

La
Ma
Un
na,
en
gen
can
em
dir
yec
tan
die
añ
cer
la
Na
ta,
yel
cu
ins
Ap
mi
de
re
cd
cd
ve
te
da
fui
nc
ve
In
el
U
ex
in
sa
re
cl
si

MARCELO ANTONIO SOBREVILA

Profesor Titular de la Universidad de Buenos Aires
Profesor Titular de la Universidad Tecnológica Nacional
Profesor Titular del Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Profesor Titular de la Universidad de Belgrano

37

5677

LA PROFESION DE INGENIERO

ASOCIACION COOPERADORA DE
LA FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. C.
CENTRO LIBRERIL

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.C.
BIBLIOTECA
Inventario N° 1473
Fecha de Ingreso 1-6-82



EDICIONES MARYMAR

La reproducción total o parcial de este libro en forma idéntica o modificada, escrita a máquina por el sistema "multigraph", mimeógrafo, impreso, etc., no autorizada por los editores, viola derechos reservados. Cualquiera utilización debe ser previamente solicitada.

370.19
Sobrevida Marcelo A.
La profesión de ingeniero, Buenos Aires,
Marymar, 1988
90 p., 20 cm.
I Título

Diseño de la cubierta: Produmar
© Marymar Ediciones, S.A.
Chile 1432 - (1098) Buenos Aires ARGENTINA
Todos los derechos reservados
Primera edición: 1988
Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723.
Impreso en Argentina
Printed in Argentina
I.S.B.N. 950-503-157-2

*Vean, pues, los ingenieros como
para ser un ingeniero no basta
con ser un ingeniero. Mientras se
están ocupando de su faena par-
ticlar, la historia les quita el
suelo de debajo de los pies.*

JOSE ORTEGA Y GASSET

A mis jóvenes colegas
A mis discípulos
A mi hijo

En las universidades e institutos tecnológicos de mi patria se están preparando los que — allá por el año 2010 — habrán alcanzado la madurez de su intelecto y serán los dirigentes.

De ellos dependerá, para muchos seres humanos, la vida o la muerte, la tranquilidad o el terror, la libertad individual o la opresión, la riqueza espiritual o el materialismo decadente, los medios de vida o el hambre, la biosfera habitable o el mundo letal.

Integrando ese conjunto de dirigentes en que estamos pensando, estarán los ingenieros que hoy debemos formar.

Marcelo Antonio Sobrevida
Abril de 1987

37
5677

EL INGENIERO COMO SER SOCIAL

I

El mundo moderno no diliere demasiado del mundo antiguo en cuanto a su indole, estando más las diferencias en el grado y escala de los hechos. Los espartanos marchaban al combate al son de flautas y cítaras y su principal preocupación era hacer la guerra. El cultivo de la tierra lo hacían los llotas y el comercio, la artesanía y la industria la hacían los periecos. La fuerza de sus ejércitos era una infantería fuertemente armada. Esparta murió de idolatría, agitar de banderas y patriotismo y cabe preguntarse qué diferencia puede encontrarse con el presente, salvo los técnicos de una y otra época. Los periecos de Esparta proveían a sus jóvenes guerreros de lanzas, jabalinas y otros medios de guerra, mientras que los ingenieros de hoy suministran a los estados modernos cohetes intercontinentales de cabezas múltiples armados con explosivos nucleares. En cada artefacto de este tipo se han podido colocar numerosos microprocesadores, varios radares y un complicado conjunto de servomecanismos que, examinando el campo enemigo, toman por sí mismos en forma automática las mejores decisiones para alcanzar el blanco elegido con su carga mortífera y absoluta precisión. Si los ingenieros de esta época se asemejan a los periecos de la vieja Esparta, con los resultados a la vista, la situación de esta profesión en las sociedades modernas merece meditarse muy profundamente. Un interrogante que corre agregado a estos razonamientos es si resulta compatible trabajar en el desarrollo de instrumentos de matanza cada vez más perfeccionados y seguir siendo un buen cristiano o un buen budista o un

Siguiendo así el pensamiento de Cozzet encontramos que la democracia lleva implícito la búsqueda de la excelencia, junto con su legitimidad. No hay democracia si los elegidos son descalificados, simples aventureros o audaces ilustrados, camino por el cual llegan los autoritarismos. Los argentinos sabemos mucho sobre esto. A su vez, la ilusión de las dictaduras dura poco, ya que fracasan en su intento de distribuir felicidad a costa de la limitación de las libertades. Pero lo opuesto, repartir libertad sin calidad, rinde poco. La libertad debe ir acompañada de dos conceptos bien nitidos: autoridad y excelencia. Muchas veces se confunde democracia con el acto formal de elegir. A la libertad, en su sentido más amplio y valioso, la encontramos en nuestra brillante Constitución Nacional y no está precisamente en el capítulo dedicado a la forma de elegir a las autoridades. Este pensamiento de la democracia nos hace recalar sobre la burocracia, el gran mal de nuestros días. Pareciera ocupadas por un ejército perverso, el de los burocratas. El simple hecho de votar, hasta el hartazgo, sin buscar la excelencia, desgasta a la democracia y fortalece a ese ejército de ocupación, creando el descontento que facilita la llegada de las dictaduras. Buscando semejanzas recordemos que durante las últimas etapas del estado romano, la falta de seguridad para la vida de los ciudadanos y la propiedad privada, hacía que muchas personas, desesperadas, se entregasen con todas sus pertenencias al señor feudal más cercano, a cambio de protección. Hoy la figura del señor feudal la ostenta el estado tecnológico, imperial, autoritario, imperturbable, paternalista y omnipotente. Ahora los ciudadanos deben entregar buena parte de su trabajo, personal, autoritario, imperturbable, paternalista y omnipotente. Para que la maquinaria ineficiente del estado disponga de fondos para cubrir los quebrantos de su incompetente administración, inclusive pueda, hacia el fin de su vida, otorgarle una jubilación, administrar en forma opaca esos fondos hasta que llega el momento del retiro. Los organismos fiscalizadores y administradores de este inhabil estado, recaudan fondos por medio de formularios bien diseñados, a fin de disponer del dinero con el cual ayudar a las personas carenciadas y hacer así justicia distributiva, evitar los perversos y egoístas quiten el pan a los más humildes. Cabe preguntarse si en los tiempos que corren — algo parecido a las últimas etapas del estado romano en decadencia — las gentes de-samparadas y angustiadas por la violencia, la delincuencia, el terrorismo, la impotencia de la justicia frente a leyes que parecen simpatizar con los delincuentes en desmedro de los honrados, la pornografía, las drogas, la inmoralidad pública o la falta de ética

buen juicio. Estas y otras preguntas de parecido carácter pueden hacerse a los ingenieros y a los hombres que trabajan en ciencia aplicada y es muy probable que nos digan que no son ellos los que en los parlamentos del mundo votan sumas siderales para la defensa. Esa es la responsabilidad de los políticos, nos dirán. Si volvemos la vista hacia los políticos para encontrar una respuesta, sean los más encumbrados dirigentes de los países centrales, como algún buillanguero, superficial e inexperto dirigente estudian-til, es muy probable que nos digan que no son ellos los responsables, como si las culpas las tuviesen otros, los opositores a sus ideas, unos seres no siempre bien delineados a los cuales Dios ha de juzgar oportunamente. Los grandes conductores de las naciones al amparo de los sagrados y superiores intereses nacionales o la teoría de la seguridad nacional o debido a los movimientos de algún vecino inamistoso con ambiciones territoriales o quizás para dotar a las generaciones futuras de una vida venturosa, no hesitan en limitar primero y quitar después, lo más valioso que tiene el ser humano: sus libertades individuales. Lo cierto y concreto es que gobernantes y dictadores de todo pelaje se sirven de los ingenieros y de quienes hacen ciencia aplicada para, poco a poco, disponer de un arsenal con el cual intimidar al principio y ceder después a la tentación de oprimir el botón que ocasiona el holocausto, puesto que la gloria y el juicio de la historia los están esperando. Otras veces, la ingeniería se usa para tener bajo control y observación a las gentes, junto con su patrimonio personal, el fruto de su honesto trabajo, lo que en definitiva conduce a lo mismo: la limitación de sus libertades individuales y penetrar en su intimidad. Tocar el tema de las libertades individuales nos lleva directamente a la democracia. Por ello, nos agrada recordar una definición que nos entregara el profesor Giovanni Cozzet en su obra "Teoría y organización de la educación profesional", editorial Losada, que nos dice:

"La democracia es el sistema político que caracteriza a las sociedades sin clases, es decir, a las sociedades en las que existe, junto a la igualdad jurídica, una fundamental igualdad económica, al par que una fundamental analogía en cuanto a las posibilidades de desarrollo de los niveles de formación y de desensibilización individual y personal. La sociedad sin clases no es una sociedad SIN VALORES o SIN ELITES, sino aquella en donde se produce una ROTACION DE LAS ELITES, un acrecentamiento de los valores y en la que se distribuyen y se turnan las responsabilidades."

veraba José Ortega y Gasset, *la humanidad no puede vivir sin la técnica á la que ha llegado*, por lo que esa técnica de la cual los ingenieros son los responsables de crearla y de operarla, debe avanzar en direcciones correctas, para hacer del mundo un lugar mediamamente habitable. Los seres humanos necesitan alimentos, vestidos, distracción, vivendas, comunicaciones, transportes, etc. Hoy la ingeniería puede ofrecer estos elementos masivamente y a precio razonable. Enorme es también su responsabilidad social. Si el ingeniero está desposeído de una sólida formación humanística, ética y moral — y aquí estamos llegando al núcleo del asunto — sus actos son medios de los fines de otros, precisamente los más temibles para la libertad y la decencia humanas. Si los ingenieros como seres sociales olvidan las necesidades del hombre, en términos tecnológicos, *su faena particular les quita el suelo de debajo de los pies*, como también decía Ortega y Gasset. Si el ingeniero descuida la realidad última, lo inmanente, lo trascendente, sea el Tao o el Logos o el Espíritu Santo, según su creencia, su trabajo corre al siniestro destino. Porque a diferencia del arte, como señalaba Aldous Huxley, *la ciencia y la técnica son genuinamente progresivas*. Los avances son acumulativos y cada generación comienza su labor donde dejó las cosas la anterior. También, cada técnico toma inmediatamente los progresos de su contorno interdisciplinario y crea nuevas sofisticaciones y así sucesivamente. Pero detrás de ellos está una clase política esperando los adelantos técnicos para usarlos a fin de someter a más y más personas, aunque el capitalismo exterior enseñe una angelical vocación de servicio. Para ello han inventado el dogma del progreso inevitable, que ha sobrevivido a dos guerras mundiales y a varias locales más pequeñas. La fe en el progreso está afectando a la política contemporánea, haciendo vivir a la gente dentro de un mundo de ilusión y fantasía. Un glorioso destino de oro aguarda a la humanidad toda, con artefactos cada vez más complicados y más útiles. Todo hacia un futuro luminoso de seres humanos satisfechos y venturosos. El fin del hombre parece no estar en lo eterno, sino en ese futuro que crean todos los días los ingenieros de desarrollo, futuro cercano, casi a la vuelta de cada esquinna, a tal punto que se le alcanza a ver la cola, pero que sólo es posible alcanzar si se siguen al pie de la letra las recetas de los políticos de turno. Para dejar a nuestros nietos, bisnietos y demás descendientes una ventura inenarrable, esta generación y dos o tres más deben sacrificarse, privarse de la libertad, hacer la guerra, padecer miserias y privaciones, porque los pocos bienes que hay deben preservarse para ese futuro de dicha

generalizada, no están en ten de entregarse mansamente en manos de ese estado superpoderoso que, con la ayuda de sus computadoras, sus radares, sus gases lacrimógenos y sus automatismos, hacen inútil todo esfuerzo personal, anulando la individualidad. Porque a esto se hace necesario añadir que el poder deteriora, aun sin proponérselo, que lo ejercitan y sin que exista de antemano vocación o voluntad degradante. La ciega tecnología hace más perfectos los defectos. Los años del poder, sea el poder legítimo obtenido por conducto de la ley y el derecho, sea ilegítimo obtenido por medio del golpe de estado, la intriga palaciega, la revuelta popular o la simple y tradicional revolución militar, actúan con resultados parecidos y, al fin y al cabo, para el hombre común es lo mismo. Que pueda o no pueda votar, no cambia las cosas. Las masas que suspiran por un poco más de libertad para sus asuntos personales se quedan sin ella, ya que para el acto más inocente como es adquirir un libro en el extranjero, deben llenar un formulario y depender de un burócrata que tendrá la potestad de entorpecer la transferencia de fondos. Podrá el ciudadano votar una vez, pero el funcionamiento que le limita su derecho seguirá allí imperturbable, protegido por una disposición autoritaria que impide disponer libremente de sus bienes como ordena la Constitución Nacional. Peor aun, la disposición autoritaria se irá haciendo con el correr del tiempo más y más complicada y el formulario a cumplirmentar cambiará de continuo para exigir más y más requisitos, entorpeciendo y desalentando al hombre común y simple. Sin embargo los medios de comunicación a cargo del estado, superperfecticionados por la ingeniería, martillarán mecánicamente que hay libertad y la eficiente operación técnica de esos medios, hará que esa acción no pierda ni un minuto de continuidad. Sea un dictador de discursos interminables, como un conjunto de burócratas sin profesiónalidad, de mirada vacua, apoltronados en los sillones de despacho, ambos son los amos de los actos de las gentes comunes, de esa masa indefensa vigilada por las computadoras y por los frutos del trabajo de los ingenieros. Dentro de ese mundo que hemos procurado describir — aunque sea en trazos algo gruesos — aparecen los ingenieros como actores importantes, como si fuesen los perreos de la actualidad.

Todo lo dicho nos invita a la reflexión profunda y muy seria sobre medios y fines. El infierno no puede estar pavimentado de buenas intenciones y voluntarismo. Es indubitable que, como lo ase-

La prosperidad que han de disfrutar personas que no conocemos. El mañana a cambio del hoy. Los políticos que proponen una y otra vez esto, del futuro, lo único que saben es que ignoran por completo cómo ha de ser, y en realidad, la experiencia que nos relatan los veteranos del mundo muestra, en forma palmaria, que cuanto do ese futuro prometido de oro y pedrería llega, es bien distinto a como lo habían diseñado los políticos. Pero a diferencia de los líderes de la Esparta antigua, los modernos políticos disponen de la alta tecnología para su accionar.

La imagen que nos dio George Orwell en su obra *1984* no era tan equívocada, ni está tan lejos. Los caudillos políticos actuales son algo más ilustrados que otra y saben emplear bien la ingeniería. Sin embargo, son un poco rudimentarios aun cuando muy astutos, asunto este último que no agregará mucho a su conducta. Pongámonos un juego de fantasía. Imaginemos una mesa grande en el nivel internacional, donde están sentados los 20 líderes de las más importantes potencias que rigen los destinos del mundo. A la misma mesa, entremezclados, sentemos a los 20 ingenieros y aplicadores de ciencia más prestigiosos y reconocidos. Estos últimos podrían hablar en voz alta y decidir el fin de la vida en el planeta, arrasando con todo lo existente, sin que los astutos políticos ensendiesen una sola palabra de lo que están hablando. Esta escena de ficción nos sirve, no obstante, para apreciar que los ingenieros y los hombres que hacen ciencia aplicada tienen en sus manos, un poder colosal que no usan y que sobrepasa holgadamente a la capacidad de los políticos, aunque no a su astucia. El diálogo entre políticos en el nivel internacional puede desembocar en el error y la crueldad, no así el diálogo entre ingenieros y aplicadores de ciencia. Recordemos al bueno de Neville Chamberlain en sus últimos encuentros con Adolfo Hitler, a pocos días de iniciarse la segunda guerra mundial, cuando retornando a Londres, en el mismo aeropuerto, explicaba las buenas intenciones del dictador nazi. La contraparte sería, por ejemplo, el físico Alberto Einstein tratando de engañar al físico Erwin Schrödinger o a los esposos Curie, cosa descabellada. Los ingenieros y quienes hacen ciencia aplicada son, tal vez, más sinceros, pero muy ingenuos en materia política a causa de su incompleta formación humanística, que hoy ya es indispensable. Precisamente la formación humanística parecería ser tanto menor, cuanto mayor es el grado de especialización y profundidad de los conocimientos específicos. Queda en evidencia que los ingenieros y los aplicadores de ciencia deben

triumfar en los cuadros de conducción de las naciones y deben participar en las decisiones nacionales, como se discutió en el Seminario que llevó a cabo la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros en ciudad de México, en 1980, y poner todo de su parte como para que los poderosos conocimientos que tienen estén al servicio de la humanidad y cada progreso de la técnica y de la ciencia, no impliquen un consiguiente retroceso de la libertad individual y de la decencia humanas.

Para una mejor visión del papel social del ingeniero es bueno revisar el admirable libro *Le roi social de l'ingénieur* por Georges Lamirand, de la Editorial Pion, París. En él encontramos una excelente descripción de la primera impresión que recibe un joven graduado ingeniero en una planta metalúrgica, visión que es menos ter rescatar, para enseñanza de ingeniería y los catedráticos y docentes de las escuelas de ingenieros. Para no hacer una traducción literal — que llevaría mucho espacio — nos permitimos una síntesis libre de como Lamirand nos relata el caso, extraído de una experiencia real.

La escena comienza en uno de esos días pesados de julio en el norte de Francia. Una oficina de ingeniero de taller: cuatro paredes tirando más a negro que a gris, adornadas por gráficos de distintos colores, curvas de funciones matemáticas, una larga tira de papel salida del impresor de una computadora, varios planos sobre una mesa de dibujo, un escritorio cargado de papeles y, detrás, un ingeniero redactando un informe. En la percha de la pared, se ve una gorra, vieja gorra cargada de manchas de grasa. En la puerta aparece un hombre joven de impecable traje claro, que se presenta:

— Roger Boyer, graduado-ingeniero.

— Adelante. — Le tiende la mano—. Delard, jefe de fundición. Terminan de hablarme por teléfono, anunciándome que viene a visitar la planta, porque piensan incorporarlo. Estoy con usted. Si-

Sin otro preámbulo, un hombre para el cual el tiempo cuenta mucho, Delard toma su gorra de la percha y se dirige hacia los ta-

gorra en la mano y un poco arrepentido por el tono fuerte del primotipo, le da la mano y se retira.

