práctica profesional semejantes a las "residencias hospitalarias" de los médicos y por medio de ejercitaciones de habilitación profesional, todas ellas colocadas dentro de la carrera en forma repartida. No es en absoluto indispensable tener un bagaje mínimo de ciencias básicas para penetrar en los temas corrientes de la profesión desde un punto de vista conceptual y físico.

Sobre lo primero hay experiencia suficiente como para sistematizar en forma adecuada. Para lo propuesto sobre la actitud profesional, es menester desarrollar y perfeccionar una relación efectiva entre la universidad y las empresas, para contar con una industria capaz de sumar esfuerzos.

Viendo las responsabilidades del ingeniero para los tiempos que vienen, debemos tener en cuenta que quienes ejercerán la profesión en los próximos cincuenta años, ya no pueden ser formados por medio del modelo educativo que venimos aplicando, porque serán mucho más abarcativos y generales. Deberán estar preparados para cuatro responsabilidades que vamos a relatar enseguida:

El ingeniero como técnico. Será creador, investigador, proyectista, dimensionador, montador y operador de obras, sistemas y componentes que cumplen importantes funciones para mejorar la calidad de vida de las personas.

El ingeniero como directivo de empresa. Aplicará su elevada capacidad de análisis y su elevada capacidad de síntesis para organizar, dirigir y hacer funcionar racionalmente los complejos productores de bienes y servicios, aplicando su sentido de la organización y optimización de recursos.

El ingeniero como político. Deberá administrar los bienes de la comunidad en las posiciones que pudiera conferirle la Constitución Nacional, aplicando su idoneidad para

que el aparato del estado funcione correctamente y no malgaste esfuerzos y bienes que son de todos, o también para cumplir igual cometido en las organizaciones privadas de todo tipo.

El ingeniero como sujeto ético y hombre integral. Actuará como ejemplo ante la sociedad y como universitario cabal y completo. Preservará los principios morales y éticos y actuará con dignidad y honestidad intelectual en todo aquello que corresponda a los ciudadanos, sus familias, sus colegas y también frente a su conciencia, cuidando de ser un componente social ejemplar por su conducta pública y privada, preservando además la vida humana y el medio ambiente.

Sobre estos cuatro delicados terrenos la universidad todavía no ha efectuado una acción que merezca destacarse. Sólo se preocupó por impartir materias que forman parte del saber profesional y que sirven para la aptitud.

La vida profesional del ingeniero

En lo referente a la carrera del ingeniero en el sector productivo, muchas veces la universidad supuso que formaba un ingeniero para que se quedase en sus claustros haciendo investigación y desarrollo y docencia para formar nuevos ejemplares de este tipo y así sucesivamente. En verdad se equivocó frecuentemente, y lo demuestran centenares de graduados que al ingresar al sector productivo deben readaptarse y tomar una configuración diferente. Cuando al entrar en el ejercicio profesional real no encuentran alguna ecuación diferencial atrayente, o sus jefes no les encargan enseguida el proyecto de alguna obra sensacional e innovativa, se decepcionan. Se les encarga - así de simple - diseñar, proyectar, construir y, sobre todo, operar sistemas y obras de ingeniería con un sentido práctico e inclusive cuidando el sentido comercial. No salen de su asombro al ver que la universidad no les dijo la verdad. Salvo algunos profesores de tiempo parcial que estando al frente de una cátedra hacen el trasvase de la experiencia real de la ingeniería hacia el mundo académico mucho más rápido y efectivamente que los libros o los artículos de las revistas, el resto de la estructura universitaria parece pensar en otra cosa. Por propios medios, muchos graduados se adaptan rápidamente a las necesidades del sector productivo y hacen carrera con éxito. Otros, en cambio, se refugian en la universidad para desarrollar investigaciones que solamente generan publicaciones. Pero gran cantidad de esas investigaciones - que nadie puede negar que son interesantísimas - nunca llegan a tener aplicación práctica alguna. Es esfuerzo y dinero perdidos. Este defecto no es sólo argentino, sino que lo estamos viendo también en países adelantados, con la diferencia de que esos países pueden darse el lujo de gastar dinero en investigaciones vocacionales sin aplicación alguna.

Por ello, quienes hemos recorrido la carrera de ingeniero profesional en empresas que hacen ingeniería efectiva, real y concreta hemos advertido que la carrera del ingeniero moderno tiene los siguientes pasos típicos:

Etapas de iniciación. Aplica los conocimientos técnicos intensamente, incluso, las especialidades.

Etapas de las jefaturas intermedias. Se le encomienda la conducción de grupos técnicos y se le asigna responsabilidades.

Etapa de las gerencias. Asume responsabilidades más generales, por lo regular multidisciplinarias.

Etapa de las direcciones. Toma el control total de empresas u organizaciones, con responsabilidades globales.

Esta carrera - así observada - es indudable que parte de la especialización y los temas muy técnicos y avanza hacia la generalización y los asuntos de naturaleza diversa. Parecería que la carrera del ingeniero en el sector productivo va "desespecializándose". Esto dejaría varias dudas sobre asuntos importantes, ya que los logros sensacionales en muchos campos técnicos son producto de la alta especialización, que no es precisamente el camino recién relatado. Sobre esto, lo único que puede afirmarse es que las vocaciones personales entran en juego en el destino que cada uno desea en la vida. Muchas personas no gustan el camino relatado que culmina en las direcciones, sino que prefieren y escogen permanecer en los laboratorios y gabinetes haciendo investigación y desarrollo. Esta ruta es de vida recoleta, tranquila, donde no hay apremios de contratos a cumplir, fechas de entrega, ni otras presiones semejantes.