Una extraña sensación de malestar embarga al joven ingeniero. Ha visto que la vida del ingeniero implica pasar mucho tiempo en lugares poco agradables, en medio de gentes rudas a las que hay que dirigir. Se pregunta si eso es la culminación de tantos años de estudio, de esfuerzos, para desarrollar la inteligencia, la creatividad y adquirir un cúmulo de conocimientos. También se pregunta si valió la pena seguir a reputados maestros teóricos para terminar comandando hombres musculosos, sin formación intelectual. Su fuero íntimo le pregunta para qué sirvió toda la cultura adquirida y qué relación hay entre las intrincadas ecuaciones diferenciales y ese escritorio de fábrica, repasando correspondencia de poco nivel y atendiendo a gente que más parecen adversarios que amigos. Royer Boyer se dice para su interior: "¡Ah, no, esto no! Haré cualquier cosa, pero esto no." El quiere estar en una oficina de proyectos, en un gabinete de cálculo, en un laboratorio, en una terminal de computación, en centros de investigación, junto a maestros que hacen publicaciones que salen en revistas internacionales. El joven graduado quiere trabajar en temas de vanguardia como inteligencia artificial, robótica. Algunos despidados de la universidad le contaron que un ingeniero es un investigador. Delard comprendió rápidamente todo lo que pasaba por la mente de su joven colega y en una charla profunda y terminante, le explicó en detalle qué es la profesión de ingeniero. Al concluir, le replicó una y otra vez la siguiente frase: "¡No se desanime jamás!"

La desventura de este personaje imaginario de la obra de Lamirand es frecuente en la Argentina, producto de la formación que otorga la universidad. Pocas veces se hace reparar al estudiante la función del hombre-ingeniero, el que debe tratar a otros hombres dentro de un conjunto productivo con gran diversidad de intereses encontrados, en donde no sólo se deben resolver los problemas técnicos, sino también los problemas humanos, sociales y económicos. La frecuente confusión de los jóvenes graduados de la universidad, que no transmiten una visión de la realidad tecnológica venir de los catedráticos encontrados en el mundo teórico de la universidad, confundiendo ingeniería con ciencia aplicada. No preparan a los estudiantes para enfrentar al mundo real de la ingeniería, porque ellos mismos no lo conocen. Este problema tiene

lleges seguido por su joven visitante. Es una gran fábrica metalúrgica. El aire, afuera, es pesado, pero adentro, en la fundición a la que entran, es irrespirable. Traspuesta la puerta los humos transforman a la atmósfera en sofocante. Una serie de herramientas accionadas por aire comprimido hacen insostenible el ruido ambiente del lugar. Los obreros, desnudos hasta la cintura, supervisan un cubilote que derrama su líquido fantasmal en los moldes. Una máscara de plástico transparente, gruesos guantes y zapatos de seguridad, protegen a las personas de las salpicaduras del metal fundido, ardiente, que torna dantesca la escena. Otros obreros trabajan sobre arena, en los moldes. Los aprendices jóvenes colaborean con los oficiales en las tareas. Otros quitan rebabas de algunos moldes calientes aún, por medio de aire comprimido que ocasiona un ruido ensordecedor al salir por las toberas, mientras que un amenazante puente-grúa se desplaza sobre las cabezas de todos con cargas peligrosas. Para hacerse oír, es menester gritar. En ese ambiente, Delard le explica a Boyer las operaciones. El joven ingeniero está estupefacto. El olor, el ruido, la temperatura y el espectáculo infernal no eran imaginados por el recién graduado. Caminando, la arena penetró en sus zapatos. Las pequeñas chispas de la fundición hicieron en su pantalón un blanco perfecto. Para evitar una zorra eléctrica que se desplazaba, el joven se apartó algo asustado y pisó un charco de agua, ante la mirada irónica de los obreros y los aprendices. Tuvo que detenerse para sacarse la arena de sus zapatos y de la botamananga del pantalón. Un poco aturdido por esta entrada brutal en el mundo de la ingeniería real, avanzó detrás de Delard hasta la oficina del encuentro inicial. Allí un obrero esperaba al ingeniero. No estaba contento con su salario y venía a reclamar. Volvía de comer apurado una comida muy condimentada que le dejaba un fuerte aliento, bien perceptible. Es un ajustador de mantenimiento, con la vestimenta sucia y desprolijas. El joven ingeniero lo mira intrigado, ya que sólo conoce a los trabajadores viajando en los medios de transporte, los días festivos, cuando su aspecto es otro. Siente que lo separa de ese hombre, un abismo cultural y social. El diálogo entre el obrero de manufactura cada vez más sorprendida del joven graduado. El jefe de la fundición lo deja hablar, con sus ojos claros llenos de bondad puestos sobre ese hombre simple, pero socialmente útil y honesto en su reclamo. El ingeniero, en pocas palabras, explica la situación y promete examinar el caso particular para resolverlo dentro de la semana, luego de hablar con el capataz y con el delegado sindical. El obrero escucha la explicación respetuosamente con su

costo de un problema mucho mayor para otras generaciones, es también un problema ético. Si bien se espera que el progreso natural acerque soluciones a los casos planteados, ello no ampara al deprecador de la naturaleza.

Esta última síntesis nos conduce a conclusiones claras. El ingeniero no puede ser un ente desaprensivo, indiferente, concentrado sólo en su tecnología, fanático de lo suyo. El contorno humano, ético, espiritual, económico y natural, son cosa de su incumbencia. Esta razón, sin demasiado estudio, nos indica que el ingeniero debe tener un componente humanista o, por lo menos, estar dotado de las bases elementales del humanismo para comprender el mundo en que vive, sin reflujiarse en sus egosismos y justificar sus actos en la conducta de otros. Esto no pretende afirmar que todo ingeniero deba ser un consumado humanista al estilo clásico, porque ello puede llevar una vida adquirir. Queremos expresar que todo ingeniero, sin excepción, debe tener en su formación, una dosis adecuada de humanismo, de cultura general, como vulgarmente se dice. Por esta causa la formación del ingeniero debe hacerse en las universidades, porque esas escuelas siempre han preservado la universalidad del conocimiento, por su misma esencia y definición. Los caminos para adquirir esa dosis de humanismo clásico fundamental, pueden ser de dos naturalezas. Uno, perfeccionar el bachillerato actual, que en la Argentina ya no tiene la calidad deseada. El prestigio del bachillerato argentino está en tela de juicio y con razón. Por lo tanto, ese componente es hoy de dudosa calidad, salvo algunas escuelas medias que no han perdido sus tradiciones y bases. Pero aun así, la edad en que se adquieren y comprenden los grandes problemas de la vida, no siempre es concordante con la edad en que se cursa el bachillerato. Según el grado de avance y madurez de un joven, el momento más oportuno para comprender las bases y esencias de la cultura, la grandeza del ser humano, tener una cosmovisión integral y comprender la misión del hombre en el planeta, puede estar un poco más allá de la edad de la escuela secundaria. Por esta causa es que son aconsejables los estudios propedéuticos en las universidades, como base antes de emprender el estudio de cualquier profesión. El ensayo en gran escala que ha emprendido la Universidad de Buenos Aires con su llamado Ciclo Básico Común, es un experimento cultural valioso y todavía no muy comprendido. El aprendizaje de los jóvenes por llegar a un diploma terminal, como herramienta laboral, les impide apreciar que el año del Ciclo Básico

su principal origen en los profesionales de las ciencias exactas que se desempeñan como docentes en las asignaturas de los primeros años de la carrera y también se ha agregado ahora, una gran cantidad de docentes del nivel terciario no universitario en las disciplinas de matemática, física y química. Estos educadores, al incorporarse a una cátedra mediante un cargo público, imparten una formación aislada, solitaria, desvinculada de la ingeniería y llegan a insinuar a sus discípulos que en las escuelas de ingenieros se forman investigadores, creadores y científicos de las fronteras del saber. Muchos jóvenes idealistas terminan por pensar que ellos mismos entrarán rápidamente en el pequeño círculo de los que hacen publicaciones de vanguardia, alimentando falsas expectativas. Sin embargo, al egresar y tener que ejecutar tareas bien distantes de todo este espejismo, aparece en ellos una fuerte carga de desilusión, cuando no, de resentimiento. Llegan a pensar que la profesión de ingeniero no es atractiva. ¡Y qué equivocados están! La ingeniería es una hermosa profesión.

Intentemos ahora — sobre la base de todo lo anterior — hacer una síntesis que muestre la posición del ingeniero como ser social y sus relaciones con el humanismo y la vida. El primer aspecto que desamos hacer sobresalir es la misión que le compete al ingeniero como integrante de la sociedad, a fin de aportar su cuota en la elevación y perfeccionamiento general, aspecto este que toca a su ética interior, su enfrentamiento con la propia conciencia, al bajar en elementos cuyo uso es contrario a todo sentir espiritual, todo esto con miras al bien común que debe ser el objetivo. El segundo aspecto a señalar es la relación del ingeniero con el medio social, su misión como hombre entre los hombres y su posición con respecto a la guía y consuelo, como ser que tuvo la oportunidad de adquirir más conocimientos que otras personas y en un campo muy delicado, ya que debe poner al servicio de la sociedad en que vive su capacidad de integración y convivencia, respetar y ayudar. El tercer aspecto debe ser su preocupación por preservar el medio ambiente, el cuidado y protección del patrimonio común del hombre, como es la naturaleza y los recursos naturales. La contaminación de la biosfera arrojando desaprensivamente gases, líquidos y sólidos desequilibrantes, es inadmisiblemente, como también arrojarse a la tierra elementos que no son biodegradables y subproductos radiactivos de larga y difícil extinción, despachando desprecupadamente hacia otras generaciones posteriores, una crisis perfectamente definible hoy. El egoísmo de resolver un problema ahora al

LA INGENIERIA Y LA CIENCIA APLICADA

2

El mundo ya se encuentra frente a las llamadas "nuevas ingenierías", como la ingeniería de los nuevos materiales, la ingeniería de las nuevas formas de energía, la ingeniería espacial y de satélites, la ingeniería de la microelectrónica, la óptica y el radar, la ingeniería del control automático, la ingeniería de la informática y los sistemas expertos, la ingeniería oceánica y la desalinización, la ingeniería del ambiente y la bioingeniería, mientras que la formación de lo que podríamos llamar los "ingenieros tradicionales o los ingenieros clásicos" transita por caminos que deben ser revisados, porque no tienen en cuenta estos fenómenos modernos. A esto debe sumarse que la formación de los ingenieros, todavía continúa en la Universidad de Buenos Aires y que se ha propagado por el país todo. Para iniciar el tratamiento del asunto, busquemos definir lo que entendemos por ingeniero. Para ello hemos repasado varias definiciones, con las cuales hemos podido componer las que presentamos a discusión:

Ingeniero es un profesional universitario que ha recibido una formación profunda en principios y métodos científicos — que ha de usar como herramientas de trabajo — como para poder emplear adecuadamente las fuentes de energía y los materiales que existen en la naturaleza, en beneficio del hombre; y además, ha recibido una formación general como para tener una visión equilibrada de su especialidad y del ser

Comun es una etapa necesaria de madurez y decantación, antes de emprender los laberintos de una ciencia cualquiera y que por lo tanto, no es tiempo perdido. No hay que dejar de apreciar que cada facultad o departamento en la Argentina, se comporta como una unidad funcional independiente, lo que conduce a una deficiencia. A pesar de ser graduados de una misma universidad, por ejemplo la de Buenos Aires, es imposible encontrar algo en común entre un médico, un abogado, un ingeniero, un historiador o un veterinario salidos de sus aulas. La universidad, al profesionalizar y encarnizadamente, ha perdido su esencia integradora y universalista, su misión primaria, que es generar y propagar la cultura. El ensayo del Ciclo Básico Común en la Universidad de Buenos Aires, por ser algo nuevo, está pasando por los trances de toda creación: incomprensión, dudas, ajustes, polémica y desorden. Si el Ciclo Básico Común no tiene todavía la calidad y contenido a que aspiran quienes lo consideran una necesaria etapa de integración cultural y base humanística para llegar a ser un buen profesional, es por las razones apuntadas. Muchas veces, en el fragor de las contiendas políticas que el sistema universitario genera en su seno como saludable ejercicio intelectual, se dispersa la atención sobre el objetivo perseguido. Así pueden aparecer asignaturas que sólo contienen intenciones, pero carecen de densidad y contenido. O contenidos curriculares que toman el atajo del adoctrinamiento político, en vez de la luz del saber. O docentes que equivocan su camino y confunden la misión del educador con la posición del adocctrinador de sus ideas y lemas. Pero todo ello, si lo dejamos de cantar, arrojara la luz a que hemos aludido y la cultura se hará presente por sí sola. Es natural que esa dosis estará dimensionada a las posibilidades del tiempo disponible. Esta nueva etapa que ha emprendido la Universidad de Buenos Aires — si es que logra subsistir o no pierde su esencia — tal vez deba consumir una generación completa para, en términos de ingenieros, "poner a punto el sistema", a fin de lograr luego, medir sus efectos y rendimiento. La alternativa de una escuela media — incluida la escuela técnica — centrada en el hombre, su ética y su espíritu, no la debemos descartar. Si la escuela media mejora y recupera posiciones perdidas, el ciclo propedéutico de la universidad puede acortarse y ser más profundo. La universidad recibe hoy a jóvenes provenientes de una escuela secundaria deficiente, envejecida y desalentada. En lo que dura el ciclo introductorio de la universidad, no es posible corregir todo esto.

por medio de lecciones y conferencias, somos partidarios de que

los docentes en las escuelas de ingenieros sean, en primer lugar, mayoritariamente ingenieros y, en segundo lugar, que las asignaturas de los tramos finales de la carrera estén a cargo de ingenieros en ejercicio de la ingeniería, para que se produzca el trasvasamiento de experiencia viva y de primera mano, actualizada y cambiante. Solo quien vive la ingeniería puede llevar al aula, las experiencias y los ejemplos plenamente actualizados en el devenir diario, siempre adelantado a los libros y las revistas. Además, los ingenieros que ejercen y son profesores, enseñan a sus alumnos la ingeniería tal como se hace en la región, con sus modalidades, con sus materiales y conforme a los hábitos de mano de obra de la zona.

Estas reflexiones nos acercan a una idea que sostenemos desde tiempo atrás. En un futuro que ya no está distante, a los ingenieros habrá que formarlos con una base única común a todos, siempre y necesariamente sólida en cuanto al contenido científico y aquellos principios invariables; más una formación humanística adecuada; y una serie de principios propios e intrínsecos de la ingeniería y de los problemas que debe abordar el ingeniero, cualquiera que sea su especialidad. Después de graduado, en el cuarto nivel académico, estaría en condiciones de adquirir, con poco esfuerzo, cualquier especialidad de marco más estrecho y de gran profundidad. Mediante la educación continua, podría seguir penetrando en la especialidad o cambiando de orientación conforme la mutación de los cambios tecnológicos lo imponen. Va surgiendo así que al estudiante de ingeniería debemos entregarle no sólo el conocimiento científico de base y el conocimiento humanístico esencial, sino que tenemos que enseñarle a usar correctamente la herramienta de la educación continua como único camino para mantenerse al día, es decir, debemos enseñarle a estudiar con cariño. Sin embargo, nos encontramos en el presente con un nuevo ingrediente que es la capacidad para la creación. Aquí nos detenemos firmemente, ya que la mutación de los conocimientos y el recambio de las situaciones en un mundo rápidamente variable, nos plantea este ingrediente como esencial. La pregunta clave puede ser: ¿no está la capacidad para la creación presente en el ejercicio de estudiar todos y cada uno de los componentes de la carrera? El ingeniero proyectista es y debe ser un creador. Pero cabe preguntarse si el ingeniero de operaciones, el que hace funcionar el mundo moderno, debe tener desarrollada al máximo su capacidad creativa. La situación parece confusa, ya que si acudimos a los catálogos teóricos de la universidad, siempre antepondrán el desarrollo

humano dentro de la cultura toda: ambas formaciones con miras a lograr una mejor calidad de vida para las personas, propagar el bien, el progreso de las ciencias y el desarrollo integral de todos los hombres y de todo el hombre; y servir -do ambas formaciones como base de un perfeccionamiento continuado durante toda su existencia.

Esta definición se hace compatible con una idea que desarrolló la UNESCO en una reunión que se llevó a cabo en París, en 1968, para descubrir la esencia de la formación de los ingenieros del futuro y que nos dice:

La formación futura del ingeniero debería tener en cuenta sus responsabilidades crecientes con respecto a la sociedad, porque las innovaciones tecnológicas afectarán cada vez más al hombre. Los proyectos, procedimientos y productos deberán concebirse en función del hombre, para su perfeccionamiento y enriquecimiento cultural. Sería necesario, en consecuencia, impartir una enseñanza más amplia, intensificada en ciencias humanas, sociales y económicas y en biología; sin que tal orientación, sin embargo, vaya en detrimento de los conocimientos científicos fundamentales.

Se advierte aquí que el ingeniero — para ser completo — debería tener dos componentes fundamentales: un caudal de conocimientos propios de su profesión; y un caudal de conocimientos humanos propios de su profesión; y un caudal de conocimientos tecnológicos. Con el crecimiento exponencial de la tecnología, parecería una utopía poder alcanzar esa formación en los 5 o 6 años que se dedican hoy a la preparación de un graduado. O en caso contrario, la selección de candidatos para estudiar esta carrera debería hacerse partiendo de una especie de superhombres capaces de aprender más de lo normal. La solución está, sin embargo, dentro de un razonable esquema de posibilidades. El ingeniero debe prepararse para ser y actuar como tal, vale decir: pensar como ingeniero; pensar con generalidad; actuar como ingeniero frente a los problemas; reaccionar como ingeniero en presencia de dificultades; usar las metodologías del ingeniero y no las metodologías científicas; convivir con la gente de trabajo y los vinculados al mundo de la ingeniería; aceptar el medio social en que viven los técnicos y las gentes de producción y las obras; preservar el medio ambiente; vigilar atentamente la parte económica de los proyectos y servicios. Como todo esto se transmite mucho mejor a los discípulos por la vía del ejemplo y de una conducta en clase, que

de la creatividad a la habilidad para conducir y construir la ingeniería corriente. En este punto aparece una discontinuidad en el concepto de ingeniero, teóricamente, por lo menos. Si preguntamos a un dirigente industrial o empresario, el juicio será muy diferente al de los profesores de la universidad. Para dirigir una industria o empresa moderna, es indispensable además de los conocimientos específicos, una gran creatividad. Para resolver la inlidad de problemas del diario vivir de una industria o de una empresa compleja — problemas que a veces pasan inadvertidos — se requiere un altísimo nivel de conocimientos científicos y una gran capacidad creativa. Sin embargo, si consultamos a un científico o a un catedrático de la universidad, nos afirmará que la creatividad se aplica más en los gabinetes o laboratorios, a fin de alcanzar nuevos productos, nuevos mecanismos, nuevas disposiciones, nuevos materiales, nuevos accionamientos, nuevos automatismos. De ser posible — agregarán los técnicos — que esos nuevos desarrollos tengan el nivel suficiente como para generar publicaciones en revistas científicas. No faltan hoy en las escuelas de ingenieros catedráticos que consideran relevante en un concurso para cubrir el cargo de profesor en una asignatura esencialmente profesional, el tener abundantes publicaciones en revistas especializadas. Hay una pretensión científica que choca de frente con las habilidades para el proyecto, la dirección de obra, la dirección industrial, la Jefatura empresarial, la conducción y operación de importantes sistemas técnicos. Nos encontramos entonces en un verdadero punto de discusión. Para unos, un ingeniero es el profesional capaz de hacer el proyecto de una obra de ingeniería, de una industria, de una instalación, de hacer la dirección de obra o la dirección de la instalación y también de hacer funcionar todas estas realizaciones durante su vida útil, con resultados económicos incluido, de haber las ampliaciones y reparaciones y el mantenimiento. Definimos así al proyecto, construcción y operación de los productos de la ingeniería. Para otros, un ingeniero es un creador de gabinete o de laboratorio, un físico que aplica su ciencia en asuntos técnicos, un matemático que encuentra nuevas vías de solución a un problema que tiene algo de técnico, un estudioso generador de novedades y asuntos que casi están en las fronteras del saber. Esta doble visión del ingeniero es muy importante, ya que sobre la base de ella debemos tomar la no menos importante decisión de enfrentar la preparación académica de los futuros graduados. Para ayudar a dilucidar el problema, intentemos hacer una lista de las tareas en que se ve a los ingenieros hoy en el mundo. Los ingenieros desempeñan funciones que les son típicas, a saber:

programar trabajo	calcular	proyectar
operar computación	operar computación	programar
diseñar	dimensionar	computación
controlar	planificar	verificar resultados
contar	asesorar	organizar
partir	enseñar	dirigir
especificar	comparar	comprar
comparar	reparar	controlar calidad
medir	operar plantas	redactar contratos
administrar	mantenimiento	operar plantas
preservar seguridad	replantear	transportar
hacer métodos de trabajo	preservar el medio	dirigir personal
calcular costos	dibujar	almacenar
tramites bancarios	integrar directorios	conducir empresas

Como se comprenderá, esta lista puede ampliarse

En general, el ingeniero moderno ejerce su profesión en relación de dependencia, sea en el estado, sus organismos, sea en las empresas públicas o privadas. Debe integrar los cuadros de mando y hacer una carrera empresarial. Esto impone la necesidad de ser poseedor de una capacitación muy completa, para desempeñar una gran cantidad de tareas, para las que está preparado por la capacidad de análisis y la capacidad de síntesis que adquiere a lo largo de sus estudios. Visto el argumento desde esta perspectiva, debemos volver a la pregunta inicial de si el ingeniero debe formar-se para ser un aplicador de ciencia, un investigador creativo, un analista de laboratorio o de gabinete, o debe ser un realizador de obras e industrias, un administrador racional de las mismas, encaminándose en el sentido de la alta dirección de empresas. Quizás, la pregunta hecha más crudamente es: ¿El ingeniero es un realizador o un pensador?

Más concretamente nos interrogamos si el graduado que buscamos debe ser un ingeniero o un aplicador de ciencia. Nótese muy particularmente que para el segundo oficio no empleamos el término científico. Desde nuestra particular forma de pensar, un científico es algo más, algo superior, un buscador no especulativo de la naturaleza, un indagador de las verdades últimas que sirven de motor a todo el conjunto, casi en lo filosófico. Un científico es un sobresaliente de los que hay pocos. En las escuelas de in-

turales, máxima eficiencia, seguridad e higiene, bien común, sentido humanitario y preservación del medio ambiente; y procurando que este ejercicio profesional se desarrolle dentro de una conducta ética y moral que comporte una actitud de servir y de conducir.

Con esta definición que hemos elaborado, colocamos al ejercicio de la ingeniería en una región bien diferente a la del aplicador de ciencia de que nos hablan los profesores teóricos. La profesión de ingeniero tiene una formidable dosis de realidad y de aproximación al mundo de los hombres, de los intereses, de la política, del mundo de fuera de la universidad. La otra cara de la cuestión, la del investigador, es la de una vida retirada en la soledad del laboratorio o el gabinete, en busca de las verdades últimas o los descubrimientos sensacionales. No descartamos que todo país que se precie, en el área de la ciencia y de la técnica, debe contar con un grupo de ingenieros creativos, selectos, mucho más aplicadores de ciencia que ingenieros. En este punto podemos delimitar mejor la diferencia a que apuntamos. Una cosa es ingeniería y otra cosa es ciencia aplicada. Los ingenieros que a lo largo de una vida han dedicado desempeñarse como tales, dentro de organizaciones productivas, saben que se exigen resultados todos los días y si nos cuidamos, a cada momento, con un ritmo vertiginoso que no soportaría un aplicador de ciencia. El catedrático que se ha pasado una vida en medio de actividades académicas, en donde los resultados de una investigación que puede durar meses o años — si es que algún día llega a un resultado tangible — concluye en un interesante "paper" con un infatigable "abstract" que se publicará en una revista especializada y los consiguientes comentarios elogiosos de un grupo que alcanza a entender lo escrito. Las dos imágenes vuelven sobre lo dicho y la misma pregunta: ¿el ingeniero es un pensador o un creador?

La tendencia a formar en las facultades de ingeniería aplicadores de ciencia en vez de ingenieros, es un antiguo defecto en Argentina. Este defecto lo han pagado bien caro muchas promociones de ingenieros y lo siguen pagando los que terminan disgustados con la universidad, porque el mundo real que deben enfrentar, es diferente al mundo de utopía, el mundo de los pizarrones llenos de ecuaciones. Un distinguido amigo ingeniero de brillante carrera repeta, años atrás: una ecuación diferencial nunca se resiste a ser resuelta, pero un usuario puede resistirse tenazmente a declarar

genteros, por razones que no es el caso exponer aquí, se suele llamar científico a un simple estuioso de las ciencias exactas, a un dedicado lector que hace resúmenes de divulgación que a veces se confunden con trabajos originales. Por lo regular trabaja sobre lo conocido procurando descubrir alguna aplicación práctica y pre-para publicaciones que sirven para ensambalar la cadena de la enseñanza. En verdad, ahora una y otra vez, lo descubierto por los científicos. Su labor es muy valiosa, pero no debe confundirse jamás ni con un ingeniero ni con un científico.

Los ingenieros de larga trayectoria en la vida profesional no dudan en afirmar que al ingeniero se lo debe formar para actuar en la vida de la ingeniería, con una versación muy grande, una enorme flexibilidad para encarar y resolver situaciones nuevas e imprevisitas de continuo y una creatividad que le permita encontrar las mejores soluciones interdisciplinarias. Si escuchamos a los catedráticos teóricos de la universidad, particularmente los que actúan en el campo de la física, la química y la matemática, nos dirán que ese tipo de ingeniero se debe formar en las universidades tecnológicas y en los institutos tecnológicos y que, en verdad, es un ingeniero de segunda clase, casi un subalterno. Según ellos, la universidad debe formar para la creatividad pura, la investigación. La forma de pensar del catedrático teórico es que de las universidades debe salir una pequeña legión que serán los que han de marcar a la vanguardia de la creación, mientras que la mayoría que se ha de ocupar de operar a la ingeniería corriente, debe obtenerse de establecimientos terciarios de nivel inferior, desde el punto de vista científico.

Para nosotros, la tecnología como vulgarmente se dice, que más correctamente debiéramos llamar ingeniería, consiste en:

La aplicación creativa de los principios o métodos científicos para poder diseñar, dimensionar, idear o desarrollar sistemas, estructuras, máquinas, mecanismos o componentes de conjuntos manufactureros u obras necesarias al hombre; o para operarlos con pleno conocimiento de sus posibilidades, pronosticando su comportamiento y previendo todas las alternativas de su marcha normal o defectuosa, como también estudiando de continuo su perfeccionamiento por aplicación de la creatividad; encuadrando cualquier de estas formas de ejercicio profesional dentro de objetivos de economía, óptimo aprovechamiento de los medios humanos y na-

Y si bien enseñan sus disciplinas correctamente, no pueden evitar enseñarlas como cosa aislada, desvinculada del saber y sobre todo, desvinculadas del sentir profesional del ingeniero. Como las asignaturas a su cargo están en los primeros años de la carrera, producen sobre los alumnos un efecto negativo, siendo luego, en los últimos años de la carrera, un poco difícil desplazar en los jóvenes esa tendencia científica y llevarlos al camino de la técnica, tal como la técnica es.

Pero a este efecto se suma otro que tiene antigua tradición. Al principio, la primer escuela de ingenieros fue la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Allí se graduó el primer ingeniero argentino, don Luis A. Huerfó. Esta circunstancia determinó lo que un crítico de esa época — el ingeniero José Romagosa — a la sazón profesor suplente de la Universidad de Buenos Aires, en el año 1899, llamara "el origen espurio de las escuelas de ingenieros". Por tratarse de un asunto de gran importancia, trataremos de extendernos más en él. Allí por el año 1899, el 26 de julio para ser más exactos, dicho profesor dictaba una conferencia en el Centro Nacional de Ingenieros, lo que hoy es el Centro Argentino de Ingenieros, que llevaba el título: "La carrera de ingeniero civil en el proyecto del plan de enseñanza". Para poder exponer el pensamiento del profesor Romagosa, transcribiremos párrafos de ese histórico discurso.

El ingeniero civil puede tener necesidad de conocer la composición química de un cuerpo, al hacer, por ejemplo, un estudio de abastecimiento de agua potable, pero éste no es suficiente motivo como para que se engolfe en estudios de química analítica, pues con llevar las muestras a un químico profesional satisfara su necesidad mucho mejor que si él mismo practica el análisis.

La profundidad de esta idea no ha perdido actualidad, sobre todo hoy, en que la heramienta de la computación y la informática nos ha invadido. Si un ingeniero se ve frente a un problema cuya dimensión requiera la memoria y la rapidez operativa de un ordenador, tiene dos caminos: o él mismo se pone a programar y luego él mismo se sienta en la máquina y hace "correr" el programa apretando los botones que correspondan; o plantea el problema en sus lineamientos, se lo entrega a un programador y lo va siguiendo para ayudarlo, interviniendo cuando ese programador encuen-

que el servicio eléctrico que le prestamos es bueno. La ecuación diferencial nunca irá a un canal de televisión a quejarse, pero un usuario de electricidad o de gas o de ferrocarriles escribirá cartas a los periódicos y se pondrá molesto. En este simple ejemplo podemos encontrar la esencia de la diferencia que deseamos hacer resaltar. Una cosa es ser ingeniero responsable de la operación de un servicio esencial y muy otra, investigar tranquilamente en la universidad. Los ingenieros que en dura tarea en las obras lineales como los caminos, las líneas de transmisión de energía o los gasoductos, tienen todos los días y dentro de cada día, cada hora, que resolver problemas técnicos y científicos agudos, que no pueden esperar, saben muy bien de esa diferencia. Los ingenieros de obras, que cuando se produce una dificultad o un accidente, tienen la mirada penetrante de su capataz y de sus obreros esperando la solución, una palabra que resuelva el problema. Esos ingenieros que con casco, botas, chapoteando en los pantanos van con los planos a cuestras, no tienen el aire acondicionado de los laboratorios de investigación, ni el silencio de las salas de computación, ni la tranquilidad de los gabinetes de estudio y análisis, donde el tiempo y las cosas poseen un valor bien diferente. El ingeniero de fábrica que cada día, al comenzar su labor y la llegada del turno de sus obreros, siente sobre sus espaldas un desalio a su ingenio, a su creatividad, a sus conocimientos, a su capacidad para resolver problemas humanos, sonríe al escuchar a los teóricos, para los cuales cada día es un juego de la mente, un paso hacia un objetivo muchas veces botoroso e incierto, con la tranquilidad de que al fin de ese día, lo peor que le puede ocurrir es no haber avanzado todo lo previsto. La diferencia entre un ingeniero y un aplicador de ciencia es nítida y tajante. La universidad, si dice formar ingenieros, debe volver urgentemente la vista a la industria, la obra, las plantas de servicios públicos.

Esta pasión por la ciencia aplicada en vez de la ingeniería, tiene en la Argentina dos orígenes. Por una parte, que en las escuelas de ingenieros hay muchos docentes que son doctores y licenciados en matemática, física y química, cuya formación difiere sustancialmente de la del ingeniero. También tenemos gran cantidad de docentes provenientes del nivel terciario no universitario, que son profesores de las disciplinas antes citadas, preparados fundamentalmente para ejercer en la escuela media y que por razones que no resulta oportuno debatir aquí, se encuentran ejerciendo en cargos de las facultades de Ingeniería. Ambos profesionales, como es natural y lógico, nunca han ejercido la ingeniería

fección que tal vez sea necesario crear a corto plazo, con una denominación y diseño adecuados. Ese vicio de cientificismo estéril se basa en dos problemas bien visibles en las escuelas de ingenieros. El primero, que al necesitar la formación del ingeniero de las ciencias físicas y matemáticas, en la enseñanza de las mismas se requiere gran cantidad de profesionales que se forman en las facultades de ciencias y que, por ello, no conocen las bases y esencias de la ingeniería ni la forma de ejercicio profesional. Enseñan la física, la matemática y la química como ciencias sueltas, válidas por sí mismas, sin otro fin particular. Para el ingeniero, la física, la matemática y la química son simples herramientas de trabajo. Así como tener un martillo en la mano es necesario para hacer trabajos de carpintería, comprar un martillo no transforma a una persona en carpintero. La enseñanza renéutica de la matemática, la física y la química, como es tendencia en las escuelas de ingenieros, sin saber a ciencia cierta para qué se enseñan esas ciencias — y particularmente sin conocer los fines, alcances y aplicaciones — conduce a los alumnos por senderos equivocados. El segundo, que las distorsiones salariales y de todo otro orden en la Argentina en los últimos treinta años, han ocasionado una singular situación. Han ingresado en las escuelas de ingenieros, en calidad de docentes auxiliares primero y por progreso natural han llegado a profesores después, docentes egresados de los institutos terciarios no universitarios. Estos profesores fueron originalmente preparados para ejercer en la escuela media como lo atestiguan sus orígenes y necesidades del país en otras épocas. El hecho de estarse desempeñando en un nivel bastante diferente al cual fueron formados, nos parece que no es favorable. Es una situación quizás de carácter irreversibile y esos docentes se desempeñan con dignidad y con calidad profesional, pero no debemos dejar de apreciar que el paso por la universidad debiera ser condición indispensable para ejercer en una universidad. La vida de un joven, como estudiante en la universidad, es un componente de su formación, que hace a su futuro. No haber transitado por sus aulas produce una carencia de estilo que no se puede subsanar con conocimientos. Vemos así que, en la parte inicial de la carrera, los cursos están en manos de educadores que pueden tener excelentes condiciones y valiosos conocimientos, pero no conocen la profesión de ingeniero y algunos no conocen la esencia de la formación universitaria.

Lo relatado hasta aquí presenta dos inconvenientes: por un lado los alumnos de ingeniería deben postergar casi tres años — la mitad de su carrera — para estar en contacto con ingenieros que

tra dificultades. La primera solución es la típica de un teórico de universidad, de un aplicador de ciencia, que además de resolver el problema, se entusiasmará y tratará de aprender más sobre computación y finalmente se perderá en una maraña de complicaciones, lo que a la postre le hará perder y hasta olvidar el objetivo. La segunda solución será la ejecutiva, la de un hombre para el cual el tiempo cuenta mucho y no lo puede perder en una subrutina secundaria de su trabajo de ingeniero, como es hacer un trabajo de "software". En el ejemplo que nos presenta el profesor Romagosa vemos con claridad meridiana que si el ingeniero tiene que hacer el mismo el análisis del agua cruda, perderá tiempo que deberá sustraer a su trabajo específico, necesitará mucha más preparación que se la deberá dar la universidad restando tiempo a la solución calificada y finalmente es posible que llegue tarde a la solución, puesto que otros colegas — mucho más ingenieros que él — entregarán el trabajo antes, con un beneficio social y económico bien visible. Por otra parte, el segundo dará un trabajo a un químico profesional y no es aventurado afirmar que el segundo camión no es más barato. Volvamos a escuchar al profesor Romagosa.

Mientras las demás carreras liberales están en íntima comunicación con la sociedad y con el estado, nuestra ciencia se encuentra reñida con el mundo real. El ingeniero civil es un ser incomprendido en la sociedad, mitad sabio, mitad albatrillo herrero. Uno lo consideran como un pozo de ciencia abstracta y lo confundieren con un matemático, otros lo llaman media chara con desprecio o cuanto más, le hacen el honor de concederle el título de constructor.

Este pensamiento — a pesar del tiempo transcurrido — no ha perdido vigencia. En primer lugar, indica algo que hemos venido siempre sosteniendo en conversaciones profesionales: la ingeniería es una ciencia, pensamos, concordando con el profesor Romagosa, que la ingeniería es ya ciencia por derecho propio y no un desprendimiento de las ciencias físicas matemáticas, una especie de subproducto de los doctorados o las licenciaturas, porque tiene sus reglas y disciplinas propias. En segundo lugar, el profesor Romagosa descubre otro hecho que es palpable en nuestros días y que si bien en la época en que esto se dijo no era así, los resultados son los mismos. Hay una marcada ambigüedad entre los fines del ingeniero y los de los que hacen ciencia aplicada o lo que más correctamente deberíamos llamar "científico-ingeniero", pro-

7
les pueden entregar las bases de la profesión que han elegido y este tiempo es perdido en ese sentido. Por otra parte, al ver los alumnos que pasa el tiempo y que no llegan a lo que les interesa, que es la ingeniería, se desalientan y abandonan su carrera. Muchas de las deserciones, en el primer y segundo año de los estudios, se producen por aburrimiento. Jóvenes que desean saber cuanto antes que es una estructura, un camino, una máquina, una turbina, un destilador, se ven atrapados por una maraña de ecuaciones abstractas, sin que nadie les explique para qué sirven y dónde se usan. La física y la química se enseñan como si toda la vida del graduado debiera desarrollarse en un laboratorio, haciendo los análisis o sacando conclusiones de un experimento, para alcanzar algún día la madurez necesaria como para redactar una publicación en una revista.