Las estadísticas internacionales señalan que en los países muy desarrollados, el 85 por ciento de los ingenieros graduados toman la ruta de la gestión empresarial, mientras que el 15 por ciento restante se dedica a la ingeniería creativa. Los primeros hacen funcionar los países para crear los bienes y servicios necesarios. Los segundos se ocupan de los adelantos, las innovaciones, las nuevas ingenierías. Esto parecería deslucir un poco la tarea de ese 85 por ciento silencioso que no aparece en la nómina de los premiados por sus trabajos. Sin embargo, la tarea cotidiana de ese 85 por ciento es de enorme valor técnico y social. Suele pasar desapercibido que ese tipo de ingeniero profesional debe desplegar todos los días una dosis de creatividad e ingenio para nada despreciables. Cada día del año - y, dentro de cada día, cada hora -, por ejemplo a un ingeniero de producción, al ingresar a la planta de su fábrica lo esperan sorprendentes desafíos a su ingenio y problemas que el día anterior ni había imaginado, en donde debe resolver, presionado por el tiempo, una seguidilla de asuntos de naturaleza técnica, económica y social. Pero además - y es bueno remarcarlo una vez más - el ritmo de trabajo de un ingeniero del sector productivo es muy desgastante y competitivo, comparado con el ritmo pausado y parsimonioso de quienes hacen investigación y desarrollo. Una ecuación diferencial rara vez se resiste a ser resuelta, pero un dirigente sindical puede muchas veces no querer aceptar una razonable propuesta.

A la vista de todas reflexiones sobre la crisis que atraviesa la formación de los ingenieros en la Argentina - y pensamos que en el mundo también - debemos dar rienda a nuestra imaginación y sumar ideas para encontrar las soluciones. Formar un ingeniero hoy no es tarea fácil. No alcanza con armar un plan de estudios con materias armónicamente ordenadas y encadenadas. Por otro lado, las especialidades aparecen y desaparecen con una velocidad tal que resulta utópico pretender formar un especialista desde la formación de grado o primer título. El primer resguardo pareciera ser el dotar al graduado que ejercerá desde el año 2000 en adelante de una formación elástica, apta para situaciones imprevisibles, pero sólida en todo aquello que conservará una relativa validez por un tiempo prudencial. Este contenido - mientras no se produzcan transformaciones trascendentes en la comprensión del mundo físico - serán las leyes de la naturaleza, con

el aditamento de una dosis muy prudente de matemática, la suficiente como para entender esa física. La formación matemática, debemos reconocerlo, será sólo y nada más que una simple herramienta de trabajo al servicio de la física. Pero lo fundamental en la preparación de un ingeniero para el mundo que viene será la preparación en las llamadas "ciencias de la ingeniería" que, como recordamos, son: la estabilidad, la termodinámica, la mecánica, la mecánica de los fluidos, la electrónica, la teoría de los campos eléctricos y magnéticos, la ciencia de los materiales, todo sumado a una serie de destrezas en el uso de la computación. Quien esté pertrechado de estas disciplinas será efectivamente un ingeniero moderno. Quien abarque sólo franjas estrechas del conocimiento - como son las especialidades - será simplemente un tecnólogo, un especialista de carrera limitada, aunque puede ser el generador de novedades. Ese tecnólogo probablemente no tendrá la universalidad necesaria para comprender el mundo cambiante de las especialidades y las interdisciplinas que todavía ni se han inventado, pero con las que el ingeniero que hoy debemos formar tendrá que vérselas. Esto conduce a proponer:

Hoy conviene dotar al ingeniero de grado de una formación polivalente, una especie de intersección de disciplina, pero mucho más, de una aptitud para estudiar en forma continuada, tomando como base una cultura general humanística y una visión empresarial muy sólida.

Los viejos planes de estudio de seis años de duración para el grado de ingeniero ya no parecen aconsejables. Tampoco son viables las carreras especializadas. De pocas carreras de grado así diseñadas se podrán desprender - con toda naturalidad adecuados cursos de nivel cuaternario para aprender las ingenierías especializadas que varían y se renuevan continuamente, todo dentro de un sistema de educación continua elástico y cambiante. También sobre la base de un sólido grado se puede edificar un doctorado en ingeniería que no deberá tener ningún parecido con los doctorados en ciencias fisicomatemáticas, como hasta ahora. El doctor en ingeniería en que estamos pensando podrá ser: un innovador, un investigador de nuevas ingenierías; un docente universitario de alto nivel con carrera abierta hacia el rectorado y la alta conducción o un brillante y exitoso empresario, emprendedor y dinámico, capaz de alcanzar las máximas posiciones en el mundo competitivo y productivo, nacional e internacional. Esta última faceta nunca fue abordada por la universidad en la Argentina.

Continuar insistiendo en el viejo y desgastado modelo educativo que ya ha cumplido más de un siglo de uso, que prepara lo que alguien llamó "un ingeniero sin ingeniería", en la suposición que todos los graduados serán investigadores, es muy poco sostenible, ya que la ingeniería corriente, conocida y consolidada, demanda profesionales con otra mentalidad, empresarial y no científica.