Más adelante, el profesor Romagosa nos dice:

El matemático tiene como única aspiración el progreso de la ciencia en sí misma; en cambio el ingeniero no debe mirar a la ciencia como un fin, sino como un medio para resolver los problemas económicos, sirviéndose de ella como guía que lo conduzca por el camino más recto posible.

Esta distinción en el uso de la ciencia en la formación del ingeniero, esta todavía lejos de tenerse en cuenta en las escuelas de ingenieros, en sus departamentos correspondientes. En otro párrafo Romagosa nos afirma:

Nadie pone en duda que la matemática es, de las ciencias fundamentales del ingeniero, una de las más importantes; pero ni es la principal ni tiene la exagerada importancia que se le atribuye. Es más, no titulábamos en asegurar que el exceso de matemática pura, es perjudicial al ingeniero.

Esta afirmación la pueden certificar todos los días en la Argentina, en cientos de lugares de trabajo, los jefes de miles de jóvenes graduados. La manía matemática hace perder a los ingenieros jóvenes el sentido práctico de la profesión y terminan por querer resolverlo todo con ayuda de la matemática. Pero es más y peor. Si un problema que se le presenta a un joven graduado no tiene por medio alguna ecuación diferencial o un desarrollado programa de computadora necesario acudir a un sofisticado programa de computación avanzada, en donde se aplica un intrincado camino saturado de prin-

teoremas, consideraran que el problema no tiene envergadura y que no merece la atención de un hombre de ciencia como es él. La universidad le ha transmitido una petulancia científica inadmisibile. Le ha quitado, precisamente, la humildad del sabio. Romagosa afirma también:

Creemos que no podría encontrarse un solo caso en que un ingeniero haya fracasado por deficiencia de conocimientos de matemática superior, o que haya sobresaído por el solo hecho de poseer profundos conocimientos en esa materia.

Si repasamos el listado de los ingenieros exitosos en la Argentina — y en el mundo también — que han llegado a las más altas posiciones de la industria y la empresa, no encontraremos a los brillantes en física o química o en matemática, sino a aquellos que la aprendieron bien, pero con la mesura que corresponde a sus necesidades. Dice después Romagosa:

El estudio excesivo de la matemática, tal como hoy se practica en las facultades, acostumbra al ingeniero a lo abstracto y a lo exacto, cuando en la práctica profesional, no encuentra sino lo concreto y aproximado.

Efectivamente, el ingeniero trabaja con las "tolerancias", que son los apartamientos que se admiten entre la realidad y la teoría pura. Acostumbrar a un joven estudiante de ingeniería al rigor matemático, como si fuese la última palabra y dar fe total al resultado que le entregan las fórmulas, es llevarlo al desencanto de comprobar, una y otra vez, que la realidad no es el resultado de una fórmula. Algunos, lo más inteligentes, comprenden que la matemática los "acerca" al resultado y los ayuda a encontrar la verdad. Otros, por malformación de la universidad, insisten hasta agotar-se en la búsqueda de los rigores de la matemática, perdiendo un valioso tiempo. Cuando un capataz, con una sonrisa irónica, le invita al ingeniero que aunque él haya obtenido ese resultado, lo que se usa es otra cosa, la realidad cobra cuerpo.

Los pensamientos del profesor Romagosa, más de ochenta años atrás, nos mostraron que para ese entonces, los defectos en la formación de los ingenieros provenían del enfoque dado a las ciencias físicas y matemáticas. Hoy ese defecto no se ha corregido y subsiste la confusión entre ingeniero y aplicador de las ciencias.

Para analizar este tema y a modo de síntesis, digamos que un ingeniero es un profesional que ha adquirido una metodología de trabajo que le permite tomar un problema, analizarlo, conocer sus objetivos y metas, poder trazar un programa de trabajo, tomar los elementos auxiliares necesarios, pronosticar los resultados, saber qué medios humanos y materiales necesita, saber qué costo ha de tener la solución, poner en marcha todos los elementos de la solución, supervisar el camino de la solución, poner todo en normas y tolerancias, saber hacer los ensayos de rutina y de recepción, poner en marcha industrial el producto o la obra o la instalación y labrar toda la documentación necesaria para la entrega formal y el pago. Quien repase este listado descubrirá fácilmente la diferencia entre un ingeniero y un aplicador de ciencia. La metodología es diferente.

LA ESPECIALIZACION Y LA GENERALIZACION

3

Si en la universidad se debe dotar al ingeniero de una capacidad de tipo general y espectro amplio o en vez, una capacitación altamente especializada de espectro estrecho, es asunto de continuo debate desde hace muchos años. Para introducirnos en el tema y a modo de ejemplo, tomemos una tecnología vistosa y moderna como es la electrónica. Esa parte de la ciencia del ingeniero comprende, en los momentos actuales, una gran gama de especializaciones. Por ejemplo, dentro de la electrónica podemos ver grandes áreas de conocimiento como son la transmisión de la información, la electrónica digital, la electrónica del sonido y muchas otras más. Pero dentro de cada una de ellas aparecen, a su vez, áreas más pequeñas cuyo desmenuzamiento es sumamente amplio. Por ejemplo, dentro de la transmisión de la información es menester tratar los amplificadores, como uno de los componentes y dentro de ellos, los de alta y baja frecuencia o los de alta y baja potencia y así sucesivamente. Si pensamos que cada una de estas áreas requiere un desarrollo continuado y en el mundo moderno podemos decir sin temor a equivocarnos, que ese desarrollo es casi frenético, veremos la necesidad de tener ingenieros preparados para conocer mucho sobre amplificadores de alta frecuencia. Dentro de ellos, a su vez, quizás sea necesario profundizar sobre su forma física de construcción o sobre su funcionalidad, para abaratarlos o construirlos en serie y lo segundo para responder a las exigencias de un mercado rápidamente cambiante. Pero al perdernos dentro de este mundo de alta especialización, nos aparece a los educadores una pregunta alarmante: ¿quién es el especialista que se requiere para comprender la funcionalidad de cada componen-

ingenieros y aplicadores de ciencia, sin ser un investigador. Debe agregarse también a todo esto — y los directores de empresa lo saben muy bien — que un gran especialista puesto al frente de un conjunto general, suele fracasar. A su vez, todo lo razonado hasta aquí no ha tenido en cuenta el caso — muy frecuente — de que ese director de Ingeniería puede llegar a ser director general de la empresa. Para esa posición deberá conocer sobre finanzas, créditos, movimientos de fondos, mercado de capitales, comercialización, balances, gestiones de importación y exportación, trámites ante oficinas públicas y altos funcionarios y muchas cosas más. Podemos incluir en la larga lista el tener tacto político, pues lo que podría ocupar una posición en una cámara empresaria y tener que discutir temas de gran importancia con las más altas autoridades de la Constitución.

El caso relatado de la industria electrónica es aplicable a una industria automotriz, una empresa estatal de servicios públicos, una fábrica de motores. Cabe otra vez la pregunta: ¿Qué es un Ingeniero? Si la universidad lo forma como gran especialista, lo limitadamente en su carrera, pero sin especialistas no hay progreso y desarrollo de componentes que forman el todo de un producto de la Ingeniería. Sin expertos en cemento y en hormigón armado, no puede haber nuevos métodos para construir puentes y carreteras. Sin expertos en aislantes, no hay progresos en las máquinas eléctricas. La universidad se encuentra entonces en una situación difícil, al tener que decidir el camino más correcto que seguir en la formación académica del Ingeniero. Para avanzar en el estudio de este apasionante tema, trataremos de exponer criterios de las dos tendencias:

Educación generalizada es aquella que forma al Ingeniero con una base muy amplia, nutrida en los fundamentos de todas las Ingenierías o por lo menos, un substrato de las bases científicas de todas ellas. Este tipo de Ingeniero, aun cuando se piense que en un futuro ha de ejercer en el campo de la electrónica, por ejemplo, debe tener cursos de esta- bilidad, de termodinámica, de mecánica de los fluidos, de mecánica clásica y, en fin, de todo aquello que forma el puntito de partida de cada especialidad o campo particular de la Ingeniería y que no varía con el tiempo, por ser asuntos que no se ven modificados por el natural avance de las cosas.

cy poder coordinarlos todos a fin de que el conjunto termine siendo, por ejemplo, un simple receptor de radio. Es interesante notar sobre este ejemplo. El especialista es capaz de diseñar, calcular, crear o construir uno de los componentes de la radio común, logrando en ese componente el máximo de perfeccionamiento. Otros especialistas harán lo propio con el oscilador necesario, otros con el circuito de sintonía, otros con el parlante y así sucesivamente. Pero inmediatamente surge la otra pregunta: ¿Cuál es el ingeniero que debe darle la forma orgánica al todo, respondiendo a una idea de conjunto, para que el resultado sea una radio que el mercado exige? Ese otro ingeniero no tiene necesidad de conocer a fondo cómo se diseña cada uno de los componentes, sino tan sólo especificar cuáles deben ser sus cualidades y comportamientos. Varnos acercándonos a las cualidades de un especialista y de un generalista. Pero el asunto no termina aquí. La producción de una radio nunca se hace — salvo casos rarísimos — en forma aislada, artesanal, sino que forma parte de la producción diversificada de una industria electrónica integral, de tal manera que quien esté al frente del departamento de Ingeniería de la industria debe conocer también de televisores, reproductores de sonido, computadoras y otros productos más. Hasta donde ha de llegar el conocimiento particular de cada uno de los productos, en el director de Ingeniería, es asunto cada vez más difícil. Por otra parte, no podemos descartar que esa industria electrónica produzca también rectificadores de alta potencia para uso industrial e inclusive, automatismos y lo que modernamente se denomina "robots". Ese director de Ingeniería de que estamos hablando, debe tener un amplio espectro de conocimientos, como para interpretar debidamente cada uno de los proyectos y productos, pero es imposible que conozca en detalle, cada componente, aun cuando el amplificador de que hablamos al principio, se usa en la radio, en el televisor, en el reproductor de sonido y en un automatismo. Este ascenso en la escala de las responsabilidades, por supuesto que está estrechamente vinculado a la experiencia y la edad del director de Ingeniería, pero no obstante queda flotando la pregunta de si la universidad, no debió formar lo generalista para dejarle la carrera despejada a la alta conducción o si debe hacerlo especialista, por que sin ese tipo de profesional, no tendríamos todos los elementos con el grado de avance particular necesario. A su vez, el departamento de Ingeniería deberá contar con una sección de investigación y desarrollo que, partiendo de supuestos diversos, indague en la búsqueda de nuevos productos, nuevos materiales, nuevos componentes. El director de Ingeniería deberá comprender a esos

Si nos vamos al otro extremo, tendremos:
 Educación especializada es aquella, que, en vez, aborda inmediatamente la especialidad elegida, procurando alcanzar las fronteras del conocimiento en esa franja de la ingeniería. Este tipo de ingeniero no debe recibir de las otras ramas de la ingeniería ajenas a su vocación, sino la cuota necesaria para avanzar en lo suyo. Si ha de ejercer la electrónica, para usar el mismo ejemplo de la definición anterior, no ha de estudiar ni estabilidad, ni mecánica clásica y si algo de eso necesita algunos fluidos, ni mecánica clásica y si algo de eso necesita alguna vez, se procurará por sus propios medios o por un curso de posgrado u otra solución especulativa y en una dosis mínima, estrictamente lo necesario.

Las dos tendencias, la generalización y la especialización, tienen que ver con la formación cultural del ingeniero. A los dos tipos se le puede entregar la cuota de humanismo necesario, pero por su forma de pensar dentro de la ingeniería y el entrenamiento que recibió al tener que aceptar la multiplicidad de conocimientos, el generalista será el más propenso a ser también un humanista. El especialista, por lo regular, un ser más aislado en lo suyo y su círculo. El generalista, al tener que tratar hombres que hacen cosas diferentes a lo suyo, tendrá una mayor tendencia a buscar en el humanismo, los recursos de su labor.

Pero el natural progreso de la ingeniería nos obliga a penetrar más en el asunto, ya que las ideas sobre las que se construyó la formación de los ingenieros en la Argentina, a causa de derivar rápidamente. Todo lo elaborado en cuanto a educación de los ingenieros en la década de los años treinta — hoy todavía vigente, aunque enmascarado por sucesivas modificaciones que de tales no han tenido mucho — pertenece a una época memorable, pero agitada. Ya no podemos seguir sumidos en el recuerdo y la nostalgia de aquel viejo ingeniero civil multifacético que formó la universidad de Buenos Aires por muchos años, generalista por concepción pero especialista en construcciones por vocación. Tampoco podemos seguir rondando aquel viejo ingeniero de fábrica que delineó la Universidad Obrera Nacional en 1953 (hoy Universidad Tecnológica Nacional). Uno se parecía más al ingeniero generalista de que hablamos y el otro al especialista. En el momento actual, ni uno ni otro responden a los modelos originales, porque la mar-

cha del tiempo y los avatares políticos han sacado de cauce a las dos formaciones, copiándose unas de otras, cruzadamente, para dar un producto híbrido, que hoy impera, por lo menos en el área del Gran Buenos Aires. También agreguemos a modo de acotación marginal, que la ingeniería de la electrónica que hemos venido usando de ejemplo más arriba, es una singularidad muy marcada de la ingeniería toda. En el nivel general de conocimientos de las personas del país, existe una gran confusión sobre lo que es la ingeniería electrónica, confusión que ha ganado terreno en los jóvenes estudiantes. La cantidad de aspirantes a ingenieros electrónicos es creciente en una proporción que demuestra a las claras una acentuada equivocación. Atráidos los jóvenes por la parte exterior de la electrónica, piensan que es una ingeniería de gran envergadura y futuro, lo que es cierto, pero jamás en la proporción de que se habla. Esta desafortunada orientación del estudiante hacia la ingeniería electrónica, ha generado una legión ya tristemente célebre de desocupados de alto nivel intelectual. La vida diaria nos enfrenta con los productos de la electrónica, que con sus progresos continuados y también con su aparición en todos los medios de comunicación, incluyendo el hogar, suministran a la opinión pública una visión incorrecta de la magnitud de la ingeniería electrónica en la Argentina e, inclusive, en el mundo. Si pensamos que un televisor no alcanza a tener un 8% de ingeniería electrónica propiamente dicha, que un ordenador no tiene ni un 15% de ingeniería electrónica especializada, muchas personas se sorprenderían. La respuesta es simple: la mayor cuota de ingeniería en un televisor o en un ordenador corresponde a la ingeniería de producción, que es industrial, mecánica, química, eléctrica. Si pareciera porcentuales tiene los vistosos productos de la electrónica cotidiana, no nos cabe duda alguna de que esas cifras deberían reflejarse en los porcentuales de selección de carreras en las facultades de ingeniería. Sin embargo, no es así. Tomando un trabajo publicado por la Sociedad Argentina para la Enseñanza de la Ingeniería, el que lleva el número 21 del mes de febrero de 1984 y del que es autor el profesor ingeniero Carlos Zanero, descubrimos las siguientes alarmantes cifras de la población estudiantil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires en ese momento:

Ingeniería Civil (en sus tres orientaciones)	2.372
Ingeniería Industrial	1.462
Ingeniería Electromecánica, orientación Electrónica	2.736
Ingeniería Electromecánica, orientación Electrónica	436

Ingeniería Electromecánica, orientación Mecánica	812
Ingeniería Química	679
Ingeniería Naval y Mecánica	410
Agromensura	124
Analista universitario de sistemas	10.358

Es de hacer notar dos cosas importantes sobre estas cifras. Por un lado, los planes se están modificando al escribir esto (abril de 1987), de tal manera que la carrera de ingeniería electromecánica con tres orientaciones, pasa a ser tres carreras independientes de ingeniería electrónica, ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica, lo que agrava bastante las tendencias. Por otra parte, el ingreso masivo está produciendo, junto con el Ciclo Básico Común, algunas alternaciones cuyas tendencias todavía no se conocen como para hacer vaticinios. Pero lo que surge a las claras es que, dentro de la ingeniería, la electrónica cuenta con la mayor predilección. Esta equivalencia vocacional de los jóvenes, causa varias desventajas. Muchos graduados, al no encontrar ocupación en el campo de la electrónica, toman los siguientes caminos: se dedican a tareas subalternas totalmente ajenas a su profesión; ocupan posiciones de técnicos en los cuadros de la producción; emigran con resultados que se desconocen; ingresan en la docencia universitaria con tareas creadas para darles ocupación que por verdadera necesidad; se desvían hacia la ingeniería eléctrica por ser la más cercana a su formación y que tiene demanda laboral, para lo que necesitan aprender esa rama de la ingeniería.

Abandonemos el tema de la ingeniería electrónica que hemos usado como ejemplo para volver al asunto que nos ocupa. Los jóvenes que ahora ingresan en la universidad, ejercerán su profesión más allá del año 2000 y parece razonable descartar métodos pensados para un mundo más simple y menos veloz. Las mismas áreas (o especialidades u orientaciones, como se quiera decir) diseñadas hace treinta años atrás y que han dado lugar a las incubencias que tenemos en uso, sobre la base de las cuales se desempeñan los respectivos consejos profesionales y colegios de ingenieros para regular la matrícula, debieran ser revisadas. Las atribuciones de una y otra especialidad tienden a confundirse y las líneas divisorias de cada incumbencia son cada vez más discutibles, por la aparición de nuevas especialidades y de interdisciplinas que se

van convirtiendo en disciplinas. Hoy, la actitud de cambio parece ser lo más estable, aunque esto parezca un juego de palabras. El reciclado y la educación continua se van adueñando de la situación, mostrándonos la inutilidad de ajustarnos a moldes rígidos, pensados hace muchos años atrás. La defensa sostenida de las incumbencias dictadas por las universidades conforme la ley, van perdiendo vigencia. Por un lado, porque cada universidad procura proteger a sus graduados otorgándoles una lista de atribuciones muy generosa. Basta con que en el contenido curricular aparezca en una asignatura cualquiera un tema específico con un nombre dado, para que el graduado esté habilitado de por vida para actuar en ese campo de la ingeniería, aunque la dimensión del estudio no esté acorde con la magnitud de la tarea profesional a emprender, ni se tenga en cuenta que el transcurrir del tiempo produzca erosión en los conocimientos adquiridos — tal vez superficialmente — en las aulas. Estas razones nos inclinan cada vez más, hacia la idea que es menester volver a pensar todo esto en el más alto nivel y con un debate generoso. Las incumbencias van cambiando de convertirse en un anacronismo. Tal vez, en un futuro no muy lejano, sea menester tener un solo diploma de ingeniero — como el de médico — y los profesionales adquieran su especialidad u orientación sobre la base de estudios de posgrado y de trabajos profesionales específicos a semejanza de las residencias médicas. Esos diplomas de tipo general, los certificará la universidad, pero la especialidad la deberían certificar los consejos profesionales o los colegios de ingenieros o los centros de ingenieros, es decir los pares. La universidad sólo debería acreditar el nivel académico otorgado, el grado propiamente dicho, pero las incumbencias, sólo los pares, es decir, los ingenieros, regidos por una ley especial y con todos los recaudos de seriedad que es menester para proteger los intereses de la comunidad.

Lo fundamental de un ingeniero no es tanto su particular conocimiento de tal o cual campo de la ingeniería, sino su actitud frente al problema. Lo importante es pensar como ingeniero, con gran capacidad de análisis y gran capacidad de síntesis, gran aptitud para estudiar, aprender y mantenerse al día sobre la base de los conocimientos de base bien adquiridos, con gran disposición para cambiar de especialidad a medida que los cambios del mundo hacen aparecer nuevas tecnologías y se tornan obsoletas otras, y con gran generosidad en materia de investigación y desarrollo de temas nuevos.

No conviene con exactitud la demanda futura de especialistas o generalistas, no estamos hoy en condiciones de hacer afirmaciones categóricas o de alejar vocaciones en uno u otro sentido. Mientras no definamos a través de un plan nacional de desarrollo el país que deseamos y necesitamos, no sabremos qué tecnología es más necesario desarrollar y en qué magnitud, y en consecuencia, no podremos graduar las vocaciones para contar con los recursos humanos necesarios.

Como saludable ejercicio de análisis del tema que estamos desarrollando en los medios universitarios y empresarios, pensamos que no es adecuado aferrarse a líneas rígidas, sino trazar políticas flexibles, fácilmente revisables. Para ello haremos a continuación un cuadro crítico de ambas formaciones que estamos discutiendo.

FORMACION ESPECIALIZADA

Ventajas: permite contar con graduados capaces de alcanzar las fronteras del conocimiento en una dada especialidad. Es la carrera de los grandes y renombrados especialistas.

Desventajas: forma tecnócratas aislados en sí mismos, conocedores de una franja muy estrecha del saber y del mundo, con poca comprensión de los problemas generales.

FORMACION GENERALIZADA

Ventajas: permite contar con graduados capaces de alcanzar las más altas posiciones de mando industrial y empresarial. Es la línea de los futuros gerentes y directores y de altos funcionarios del estado.

Desventajas: forma generalistas presuntuosos con vanidad científica, poco aptos para comprender el mundo del hombre de trabajo y todo aquello que no integra su mundo elitista.

Reflexionando en beneficio del país — y no de grupos particulares o de determinadas universidades — pensamos que se requieren ambos tipos de formación y que se trata de un problema de vocación. Hay personas a las que les agrada la especialización y otras que, en vez, tienen inclinación por los asuntos más generales. Los dos formas de preparación deben subsistir armoniosamente, pero a ambas, la universidad debe proveer su cuota de realidad y de sensibilidad social, para una adecuada integración con el medio y el desarrollo de una vocación de servicio, por sobre todas las cosas.

LA INTRODUCCION DEL INGENIERO EN LA VIDA PROFESIONAL

4

La universidad entrega al graduado un diploma que acredita su nivel académico, el área de la ciencia de la ingeniería en que está más capacitado, y la función social que le compete. Con ello, el estudiante deja de serlo y pasa a tener una serie de responsabilidades. La sociedad lo recibe y él debe tomar o elegir un puesto de trabajo. Sale del mundo idílico de la universidad y entra en el mundo real de la profesión, del mundo competitivo de la vida tal cual es. Si las situaciones reales no se adaptan al graduado, no es porque la vida está equivocada, sino porque el está equivocado. Muchas veces, la formación extremadamente científica, a contramano de esa vida real que debe enfrentar el ingeniero, termina por no convencer al graduado que el error es de la sociedad que no se adapta al esquema de la universidad. Esta concepción nos conduce a la pregunta de si la universidad debe ser un modelo al que es necesario mirar e imitar en la vida real o si la universidad es un espejo en el cual debe reflejarse exactamente la vida real tal cual es. No debemos entrar en este terreno, por escapar a los límites impuestos a este trabajo, pero advertimos que la introducción del graduado a la vida profesional, merece un análisis.

El ingreso del recién graduado en la vida profesional debe ser suave y lineal. Esto no es fácil de lograr, en un mundo rápidamente cambiante y en un país en que el ingeniero suele hacer tareas

muy diversas, a veces, apartadas de su especialidad y hasta de su vocación. Pero de todos modos, de lo que estamos seguros es que, salvo aquellos colegas que deciden reingresar en el sistema universitario para abrazar la carrera docente o la investigación, los restantes habrán de operar la ingeniería, proyectar la ingeniería y construir la ingeniería. Estos colegas — que son abrumadora mayoría — usarán una metodología que es muy diferente a la de la docencia y la investigación. La gran masa de graduados se desempañará en relación de dependencia en grandes reparaciones estatales, en grandes empresas del estado y en la empresa privada grande, mediana y pequeña. Este amplio espectro de posibilidades dificulta la adopción de una norma y hasta de un estilo de enseñanza. A los que manifiestan vocación por la educación y se perfilan como futuros integrantes de los cuadros docentes o de investigación, se los deberá segregar inmediatamente y proporcionarles los medios como para que sus vocaciones y aptitudes se encaminen adecuadamente, para bien de la universidad y de la ciencia del país. Pero para la inmensa mayoría, que concurra a la universidad para ser ingeniero profesional, debemos suministrarle los elementos de una rápida adecuación al medio en que han de vivir toda su vida y que no es ni el silencio de los gabinetes o laboratorios ni el clima calmo de las discusiones científicas en las que el tiempo no es factor determinante ni se debe especular con la economía del conjunto. El medio en que han de triunfar, el medio en que han de hacer su valiosa contribución al bien común, el medio en que sentirán la alegría de ser útiles, es diferente del de la universidad. Aquellos que no han de tener la carga científica de intercomunicar publicaciones con entidades del exterior, pero que sin embargo, en la humildad de un taller, de una oficina técnica, de una oficina de proyectos, de una obra de montaje, de una obra al aire libre, de un laboratorio de ensayos, de una oficina de planeamiento, hacen ingeniería de muy alto vuelo, necesitan salir de la universidad preparados para ese mundo. Si bien la calidad de esas tareas no es siempre reconocida por quienes se sienten dueños de las ecuaciones, esa calidad existe y es de alto nivel. El frenesi que muchas veces se inculca a nuestros discípulos de la universidad por la investigación científica, por la búsqueda de las verdades naturales, es fuente de no pocos fracasos. El recién graduado ingresará en la profesión y al enfrentar la realidad, puede terminar por afirmar que la realidad está equivocada, porque no es igual a la que le inculcaron sus maestros. Otras veces debe hacer una rápida adecuación por su cuenta y riesgo, guardando hacia la universidad no aquel sentimiento de gratitud y respeto que es menester,

sino un cierto desdén por la parte de fraude que el percibió en la formación que se le impartió.

Cuando un bisiño ingeniero ingresa en la actividad profesional, es previsible y natural que requiera un periodo de adaptación al nuevo medio. Nadie que tenga experiencia se asombrará de esta afirmación, ni la tatará traumáticamente. Pero ese periodo debe merecer la atención, sea de parte de los empresarios que han de necesitar los servicios de un ingeniero, como de los catedráticos que forman al diplomado, porque ese periodo presenta indetermi- naciones que es menester subsanar. Las preguntas más importa- tes que se pueden formular, a fin de hacer un análisis, son las si- guientes:

?Cuánto debe durar — razonablemente — el periodo de adap- tación de un recién graduado a la vida profesional, para co- menzar a rendir los frutos esperados?

?Qué rasgos deja en el recién graduado esa adaptación de la vida universitaria a la vida real?

?Qué imagen recibe la empresa o entidad que emplea los ser- vicios del joven profesional, de la universidad que lo formó?

?Qué debe hacer la universidad para que el graduado cum- pla el periodo de adaptación lo más rápidamente posible y en forma satisfactoria para ambas partes involucradas?

?Qué debe hacer la empresa o entidad para que el ingreso del joven profesional sea suave y sin complicaciones que dejen una huella traumatizante?

La necesidad de obtener una respuesta para la universidad por un lado y para la empresa por otro, nos lleva al siguiente análisis.

El empresario desearía que el periodo de adaptación fuese lo más breve posible o nulo, porque ese tiempo medido en la unidad corriente de la vida empresarial, que es el "mes-hombre", tiene un costo. La magnitud de la empresa y su envergadura gradúan bas- tante esa experiencia. La gran empresa, por su enorme inercia en todos los órdenes, tolera mucho mejor el tiempo de adaptación, ya que el costo de esta etapa, queda diluido dentro de los gastos ge- nerales de la empresa. No es así en la pequeña entidad, porque di- cho costo, sin ser excesivo, es de tener en cuenta. Por otra parte, la muy pequeña empresa de tipo patronal, que nació de un taller que fue evolucionando o de un servicio rudimentario que se agran-

do, tiene la pretensión de que el ingeniero — muchas veces su pri- mer ingeniero — sea un hombre práctico, conector del medio, há- bil en lo técnico y en el manejo de personal, conector del medio, ha- bilitado en la economía de empresa a la escala que se lo requiera y, en fin, as- pectivas inmediatamente. Sin embargo, las empresas más adu- ladas e importantes conocen bien el problema, y saben tener la pa- ciencia como para no exigir lo imposible. En esas compañías, la clave es una correcta selección de los candidatos y el resto, es un riesgo calculado dentro de su operatoria. La gran empresa cono- ce que el periodo de adaptación es un costo de capacitación de per- sonal y por lo tanto, se trata de una capitalización. Entre esta si- tuación, en que el periodo de adaptación se acepta como algo ló- gico y natural y el caso de la pequeña empresa, en donde se as- pira a tener un "producto terminado", están muchos de los mal- ces posibles. El periodo de adaptación varía en función de lo que podemos llamar "el factor agregado", que no es otra cosa que la ex- periencia laboral del graduado a la época de alumno. Si el estu- diante — durante su carrera en la universidad — tuvo simultáne- amente una ocupación rentada, se pueden a su vez presentar otros matices agregados. Si tuvo una ocupación de carácter técnico re- lacionada con lo mismo que está estudiando o tuvo una ocupación cualquiera, ajena a lo técnico. A su vez, debe verse si la ocupación que tuvo el estudiante ocurrió en la misma empresa o medio en el que luego ingresa en calidad de profesional ingeniero, o si provee- ne de otro medio. Se repara así que existen variables que impiden valorizar las cosas en forma simple y terminante. Sin embargo, un periodo de 3 a 6 meses, parece razonable para muchos empresa- rios, por lo que admitimos que si se trabaja unas 160 horas-hom- bres, significa encontrarlos con el entorno de las 480 hasta 960 horas-hombre empleadas en capacitación, que se restan a la producción y se cargan a gastos generales. Según sea el valor de la hora-hombre y las consiguientes cargas sociales que se le deben adicionar, así será la cifra que en definitiva hay que tener en cuen- ta en cada industria o actividad, considerando de todos modos muy importante el periodo de capacitación, ya que durante el mis- mo producen una adecuación al profesional al ritmo y disciplina de trabajo de la empresa, lo que significa en verdad, muchos más adaptación a un sistema en marcha, que adaptación de la univer- sidad a la vida real. La Universidad Obrera Nacional (hoy Univer- sidad Tecnológica Nacional) en su Estatuto — que no ha variado mucho con los años — estableció en 1953 condiciones atípicas y di-

cios a los graduados y transmite al medio productivo, una mala imagen de la universidad.

Para un egresado del ciclo secundario que sea técnico y que trabaje durante toda su carrera universitaria en lo mismo que estudia, el ingreso al mundo profesional es uno de los pasos más agotadores de su vida. Es la culminación de una etapa y el ordenamiento de la vida futura. Para un graduado de una universidad "científica" y que no haya trabajado en el tema que estudia, el periodo de adaptación suele ser duro. Los mejores, es decir, los que lo gran por sí mismos y a pesar de la formación equivocada, artojar por la borda todo el bagaje de ciencia inútil que le inculcaron en vez de enseñarle ingeniería, lograrán una aclimatación adecuada y, por lo general, harán una buena carrera, porque aprovecharán la capacidad de análisis y la capacidad de síntesis que les dio el estudio de las disciplinas científicas. Los que persistían en pretender que una empresa sea — en vez de un lugar de producción de bienes y servicios — un lugar de investigación abstracta, se transformarán rápidamente en pedantes incomprendidos o resentidos sociales, que verán con congoja como en la empresa los superiores pidiamente los que ellos llaman despectivamente, hombres prácticos.

La empresa juzga duramente — a veces, muy duramente — a la universidad de la que provienen graduados deficientemente formados o equivocadamente formados. Hagamos el distingo. Equivocadamente formados, son los que saben demasiado de todo aquello que no le importa nada a la empresa. Además, en la Argentina, el empresario mediano y chico todavía no tiene ni la tradición ni la estípe como para juzgar con equidad a un graduado como lo haría un empresario de los países de avanzada. Deficientemente formados son los diplomados cuyo bagaje de conocimientos es notoriamente inferior a lo requerido. Todo conluye a que al empresario le importe poco lo que hace la universidad, a la que juzga más por la esencia, seriedad y trascendencia que la universidad tiene, a pesar de la politización que la desjerarquiza. Esta imagen — en la Argentina — hay que trabajar para cambiarla y la universidad debe hacer una labor pedagógica en la empresa, conforme las recomendaciones que sobre la cooperación entre universidad y empresa ha llevado a cabo la UNESCO con estudios muy acertados.

ferentes a las de otras universidades, a las que para diferenciarlas, las llamaremos "universidades clásicas". Admita la hoy Universidad Tecnológica Nacional como alumnos sólo a los técnicos con 6 años de estudio en las escuelas medias técnicas (ex escuelas industriales, hoy del Consejo Nacional de Educación Técnica). También exija que los alumnos trabajasen en una rama técnica igual o muy similar a la de la carrera de ingeniería elegida. A esto se agregaba que las clases se dictaban en horarios de tipo nocturno o vespertino y eran del tipo seminario, para poder intercambiar experiencias entre alumnos y docentes. La clase magistral de las "universidades clásicas" no se empleaba. Las condiciones de esta universidad en sus orígenes, allá por el año 1953 como hemos dicho, conducían a que el periodo de adaptación era prácticamente nulo. Se trataba de un sistema universitario de ingeniería muy interesante, parecido al de varios institutos extranjeros de muy buen nivel, actualmente. La ex Universidad Obrera Nacional consideraba que el trabajo en algo técnico relacionado con la carrera que se cursa, es un factor o componente de la formación de un ingeniero, asunto que será menester rescatar en la actualidad, para estudiar muy detenidamente. Lamentablemente, esa brillante modalidad que nos ponía a los argentinos a la vanguardia en estos temas para esa época, se perdió cuando la Universidad Obrera Nacional se transformó en Universidad Tecnológica Nacional, por razones cuya explicación no corresponde a este escrito. En la actualidad, los graduados de casi todas las universidades deben cumplir un periodo de adaptación, que varía conforme muchos factores, algunos de los cuales venimos de comentar. Ese periodo debe considerarse como natural o normal, salvo en las facultades se procura formar más un aplicador de ciencia que un ingeniero. En algunos casos — que no son pocos — el graduado no logra jamás la adaptación al medio empresarial o industrial, al medio productivo, constituyendo un verdadero fracaso, no sólo para el graduado, sino para la facultad que lo formó. Ese tipo de diplomado se refugia como docente en alguna casa de estudios universitarios o secundarios, para formar más graduados con su misma mentalidad, en una especie de "realimentación negativa" que hace perder a muchos jóvenes inteligentes y de valor. Otras veces, ese ingeniero hace tareas que nada tienen que ver con la ingeniería, particularmente, tareas comerciales de escaso valor o desempeñan cargos para los cuales, la preparación de un técnico secundario es suficiente. Se hace necesario destacar — una vez más — que el alan científico-cista de muchas facultades de ingeniería, causa enormes perjuicios

En general, la universidad se ocupa poco de la empresa. Recluta en su mundo de horizonte científico, no se interesa por advertir la suerte que corren sus graduados. Solo destaca la trayectoria de aquellos que, sobresaliendo, emigran y hacen buen papel en el exterior, en lugares de avanzada. Otras veces, se empalagan citando la gran cantidad de publicaciones que en revistas extranjeras aparecen de sus profesores e investigadores, sobre temas que no sólo no le interesan a nadie en la país, sino que esas publicaciones y trabajos originales, pocas veces tienen que ver con problemas acuciantes de la sociedad argentina. Recluida en su mundo científico — lo que comporta también recluida en un sistema salarial poco atractivo — forma un producto teóricamente ideal, para un país ideal, para una sociedad abstracta y sin problemas urgentes, para gentes que sólo buscan las verdades últimas de la ciencia, una perfección intangible e impráctica. La universidad parece no percibir que su misión social en el mundo de la ingeniería es generar recursos humanos para que la gente viva mejor, no se frustre, atienda las necesidades básicas vitales y culturales. La gente quiere tener mejores teléfonos, mejores transportes, mejor comida, mejor agua potable, mejores casas, mejor recreación, mejores deportes, mejor medicina, mejor educación y mejor medio ambiente. Las escuelas de ingenieros de la universidad parecen no desvelarse por formar graduados que hagan funcionar la ingeniería común, la ingeniería conocida y se encuentran encaprichadas desde hace casi un siglo, en formar al ingeniero único y pretendidamente máximo, con ínfulas de científico, espécie de subproducto de los doctorados en ciencias, poco preparados para resolver los problemas sencillos, que son mayoría abrumadora. Casi parece que sienten desdeñ por los problemas fáciles, aquellos en que hay poca matemática o poca física. Los ingenieros que conducen un taxi con una carga de frustración y desencanto no reflejan los problemas de dentro de la universidad que los formó en número excesivo, algunas veces, o los formó para una misión superior, casi incomprendida por la generalidad de las gentes. Los graduados desempleados no son índice de un país con dificultades, sino de una universidad en dificultades.

Las preguntas que podría formularse la universidad son:
 ¿Qué suerte han corrido en los últimos treinta años los graduados?

El cúmulo de preguntas que hemos hecho desfilan y otras muchas que podríamos acumular por medio de un examen minucioso de la realidad, nos señalan claramente que la vinculación universidad-industria casi no existe. Sin esa relación, es muy difícil lograr un movimiento ajustado para formar recursos humanos. A todo esto debe agregarse otro factor que no es nuestro deseo explicarlo, sino dejarlo planteado. La pirámide del trabajo en la Argentina comienza en un operativo sin especialización y culmina en un ingeniero, con las posiciones intermedias de capacitaciones, técnicos, supervisores y otras categorías. Es entonces claro y muy evidente que, todo planeamiento de la educación técnica en la Argentina, debe comprender a toda la escala de capacitación. No sabemos de ningún encuentro — a lo largo de la historia — entre los decanos de las facultades de ingeniería con los planificadores del Consejo Nacional de Educación Técnica, para convenir los bordes o límites de cada profesión, con sus atribuciones y características. De esto es totalmente responsable la universidad, por ser el escalón superior que debe tomar la iniciativa

Mirando hacia el otro lado, le preguntaríamos a la empresa:
 ¿Aporta la empresa argentina estatal o privada sus ideas como para constituirse en un factor de ajuste?
 ¿Entrega a la universidad sus problemas para que los investigue, en vez de adquirir en el exterior patentes y licencias?
 ¿Permite a los alumnos de las universidades hacer prácticas rentadas en plantas y oficinas, como para que el graduado adquiera el componente de la realidad profesional?
 ¿Invita a profesores universitarios a pasar periodos de estudio en las plantas y oficinas, para ayudarlos a tener una visión completa?

¿Qué opinan de la universidad nuestros graduados?
 ¿Qué piensan de la universidad nuestros empresarios estatales y privados?
 ¿Cuáles serían las tareas típicas que darían éxito a un recién graduado y lo harían sentirse feliz con su suerte y su título y lo harían sentirse útil a la sociedad?
 ¿Qué personalidad profesional hemos formado?
 ¿Cuántos docentes de las escuelas de ingenieros saben con certeza para qué sirve lo que enseñan y en qué se aplica?

tiva. La autonomía siempre se consideró o fue sinónimo de acción pedagógica, desvinculación de la universidad del mundo real.

LOS CAMPOS DE TRABAJO Y EL MERCADO LABORAL

5

Salvo en contados casos, la ingeniería no se practica como profesión libre, como lo hace un médico en su consultorio o un abogado en su bufete. El ingeniero — mayoritariamente y en todo el mundo — trabaja en relación de dependencia, sea para el estado, sea para una empresa particular. Los mismos ingenieros consultores se agrupan en sociedades para tomar la dimensión adecuada, sin la cual, la práctica de la profesión no es rentable. Hay algunos colegas que, alcanzado un buen grado de madurez y experiencia y con un buen ganado prestigio, actúan como consultores independientes, pero su número es escaso. Este fenómeno se debe a un hecho fácil de interpretar. La tecnología — que mejor sería llamarla definitivamente ingeniería — es un hecho que cobra dimensión de escala. Las grandes obras como las carreteras, los puentes, los edificios, las represas, los puertos, las centrales eléctricas, las líneas de transmisión de energía, los gasoductos y oleoductos, la distribución y potabilización del agua, para citar obras de bien público comunes de la ingeniería actual, raramente se podrían hacer por medio de un solo ingeniero. A lo sumo, habría un ingeniero que será el coordinador o director del proyecto y la acción de obra, pero raramente podrán intervenir ingenieros aislados, salvo el caso de algún estudio muy particular de suelos y otra contingencia que requirieran un estudio profundo para un tema o momento aislado de la obra. Las realizaciones de la ingeniería moderna, en lo que se refiere a grandes obras públicas, son emprendimientos que requirieren el concurso de muchos ingenieros, que actúan dentro de un esquema de distribución de tareas y de res-

ponsabilidades, en muchos casos, complejo, que de ninguna manera permite la colocación del ejercicio libre. Para la concreción de estas obras se precisa del concurso de grandes equipos de proyecto y dirección de obra y grandes empresas, para la construcción y la puesta en servicio. De no proceder así o se presenta la imposibilidad material de hacer la obra en el tiempo estipulado o la operación de estas organizaciones es delicatísima y conduce al quebrantamiento económico o falta de rentabilidad. En otro campo, que es la prestación de los servicios a la comunidad, las empresas, en muchos países en manos del estado, también presentan la característica de ser de dimensiones grandes, con muchos ingenieros para la operación y el mantenimiento. En el tercer grupo donde encontramos a las industrias extractivas y manufactureras, los problemas son semejantes. No se concibe una fábrica pequeña, en donde cuando se produce un problema, se llame a un ingeniero entendido que aconseje como proceder. Los ingenieros de operación o de mantenimiento deben estar en planta todo el día y todos los días y todo el horario de labor, puesto que las contingencias de la producción se presentan en forma continuada.

Esto nos lleva a presentar los campos de trabajo modernos en tres grandes grupos, cada uno con las modalidades propias.

Operación de la ingeniería conocida:

Es la administración racional de las obras, instalaciones y sistemas de la ingeniería, explotando y expandiendo las obras y los servicios de empresas y organizaciones y haciendo funcionar las industrias de producción de bienes, todo con resultado económico y con preservación del medio ambiente y sentido de solidaridad social.

Proyecto y ejecución de la ingeniería conocida:

Es el diseño, dimensionado, cálculo, producción, programación, determinación de costos, financiación, licitación, contratación y supervisión de la construcción y montaje de obras, máquinas, instalaciones, industrias, sistemas y puesta en servicio industrial de las mismas, para aprovechar los materiales y las fuentes de energía de la naturaleza, todo con sentido económico, preservación del medio ambiente y sentido de solidaridad social.

Investigación y desarrollo de nuevas ingenierías:

Es la labor que se desarrolla en las universidades, en los organismos de ciencia y técnica y en los gabinetes de investigación de las empresas públicas y privadas, buscando nuevos materiales, nuevos métodos, nuevos productos, haciendo desarrollos innovativos y encontrando nuevas formas de economizar esfuerzo humano, materiales y energía, los tres componentes de la ingeniería moderna, como asimismo, el estudio de la ingeniería conocida, para perfeccionarla, involucrando todas estas acciones dentro de un concepto de racional economía, preservación del medio ambiente y sentido de solidaridad social. Dentro de esta acción se encuentra la labor docente de los profesores que enseñan e investigan.

En un país de alto desarrollo como es los Estados Unidos de Norteamérica, las estadísticas señalan, aproximadamente:

Un 60% de los graduados se dedican a la operación de la ingeniería conocida.
Un 25% de los graduados se dedican al proyecto y construcción de la ingeniería conocida.
Un 15% de los graduados se dedican a la investigación, desarrollo y docencia.

Esto nos permite afirmar — enfáticamente — que:

En un país desarrollado e industrializado, el grueso de los ingenieros no son científicos de la ingeniería sino operadores de la ingeniería y en ese campo están las mayores demandas laborales.

Esta afirmación nos permite sostener — también enfáticamente — que se debe actuar con suma prudencia en la formación universitaria, no alentando a los jóvenes estudiantes hacia caminos que más se asemejan al trabajo de un aplicador de ciencia y — en casos muy excepcionales — de un científico.

Por lo mismo, podemos afirmar:

El actual sistema de formación de ingenieros en la Argentina ha establecido sus reales con una majestuosidad invertida y con ello está confundiendo a todos, incluidos los estudiantes, lo que es más grave. La base del error es que buena parte de las escuelas de ingenieros, derivan de facultades de ciencias físicas y matemáticas, habiendo heredado su

Como se puede comprobar, esta lista está lejos de ser completa, puesto que la ingeniería es muy vasta, y las diversas empresas tienen puestos de trabajo cuya descripción es variada.

estilo. Como su acción a lo largo de mucho tiempo ha involucrado a mucha gente y a mucha burocracia, factores que reunidos y muchas veces completados, no sólo impiden una modernización realista de la formación de los ingenieros, sino que saldrán a lidiar arduosamente para preservar los intereses creados.

El academismo científico separa a la enseñanza del mundo real de la ingeniería, lo que desalienta y confunde a graduados y alumnos. El mercado laboral de los ingenieros es vasto en un país como la Argentina, pero debemos estudiar a fondo la forma de preparación académica, por las razones indicadas.

Las tareas que cumple un recién graduado pueden ser muchas, pero de las mismas hemos extraído una lista de orientación.

Asistente de un director de obra
Colaborador de un jefe de abastecimientos
Adjunto a un jefe de laboratorio
Asistente de un gerente de operaciones
Jefe de una oficina de dibujo
Asistente de un responsable de planta
Jefe de una sección de taller
Jefe de un equipo de construcción
Asistente de un responsable de explotación
Adjunto a un director de producción
Colaborador de un jefe de montaje
Proyectista, nivel inferior
Calculista, nivel inferior
Adjunto a un equipo de control de calidad
Colaborador de un director de transporte y organización
Adjunto al responsable de mantenimiento preventivo
Ayudante del jefe de control de materiales
Supervisor de cuadrillas
Asistente de laboratorio de ensayos
Asistente de computación
Ayudante de programación por computadora
Revisor de estadísticas
Presupuestista, nivel inferior
Colaborador en el área de ventas
Colaborador en el área de compras

LAS INCUMBENCIAS PROFESIONALES

6

Las incumbencias son las atribuciones formales que determina cada universidad e indican las tareas y responsabilidades para las cuales está capacitado un graduado. Son las fronteras de la profesión y dependen del contenido de la formación académica que el graduado ha recibido. Estas incumbencias determinan también el Consejo Profesional en el que deben inscribirse para el ejercicio profesional los egresados de cada universidad, con lo cual, de graduados pasan a ser matriculados en el orden nacional. Las provincias, conforme el principio federal, tienen sus reglamentaciones en la materia. Dichos Consejos Profesionales, por Ley, ejercen la policía de la profesión y vigilan que en el ejercicio profesional no intervergan personas que no están habilitadas, encargándose de aplicar las sanciones que correspondan y de perseguir a quienes, sin tener las habilitaciones, puedan realizar tareas que son típicas del ingeniero. Los Consejos Profesionales tienen también su Código de Ética, para que a su vez, el desempeño entre pares, se haga dentro de los lineamientos de una conducta correcta. La labor de los Consejos Profesionales es de protección de la comunidad y de perfeccionamiento del cuerpo profesional en sí mismo.

Cada carrera de ingeniería tiene sus incumbencias, conforme los estudios realizados. Sin embargo, la rapidez del cambio tecnológico está produciendo inconvenientes en este campo. Si en la actualidad nos preguntamos donde finalizan las atribuciones de un ingeniero industrial y donde se inician las tareas típicas de un ingeniero químico o mecánico o eléctrico, tendremos dificultades. La

50

línea divisoria entre un campo de acción y el vecino, es poco delimitable y particularmente móvil en la ingeniería moderna. Esto nos ha hecho afirmar frecuentemente en rueda de coléas, que las incumbencias deben ser revisadas — como concepto — a corto plazo. La mutación de las especialidades y el cambio dentro de las mismas, es lo normal. Nadie está seguro de si un ingeniero químico dentro de 10 años — que no es mucho tiempo — será o hará las mismas cosas que hoy. La rapidez del cambio tecnológico hará desaparecer especialidades y aparecer otras nuevas. Si las incumbencias debieran seguir esos cambios, la cantidad y misión de los diversos consejos serían continuamente variables, lo que no tendría a ni sentido ni seriedad. Por lo tanto, no debemos estar muy lejos de una revisión integral conceptual profunda. La incumbencia debe ser la que corresponde a un ingeniero, cualquiera que sea su especialidad. A modo de ejemplo, tratemos de ensayar una definición de incumbencia genérica, apta para cualquier ingeniero:

Un ingeniero es un profesional habilitado para participar en la construcción de las partes componentes y del conjunto total de una concepción técnica, sea una obra, una instalación, una industria, un sistema, un equipo, una máquina o cualquier otro resultado del ingenio o la racionalidad; a habilitarlo para operar y explotar esos elementos a fin de lograr los resultados esperados, incluidos los resultados económicos y la preservación del medio ambiente y el sentido de solidaridad social; o habilitado para el diseño, proyecto, cálculo, dimensiónado y concepción de los productos de la ingeniería; o habilitado para investigar y desarrollar nuevos componentes, productos y obras a fin de alcanzar nuevos productos, nuevos materiales, nuevos sistemas y nuevas técnicas, sea de operación como de dimensionado y proyecto, en la especialidad elegida.

Esta definición es abstracta, no especifica la especialidad, pero sin embargo, puede servir para cualquiera de las actuales o futuras. Determina *qué es o qué hace un ingeniero, cuál es su función*, más que el campo o tema en que lo hace. Esta propuesta presuponemos que la universidad sólo garantiza *el nivel académico del graduado, sus habilidades genéricas, sus aptitudes, cualidades que el graduado puede aplicar en cualquier campo de la ingeniería*. Seguidamente, los Consejos Profesionales, por especialidad, y sobre la base del nivel e intensidad de los estudios realizados por el graduado — preferentemente en el cuarto nivel académico — y la ex-

51

billante para planos, especificaciones y todo otro trámite ante autoridades competentes, siendo responsable jurídico de sus efectos y resultados.

Doctor Ingeniero

Es el profesional de la ingeniería habilitado para todos los actos profesionales del ingeniero y del Magister Ingeniero, pero además, ha adquirido los hábitos y metodologías como para hacer investigaciones hasta alcanzar las fronteras del conocimiento en su ciencia o efectuar desarrollos originales que produzcan nuevas tecnologías no conocidas, como también, actuar en los niveles más altos de la educación universitaria y de posgrado.

Sobre todas estas incumbencias cabría una reflexión adicional, un comentario crítico. Debemos ver que las incumbencias que entregan las universidades, son más intenciones que realidades. Salvo contadas escuelas de ingenieros, que se acercan a las habitaciones que dicen otorgar, una abrumadora mayoría declara que sus graduados ingenieros son aptos para una abultada cantidad de responsabilidades, cuando un examen cuidadoso demostraría la debilidad de muchas de esas habilitaciones. Las escuelas de ingenieros procuran cubrir a sus graduados con una incumbencia extensa, de espectro amplio y muchas veces exagerado, para facilitar el ingreso al mercado de trabajo. Sin embargo, esa aptitud de proteccionismo artificial y más formal que real, no logra engañar a empresarios y empleadores, ni a los mismos graduados. En ocasión de cada incorporación de un ingeniero a una empresa privada se miden en forma precisa los conocimientos que tiene, con independencia de los que dice tener por incumbencias, lo que muestra a las claras que las incumbencias no tienen un valor aceptado y enteramente confiable. A la realidad no se la puede engañar con descripciones formales.

perencia adquirida por el ejercicio junto a otros colegas expertos dentro de la especialidad, podrían extender las incumbencias de cada área específica. Para ello, los Consejos Profesionales deberían tener una Comisión Permanente de Habilitaciones, que haría lo que su nombre indica, habilitar, lo que significa no sólo otorgar el derecho de un graduado para actuar en el campo específico, sino también lo contrario, retirar ese derecho por una falta continuada de ejercicio o por el mal ejercicio. Simetizando, sostenemos que la universidad debe entregar una acreditación general, académica, de aptitudes generales y de derechos generales o profesionales deben otorgar la habilitación profesional, por especialidad y conforme cambia y evoluciona la técnica. Este sistema permitiría retirar del ejercicio a profesionales que no se han mantenido actualizados o que han dejado de ejercer e inversamente, incorporar a nuevos graduados que por la práctica efectiva, se sumen a la especialidad. La propuesta garantiza, por el lado de la universidad el nivel y la seriedad de los estudios de grado, a la vez que la flexibilidad del contenido curricular y por el lado de los Consejos Profesionales, el área en que se han de ejercer esos derechos. Los aspectos éticos no tienen fronteras de especialidad y pueden ser comunes a cualquier disciplina.

Falta agregar en el tema de las incumbencias que, de admitir tres escalones clásicos en la carrera académica del ingeniero, los mismos deberían tener las incumbencias genéricas — especialización — conforme un criterio como el que sigue:

Ingeniero

Es el profesional de la ingeniería habilitado para participar en la construcción, montaje, puesta en operación y explotación racional conforme sus propósitos, de las obras, instalaciones, máquinas, componentes, industrias, sistemas o equipos de la ingeniería conocida, a fin de lograr los resultados esperados, previendo todas las alternativas de su marcha y pudiendo firmar la documentación de rutina de estas tareas.

Magister Ingeniero

Es el profesional de la ingeniería habilitado para todos los actos profesionales del ingeniero, pero además está capacitado para el proyecto, diseño y dimensionado de todas y cada una de las partes de la ingeniería conocida, teniendo firma ha-

LA FORMACION ACADEMICA DEL INGENIERO

7

Repasando los contenidos curriculares de las carreras de Ingeniería de nuestro país, y de varias otras naciones importantes, encontramos una serie de componentes que son comunes y pertinentes. Dentro de ese panorama, cada país y dentro de cada país, cada universidad adopta modalidades conforme las necesidades de la región a la que sirven o conforme a sus particulares puntos de vista técnicos y científicos. En la Argentina, el repaso de los contenidos curriculares revela una concepción tal vez demasada científica, mientras que en muchos países – sobre todo los más adelantados – el contenido se adapta más a las necesidades regionales, a las necesidades de la industria y a los valores económicos. Sin pretender tratar ahora esto último, hagamos un repaso de los componentes de la formación del ingeniero, tal como es prudente debe ser:

COMPONENTES DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL

Ciencias Básicas:
Matemática, Física, Química, Computación, Medios de representación, Probabilidad y estadística, Idiomas, etc.
Ciencias de la Ingeniería:
Termodinámica, Estabilidad, Mecánica clásica, Mecánica de los fluidos, Ciencias de los materiales, Electrotecnia, Electrónica, etc.

54

Ciencias Aplicadas:
Construcciones de hormigón armado, Hidráulica, Teoría de las máquinas eléctricas, Teoría de las máquinas térmicas, Puertos y canales, Vías de comunicación, Transportes, Electrónica digital, Propagación y antenas, Procesos unitarios en química, Tecnología mecánica, Metalurgia, Construcción naval, etc.

Esta lista es sumamente extensa, ya que cada especialidad u orientación tiene una gran cantidad de asignaturas. En general, en mayor o menor medida, estas asignaturas aparecen en las diferentes carreras, pero la preparación del ingeniero requiere de otros componentes que no son materias específicas, pero que, sin embargo, resultan indispensables a un ingeniero bien formado.

COMPONENTES DE LA PERSONALIDAD PROFESIONAL

Capacidad de análisis:
Es la aptitud que tiene un graduado para, dado u observado un todo, ser capaz de subdividirlo o trozarlo o descomponerlo en sus partes de funcionalidad unitaria o elemental, a fin de entenderlo y dominarlo, sin por ello perder de vista la funcionalidad del conjunto ni la funcionalidad de cada uno de los componentes y sus limitaciones, todo ello sin caer en el error de desmenuzar el todo hasta un grado de fraccionamiento que haga imposible su entendimiento para el graduado u otra persona que deba intervenir.

Capacidad de síntesis:

Es la aptitud que tiene un graduado para, disponiendo de una cantidad de componentes básicos cuya funcionalidad conoce en forma global, aun sin penetrar en el detalle íntimo de cada uno, organizar ese conjunto a fin de lograr un conjunto mayor, de complejidad superior y de magnitud más elevada sin por ello perder de vista a los componentes particulares y sus limitaciones.

Metología intelectual de estudio:

Son los sanos hábitos de estudio y de indagación de la realidad circundante, de la búsqueda de la información or-

55

Facultad de Ingeniería U.N.C.

BIBLIOTECA

Dr. "Egido Ferruglio"

el desarrollo de un sentido económico de la ingeniería, no solo como fin utilitario y lucrativo de la empresa, sino más bien como sentido solidario de empleo racional de los medios humanos y materiales para beneficio social; y agrediendo un profundo respeto por la biosfera y la preservación del medio ambiente, contribuyendo a que la ingeniería no produzca degradación y problemas a las generaciones futuras por el mal empleo de elementos radiactivos y no degradables.

Sentido de los valores espirituales y éticos:

Es el desarrollo y perfeccionamiento de un sentir integro-dor de la vida, con apartamiento de las doctrinas materialistas, una cosmovisión del hombre como creatura fundamental del orbe, con una misión que trasciende su propia existencia; y el desarrollo de una conducta social intachable, sea con los colegas como con superiores y subalternos y con toda la sociedad en general, contribuyendo al perfeccionamiento de una comunidad mediante la propa-gación de una conducta ejemplar.

Desarrolladas estas ideas, percibimos que los componentes del

conocimiento profesional son los que nos han desvelado desde antiguo y que hoy mismo, los vemos debatir ardentemente en las escuelas de ingenieros. Es lo que llamamos "el contenido curricular" o también "los planes de estudio". En la práctica, toda reforma de planes de estudio que hemos visto los que somos más veteranos, es un simple ordenamiento de las cosas, para que nada cambie. Recurriendo a la imagen de un viejo juego de niños, el llamado "rompecabezas" que sabemos se trata de una serie de cubos que en cada una de sus caras tiene una fracción de una lámina total. Según como los ordenemos con una cara hacia arriba, juntos nos permiten recomponer la figura completa, diferente según sea a la posición de cada cubo. Los que llevamos muchos años trabajando para la Universidad, hemos visto el desfilé de planes y programas y percibimos que muchas veces, los ordenadores de los cubos llegan aparentemente a una nueva imagen que ya se había usado antes y desechado por agotada. Pero como los que hacen el nuevo ordenamiento son más jóvenes, no fueron testigos de que esa nueva imagen ya fue usada y descartada y la presentaban como todo un logro. Es lo que — con honda preocupación — estamos percibiendo al momento de escribir estas líneas. La parte más preocupante de este repetido asunto es que las caras del cubo son los

denada, de la lectura actualizada, del estudio de temas y materias que contribuyen a su actualización y elevación científica y cultural y de la predisposición a participar de cursos de perfeccionamiento cualquiera que sea la edad que se tenga, siempre que dichos cursos posean un nivel creciente de fines y medios, estén esos cursos acordes con la altura de la carrera en que se encuentra el graduado y tengan además esos cursos la tendencia a la generalización.

Cultura general y criterio interdisciplinario:

Es el caudal de conocimientos que un graduado tiene de las disciplinas intelectuales ajenas a la ingeniería o circundantes con ella; y del humanismo clásico, como para entender el mundo que le toca vivir; saber convivir y respetar los conocimientos de otras personas y entenderlas; poder intervenir en los círculos culturales sin soberbia, pero con seguridad; compartir el placer de las manifestaciones artísticas y literarias y propagar sus efectos; y comportarse como un ser socialmente reconocido y respetado.

Aptitudes para la conducción del personal:

Es la aptitud que debe tener todo graduado para saber distribuir trabajo y saber calificarlo y clasificarlo, así como aconsejar a las personas que trabajan bajo su supervisión o dirección; enseñar y capacitar en todo momento para promover el perfeccionamiento de los cuadros técnicos inferiores y obtener resultados de los recursos humanos de la ingeniería; y además, tener desarrolladas las cualidades necesarias para comprender a los superiores jerárquicos, poder adaptarse a su pensamiento y saber coordinar con ellos a fin de lograr los resultados esperados de los planes y programas generales de trabajo; y asimismo, tener el tacto y la habilidad como para poder relacionarse con personas ajenas a su profesión o empresa y llevar relaciones armoniosas en el orden social, sindical, bancario, político y empresarial.

Hábitos de disciplina, economía y empleo racional de los medios:

Es la actitud de todo graduado para organizar su propio trabajo y aconsejar sobre la mejor forma de organizar el conjunto, aunque no sea de su completa competencia; y

allí hasta que las aguas se calmen. El que hizo la propuesta de eliminación pasa a ser visto como un torpe sin imaginación y sin vue- lo intelectual, como para llegar a comprender las cosas que van más allá de los hechos corrientes a donde alcanza la vista.

Por esta y otras causas que sería muy largo enumerar y que escapan al alcance de este escrito, los cambios de contenido curricular siempre dan por resultado, un plan de estudios que nace viejo y oxidado, aunque se lo pinte en la parte exterior para darle otro aspecto. Pero lo dicho pone al descubierto que la forma de selección de profesores para ocupar cátedras, no nos satisface, aunque reconocemos que no hay otro mejor, por ahora, salvo que se otorguen al Decano de cada facultad atribuciones ilimitadas y él mismo elija a los mejores que conoce, sin concurso, ni protocolo ni gastos administrativos, los ponga a prueba en un ciclo lectivo y luego se verifique por medio de una rigurosa comisión tripartita de profesores, graduados y alumnos, el desempeño en ese periodo. Algo así como una empresa elige a sus empleados de rango, sin descartar el método de invitar a un buen profesor de otra universidad a que la abandone y pase a prestar servicios en la que lo necesita más, para lo cual hasta se lo puede tentar con beneficios laborales, casa familiar, mejores laboratorios y bibliotecas, para que se sienta cómodo y se dedique a la investigación y la docencia. No se descarta en este procedimiento, un mejor sueldo, lo que está desahogado que a un profesor se le debe pagar por lo que vale, por sus calidades, por su experiencia, por el juicio que le merece a sus alumnos, el respeto que inspira a sus pares, por su prestigio exterior y una gran cantidad de antecedentes que ejemplifican la calidad y que muchas veces pasan inadvertidos en los concursos. Sin embargo, un profesor titular por ejemplo, debe ganar lo mismo en todas las universidades del país y no importa la carga de trabajo que su asignatura le imponga, salvo, claro está, la antigüedad docente, es decir, el suplemento por permanencia. Cualquiera trasgresión a esta norma igualitaria, equiparadora, puede finalizar en un sumario administrativo. A igual función, igual salario, aunque no estemos en presencia de igual calidad y méritos. Esto desalien- ta a los mejores y baja la calidad general.

Pasando ahora a los componentes de la personalidad profesional, por ser un asunto que no se ha tratado ni estudiado a fondo todavía, estamos pisando terreno virgen. La lista que se ha propuesto con siete componentes, podría ser mejorada o rectificada, según correspondiera a mejores estudios que se hicieran, pero de

intereses creados. Todo cambia de imagen aparente, pero lo que no cambia son los cubos, que es lo que debe cambiar. Hay que poner nuevos cubos, con nuevas imágenes y tal vez variar la cantidad de cubos, porque ahora la lamina a formar debe ser mucho más extensa y abarcar más detalles. La falta de conocimiento de las realidades de la profesión por parte de la universidad, es un gran escollo, pero al mismo debe agregarse el sistema de concursos para cubrir cargos de profesor. Cuando una Cátedra es cubierta por un titular, sus asociados y adjuntos, sus jefes de trabajos prácticos y ayudantes de curso con la ceremonia de los concursos de oposición, llenos de formalidades en las que — en lo profundo — adquiere una rigidez monolítica y un hábito de intocable recinto sagrado que es imposible violar. Si en el desarrollo de la profesión las cosas cambian rápidamente y en menos de 10 años se hace necesario excluir una disciplina en el plan de estudios, para en vez, colocar otra, el obstáculo más infranqueable es "la Cátedra". El núcleo de intereses creados gira alrededor de esta estructura burocrática que se inició como algo académico, pero desde el mismo momento de la designación oficial, se transforma en un hecho administrativo. A partir de ese momento sagrado en que el Consejo Superior aprueba el dictamen del jurado, "la Cátedra" pasa a consistirse en una serie de renglones en las planillas de liquidación de haberes, en un hecho burocrático que consolida el estilo de vida de muchas personas. El cargo está asignado a esa disciplina y su modificación no sólo es difícil desde el punto de vista académico, sino que es resistido desde el punto de vista humano, liso y llano y resulta más difícil que atravesar la muralla china desde el punto de vista administrativo y jurídico. Toda tentativa de cambio se presentará como invisibles tentáculos llega a todas partes. Por esa causa, disciplinas que debían haberse modificado hace años, continúan igual y lo que es más grave, se van perfeccionando año tras año. En muchos casos hay asignaturas totalmente inútiles al ingeniero, que no obstante, son valladas difíciles de franquear. Los argumentos que se escuchan son sofismas. Cuando una asignatura es puesta en tela de juicio porque los conocimientos de la misma ya no son de utilidad al ingeniero — o podría ser sólo un breve tema de otra asignatura — inmediatamente se argumenta que si bien es cierto, los ingenieros no lo usan ya, sin embargo esa disciplina es una saludable gimnasia intelectual que posibilita abrir la mente y dar aptitudes para pensar y razonar en abstracto. Como esto último no se puede ni medir ni comprobar, la cosa queda

blan como ingenieros, que enfocan los problemas como los enfocan un ingeniero y que lo tratan como futuros y próximos colegas, los hacen trabajar como ingenieros y les hacen usar el tiempo y la ciencia como lo usa un ingeniero, no salen de su asombro. Algunos, alegres y felices, por haber llegado por fin a sus metas y poder saber qué es la ingeniería, siguen a sus maestros y adquieren los componentes de la personalidad profesional. Otros, más desafortunados, no entienden qué es lo que está pasando e insisten en parecerse a los científicos e investigadores, fabricantes de *papers* que nadie lee. Estos últimos no entenderán jamás a la ingeniería. Terminarán refugiándose en la misma universidad para formar más equivocados como ellos, con variedad científica y ser docentes que integrarán las plantillas del presupuesto y vivirán siempre contratados porque un simple jefecillo de empresa, haciendo la ingeniería que él considera de poco valor, los triplica en sueldos y posibilidades. Estos equivocados jamás podrán adquirir los componentes de la personalidad profesional y jamás serán ingenieros, aunque tal vez tengan ese título, sin haberlo usado nunca como tal.

Como se aprecia, el estudio crítico de los componentes de la formación de un ingeniero, dan tela para mucha discusión. También, nos hacen ver que la universidad juega un papel trascendente en la consolidación de la tecnología de un país.

lo que estamos seguros es de que los componentes son indispensables, porque de lo contrario, formamos un enciclopedista eficiente y automática, un peligro para la sociedad toda. Es evidente que, para lograr que esos componentes estén presentes en cada graduado, como condición intrínseca, hay que proceder desde la universidad. Pero de lo que no estamos seguros es de cómo lograrlo aquí tenemos un campo de investigación pedagógica de dimensión enorme. Nuestra propuesta es que los componentes de la personalidad profesional se logran, en el estudiante de ingeniería, por contacto, por emulación. Los docentes de ingeniería — a lo largo de lo que dura la carrera — deben demostrar esas cualidades en ellos mismos, ponerlas en evidencia ante sus discípulos, aconsejar sobre las mismas, guiar, corregir los apartamientos hasta conseguir que se transformen en los discípulos en actos reflejos. El estudiante debe salir de la universidad practicando los componentes de la personalidad profesional, como cosa natural y propia. El ejemplo es la mejor vía, con la ayuda de conferencias y charlas sobre cada uno de esos temas. Transmitir algo que se tiene, es sencillo. Tratar de transmitir lo que no se tiene, imposible, por lo que el docente, desde el mismo momento que ingresa en la docencia, como simple asistente o ayudante, ya debe poseer las bases de los componentes de la personalidad profesional. Aquí llegamos a algo sorprendente. Si los docentes son personas de la profesión científica — doctores o licenciados o profesores de nivel terciario no universitarios — formados estos últimos para enseñar física, química y matemática en los colegios secundarios, deben tener serias dificultades para transmitir los componentes de la personalidad profesional, sencillamente porque ellos no los tienen. Sólo conocen superficialmente las bases primordiales de la ingeniería. Pero de aquí surge algo todavía más inquietante. Como casi la tercera parte de la carrera y a veces más, está a cargo de doctores, licenciados y profesores del nivel terciario no universitarios — hay pocos ingenieros en esta etapa — es claro que en el momento más crucial de la formación, que es en el encuentro del joven con la universidad, la personalidad que se le transmite, es útil y valiosa, pero para otras profesiones, no la de ingeniero. El abismo de finalidades que separa a un físico, un químico, un matemático o un profesor del nivel terciario no universitario de un ingeniero real y tangible, es de tal magnitud que casi nos atrevemos a decir que es infranqueable. Por ello, cuando los alumnos de las carreras de ingeniería alcanzan el 4º, 5º y 6º año de su carrera, en donde desaparecen de su vista los doctores y los licenciados, se encuentran muchas veces desorientados. Cuando tratan a ingenieros que les ha-

MAGISTER INGENIERO
Es el profesional de la ingeniería, habilitado para la operación y para el proyecto y construcción de la ingeniería conocida.

DOCTOR INGENIERO

Es el profesional de la ingeniería, habilitado para la operación y para el proyecto y construcción de la ingeniería conocida, pero además, está preparado para crear nuevas tecnologías a través de desarrollos originales, por medio de la investigación, pudiendo alcanzar las fronteras del conocimiento en su especialidad. Es también el profesional más preparado para alcanzar las más altas posiciones en la docencia.

Notese que estamos empleando los títulos *Ingeniero, Magister y Doctor*. En muchos países sajones vemos los grados de *Bachelor of Science, Master y Doctor of Philosophy* que se corresponden con los tres propuestos. Es discutible el empleo del título de Licenciado para el primer grado en ingeniería, por la duración que podría tener y otros factores. Entre nosotros, no podemos emplear el título de *Bachiller* en ingeniería, por las confusiones que trae aparejado con igual denominación del nivel medio en la escuela humanística.

Esta estratificación de la carrera de ingeniero — en cuanto a su preparación académica se refiere — podría permitir llenar mejor el variado espectro de necesidades de un país modernamente organizado, en la pirámide del trabajo.

**LOS NIVELES
DE PREPARACION**

8

En las primeras épocas de la formación de ingenieros en la Argentina, a causa de producirse ese estudio en las facultades de ciencias exactas, físicas y naturales y ser la ingeniería algo secundario, como un subproducto de los doctorados, los estudios estuvieron signados por un nivel de excelencia y persiguieron el objetivo de un título máximo o terminal. Este concepto se mantuvo invariable y sorprende encontrarlo todavía hoy, con lo mucho que ha cambiado el mundo y la tecnología. Esta forma de preparación dejó vacíos todos los niveles inferiores, por omisión y no permitió el desarrollo del nivel superior de doctor en ingeniería. La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires — que lideró esta tendencia en el país — no se percató que ese pretendido nivel de excelencia al que aludimos antes, no se podía constituir en un modelo permanente.

Hoy comienzan a advertirse síntomas de corrección y la misma Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires estudia la situación, para crear el doctorado y aceptar los títulos intermedios. La estratificación de la profesión de ingeniero conduce — en los países centrales — a contar con los tres niveles, a saber:

INGENIERO

Es el profesional de la ingeniería, habilitado para operar la ingeniería existente y conocida.

LA CARRERA PROFESIONAL DEL INGENIERO

9

En la era actual, el ingeniero raramente ejerce en forma libre, como lo hace un médico en su consultorio o un abogado o escribano en su estudio. El ingeniero se desempeña en relación de dependencia. Por ello, no es de extrañar que la carrera del ingeniero esté estrechamente vinculada a los pasos que sigue una persona dentro de una empresa, a medida que va progresando. Las etapas que habitualmente encontramos son las siguientes:

ETAPA DE INICIACION

El ingeniero es asignado a un grupo de trabajo en calidad de colaborador o asistente de otros ingenieros más experimentados o como encargado de un equipo en donde hay técnicos, capataces, dibujantes, proyectistas, programadores o, en general, personas de un nivel laboral de menor jerarquía. En esta etapa hace sus primeras armas y conoce las modalidades del conjunto operativo de la empresa. Por lo regular, se le asignan funciones o responsabilidades que él puede asumir con sus conocimientos académicos. Esta etapa -aunque el ingeniero no lo perciba- es aquella en que se lo observa para medir sus capacidades y potencial, a fin de estudiar su futura trayectoria. Muchas veces, como política empresarial, se lo cambia de función para apreciar su versatilidad y para poder entregarle una visión más acabada del ciclo operativo o manufacturero de la empresa. En esta etapa, es un estudiante dentro de la organización y si bien produce, se está invirtiendo en su

capacitación. Durante esta parte de su carrera también se lo invita a que haga cursos que lo preparen para la posición siguiente. En este momento, la universidad debiera estar muy cerca del graduado por medio de la educación

ETAPA DE LAS JEFATURAS

En esta etapa recibe la responsabilidad de conducir un sector o grupo de personas o conjunto de profesionales, por lo regular, de menor jerarquía, dentro de su misma especialidad. Para ello se lo hace asumir responsabilidades directas dentro de la producción, ya que él es quien debe responder por los resultados de una parte de la labor del sistema. En la etapa anterior, era responsable en forma directa o individual por su trabajo. Al mismo tiempo se le hace seguir cursos de nivel gerencial. En la etapa de las jefaturas, debe responder por el resultado del trabajo de otros, de todo un sector, de todo un equipo, de todos sus componentes, debiendo saber cambiarlo si no responden a las expectativas que se esperan y saber elegirlos adecuadamente.

ETAPA DE LAS GERENCIAS

El profesional pasa a ser responsable de una unidad de producción, o de servicios de mucho mayor envergadura, para lo cual, debe conducir una serie de jefes, entrando en esta etapa en un proceso de rápida desespecialización y de continua generalización de sus tareas debiendo tratar con profesionales de disciplinas diferentes a la ingeniería, procurando coordinar esfuerzos y sabiendo comprender perfectamente problemas interdisciplinarios de toda la empresa, por pequeña que ésta sea. En esta etapa debe tomar cursos de alta dirección de empresa.

ETAPA DE LAS DIRECCIONES

El profesional alcanza las máximas responsabilidades en la empresa y debe responder ante el directorio por la labor de las diversas gerencias. En esta etapa debe graduar su labor en campos de disciplinas muy dispares y debe conciliar posiciones en problemas sindicales, laborales, técnicos, económicos, contables, financieros e inclusive, políticos. Debe participar frecuentemente en reuniones sociales en donde los temas serán sumamente variados y

10
LA FORMA DE VIDA
DEL INGENIERO

El ingeniero es un profesional que se integra en la comunidad y que, además de recibir un honorario por su labor, debe tener una apreciable vocación de servicio. Estas dos características, no siempre son compatibles con la naturaleza humana, las aptencias particulares, las formas morales de ver la vida, la herencia, la formación del hogar, las aspiraciones y otros factores. Hacer ingeniería no tiene el mismo significado que dedicarse al comercio o la industria. El ingeniero, normalmente, no persigue un fin de lucro, salvo que use la ingeniería como medio para otros fines. La ingeniería — tal como se la define — no contiene el ingrediente de lucro y el entricamiento personal, de tal manera que si un estudiante de ingeniería aspira a ganar mucho dinero con la profesión, lo más aconsejable es que abandone esta disciplina. Ello no niega que, por ejercicio de la ingeniería, veamos obtener posiciones económicas muy sólidas. Pero ello puede ocurrir por dos causas: se hace ingeniería pero con un sentimiento comercial o se hace ingeniería y se tiene un gran éxito empresarial. Otros casos de entricamiento a través de la ingeniería, preterimos no comentarlos por correctos dentro de nuestra Constitución, las concepciones demoréticas de nuestra nación y los principios de libertad de que somos cultores. En el primer caso, el ingeniero puede hacer ingeniería con un sentimiento comercial, con un fin bien específico de ganar dinero. En este caso, lo corriente es que no haga en verdad ingeniería, sino que haga comercio y dentro del mismo, haya ingenie-

debe mostrar en esas reuniones, la suficiente versación y nivel de conocimiento para demostrar que no sólo entienden de a su empresa, sino que entienden a la nación y sus problemas, saben integrarse con la misma y su mundo, mostrando una cultura general relevante.

Notese — muy especialmente — que el progreso del ingeniero dentro del conjunto productivo implica ir pasando de la *especialización a la generalización*, lo que debe tenerse en cuenta en la preparación académica. A causa de ello, el ingeniero debe estar preparado para estudiar continuamente.

Los anexos que siguen son partes de trabajos anteriores del autor, que por contener asuntos que se relacionan con los temas tratados, se ha considerado que contribuyen a complementar todo lo dicho.

ros que hacen ingeniería a sus órdenes. En el segundo caso, la ins-
talação del ingeniero como empresario o industrial, puede condu-
cir a un éxito de agrandamiento y prosperidad que es muy elogia-
ble, pero también aquí, el ingeniero es empresario. En cualquiera
de los dos casos, se aparta del ejercicio específico propiamente di-
cho y se entrega a la vida empresarial.

Todas estas manifestaciones forman parte de muchas discusio-
nes entre profesionales y universitarios, acerca del fin último de la
profesión y de sus alcances morales y sociales. Todo esto debe ver-
se, como es muy natural, en el marco del país y sus instituciones.
La República Argentina, con su excelente Constitución que garan-
tiza la libertad de sus ciudadanos, no contradice sino que refuer-
za, todos los principios de ética y moral.

Veamos ahora algo sobre la calidad de vida de la profesión y pa-
ra ello tomemos tres casos muy corrientes.

El ingeniero que se desempeña en estudios, proyectos e inves-
tigación tiene su actividad en oficinas, aulas, gabinetes o labora-
torios, por lo regular en las grandes ciudades y con buen nivel de
confort. El ingeniero que se desempeña en operación y manteni-
miento o explotación en empresas o industrias, tiene que estar fre-
cuentemente en los lugares de explotación y operación o produc-
ción, con menor grado de confort. Los ingenieros que se desempe-
ñan en la dirección de obras y montajes, deben estar permanen-
temente en los lugares de trabajo, por lo regular fuera de las are-
as urbanas y fuera del lugar de residencia y de su familia, con no-
tables dificultades y bajo nivel de confort. En todos los casos, el in-
geniero rara vez trabaja en forma solitaria. Debe compartir tareas
y lugares de labor con personas de todo nivel social y económico.
Por ello, debe tener una razonable adaptabilidad para la conveni-
encia a fin de aceptar las diferencias humanas, poder dialogar y al-
ternar con personas de nivel de estudios y preparación, sin por ello
manejar las diferencias. En los primeros pasos de su carrera, de-
be aceptar muchas veces la necesidad de aprender de sus subor-
dinados. Más avanzada su carrera, en las posiciones de mando in-
termedio, debe tener la suficiente habilidad como para tratar y di-
rigir a personas de diversas extracciones y diferentes profesiones,
y en la etapa final de su carrera, se verá frecuentemente en la ne-
cesidad de tratar a importantes figuras de la vida empresarial y po-
lítica, adaptando muchas veces su vida social y la de su familia a
esta circunstancia.

Los programas analíticos están plagados de temas tontos y totalmente inútiles a un ingeniero moderno.

Cargamos al alumno con una catarsis de ciencia abstracta que ocupa su memoria, pero nos preocupamos muy poco por formar la personalidad profesional.

Las clases son preferentemente informativas, más que formativas.

A casi nadie le preocupa desarrollar la creatividad.

El estudio íntimo de la matemática, la física y la química, habilita al alumno a lo abstracto y a lo exacto, cuando en la ingeniería prevalece lo concreto y lo aproximado.

Ha llegado el momento de hablar claro, aunque nos duela.

La formación de los ingenieros en Argentina proviene de una época memorable, pero agotada.

La Universidad Tecnológica Nacional debiera desempeñar un papel mucho más importante e incrementar su calidad académica.

Sabemos que nuestras ideas desatan polémicas. Mejor así.

Vivimos aprisionados por una solemnidad vacía, que nos tiene como empanzados en las posiciones alcanzadas hace medio siglo.

Ha llegado el momento de hablar claro de los temas espinosos.

Practicamos frecuentemente una actitud cortésana y palaciega, poco conveniente para resolver los problemas del mundo actual.

Va siendo hora de apartar a la ingeniería del recuerdo y la nostalgia.

En la universidad hemos perdido no sólo el criterio interdisciplinario, sino también hemos perdido el horizonte cultural y hasta ético.

Muchos profesores, más que descubridores de talentos y orientadores de vocaciones, son simples eliminadores y para peor, malos eliminadores.

EL ESTUDIO Y LAS OBLIGACIONES LABORALES EN FORMA SIMULTANEA

En la actualidad, muchos estudiantes de Ingeniería se desempeñan en oficios, empleos o tareas laborales. Es una realidad im- posible de desconocer. Esta situación ha desatado polémicas. Pa- ra una mejor valorización del asunto, presentamos algunas ideas.

PLANTEO POSITIVO

PLANTEO NEGATIVO

El trabajo tiene un valor for-
- Si el alumno puede hacerlo,
- que tenga un empleo simulta-
- mático efectivo, como supe-
- mento de la formación acade-
- mica.
- nario con sus estudios, para ga-
- narse la vida.

Muchas escuelas de ingenieros, particularmente en el viejo mundo, exigen cumplir ciclos de labor en la industria, como con- dición necesaria para la graduación, por entender que es impres- cindible la vivencia del trabajo en la industria, para comprender mejor los estudios y graduarse en condiciones de producir inme- diatamente, sin el período de "aclimatación".
Este pensamiento conduce a la siguiente proposición:
FORMACION academica + trabajo en la especialidad = FORMACION COMPLETA DEL INGENIERO
Inversamente, muchos catedráticos sostienen que la dedica- ción de un estudiante debe ser total a sus estudios. Es percepti- ble que la doble condición de estudiante y trabajador, produce los siguientes efectos negativos:

* Afecta directamente la salud física y mental, por recargo de trabajo.

* Afecta la calidad de los estudios y disminuye el nivel aca- démico, porque dificulta la reflexión y el tiempo dedicado a consul- ta bibliográfica.

* El rendimiento y progreso en el empleo u ocupación, se ve afectado por la dedicación al estudio, que concentra la atención.
* Afecta el descanso, impide la recreación y el deporte, difi- culta la participación en la vida cultural y artística y perturba la vida de relación.

Este otro pensamiento conduce a la siguiente proposición:
Formación académica a tiempo completo = FORMACION COM- PLETA DEL INGENIERO

Para una meditación del tema, presentamos en la página 74 una tabla comparativa.

Nos parece que las situaciones planteadas merecen mucha atención por parte de las autoridades universitarias. En general, se ha girado el problema al mismo alumno para que se las arregle y busque la solución. Repetidamente se argumenta que el joven que desea estudiar y tener simultáneamente una ocupación ren- tada, debe pagar una cuota de sacrificio y además, admitir que su carrera universitaria ha de ser más larga por esta causa.
La tabla de la página 74 puede resumirse en la siguiente:

CUADRO DE RESUMEN				
Estudiante que trabaja	Estudiante que NO trabaja	HORAS %	HORAS %	
SUEÑO Y DESCANSO	42	26,08	49	30,44
TRABAJO EN RELACION	44	27,32	--	----
DE DEPENDENCIA	15	7,35	21	13,04
VIDA DE RELACION Y ESPARCIMIENTO	20	12,42	45	27,95
LA UNIVERSIDAD	17,5	10,86	29	18,01
ESTUDIO FUERA DE LAS CLASES	22,5	13,97	17	10,56
RESTANTES ACTIVIDADES				

Los números son suficientemente significativos para poder es- tudiar ambos casos. Pero al margen de las reflexiones que puedan hacerse sobre las cifras, existe una realidad argentina en la ma- teria que es necesario asimilar y encontrar solución. Todas las comparaciones que suelen escucharse sobre casos extranjeros, no son directamente extensibles a nuestra situación social.

Integral humanística. Recién allí, por medio de una sería consulta a un sistema institucionalizado de Orientación Vocacional, el alumno decide una primera orientación, dentro de tres alternativas. Luego avanza hacia lo que busca, teniendo en su camino, varios momentos para optar y elegir. El alumno va elaborando su futuro. Esta de más decir que, un sistema de este tipo debe estructurarse sobre la base de una amplia cantidad de asignaturas optativas.

En página 85 (cuadro V) presentamos una propuesta de Metodología para la actualización continuada del diseño curricular.

LA INGENIERIA DENTRO DEL ESQUEMA DE LA EDUCACION TECNICA ARGENTINA

La autonomía universitaria — tal vez por influencia de la universidad napoleónica — es responsable que la formación de ingenieros marche hoy sola, aislada dentro de la educación técnica argentina. La universidad, tal vez consecuente con la actitud de la hoy Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires en un pasado ya lejano, miró con cierto desdén o animosidad a la escuela Industrial de la Nación "Otto Krause" y por extensión, nunca tuvo vocación por acercarse al Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET), para examinar conjuntamente el panorama de la formación de recursos humanos para los cuadros técnicos del país. Esta forma de proceder se constituyó en una importante omisión, para alcanzar un ordenamiento adecuado.

Es por estas causas que ya es hora de abordar el tema. Su estudio ha de ser sin duda largo y no faltar de contratidades, particularmente en el campo de la construcción de edificios. Sabemos de las discrepancias entre Constructores, Maestros Mayores de Obras, Ingenieros Civiles, Ingenieros en Construcciones y Arquitectos en el campo de sus correspondientes atribuciones. Por ello, proponemos comenzar tratando de examinar el panorama general de toda la Educación Técnica, para lo cual preparamos el cuadro III de la página 84. Nótese muy particularmente, que se ha ensayado una escala de *Jerarquías para alcanzar esas Jerarquías*. Esta proposición lleva implícito que, para cualquier calificación, es menester tener un estudio adecuado a ella. Esa escala podría tam-

bien tener valor para una futura valorización del trabajo en forma más equitativa y ordenada en los convenios laborales.

El esquema presenta dos particularidades: por un lado, es un esquema de *carrera abierta*, es decir, no hay posiciones terminales y cualquier persona puede alcanzar las más altas calificaciones y por otro lado, permite alcanzar los grados universitarios con *trabajo simultáneo* para aquellas personas que por diversas situaciones, deben tener un ingreso durante su carrera. Nótese muy particularmente que los puntos señalados con las letras A B C D E F G H I J K son momentos de opción, es decir, momentos en que la persona debe decidir su camino.

El esquema respeta en forma absoluta la libertad de elección.

ANEXO 5

LA CARRERA DEL INGENIERO

La incorporación en forma definitiva de la *Educación Continua* como concepto que debe regir en la vida de un graduado ingeniero, nos lleva a presentar un cuadro general de la carrera que sigue un ingeniero en la actividad empresarial.

En la página 86 (cuadro IV) presentamos ese cuadro. Se observa que hay dos etapas nitidas: la Formación Académica y la Educación Continua. En la primera, se contemplan las tres etapas correspondientes a los tres niveles admitidos: Ingeniero, Magister y doctor. En la primera el estudiante adquiere las bases de la profesión, en la segunda se acerca a una especialización y en la tercera, toma el nivel superior. Obsérvese muy particularmente que, durante la formación académica, hay dos columnas, una correspondiente a la formación específica de la técnica y la otra a la formación general humanística. En la segunda etapa se especifica el trabajo de iniciación, el trabajo en Jefaturas y el trabajo en direcciones. Se remarca que también en la etapa de la carrera profesional propiamente dicha, es menester estudiar también en dos ramas bien nitidas. Una forma de estudio para capacitarse en lo específico y poder alcanzar la etapa siguiente y otra forma de estudio para mejorar en lo general y humanístico.

LA FORMACION ESPECIALIZADA Y LA FORMACION GENERALIZADA

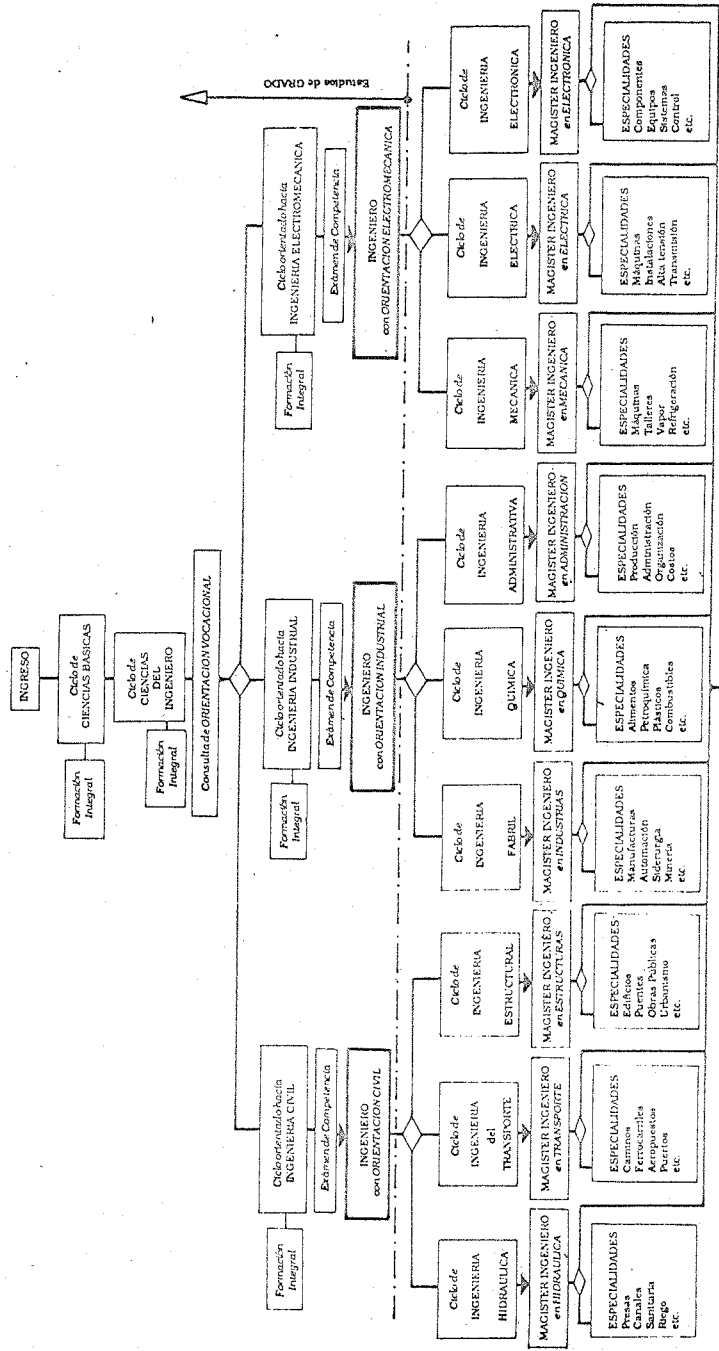
Desde hace mucho, para mostrar la diferencia entre la formación especializada y la formación generalizada, se ha recurrido a una imagen como la que se presenta en la parte superior de la página 87 (cuadro VI). La formación del *especialista* contiene un espectro reducido de temas y asuntos, pero en cambio, a cada uno se le otorga *gran profundidad*.

Inversamente, la formación del *generalista* comprende una gran cantidad de temas o de asuntos, es decir, se trata de un *espectro amplio*, aunque cada uno de ellos no puede tratarse con gran profundidad. Es decir, tenemos *poca profundidad en cada uno*.

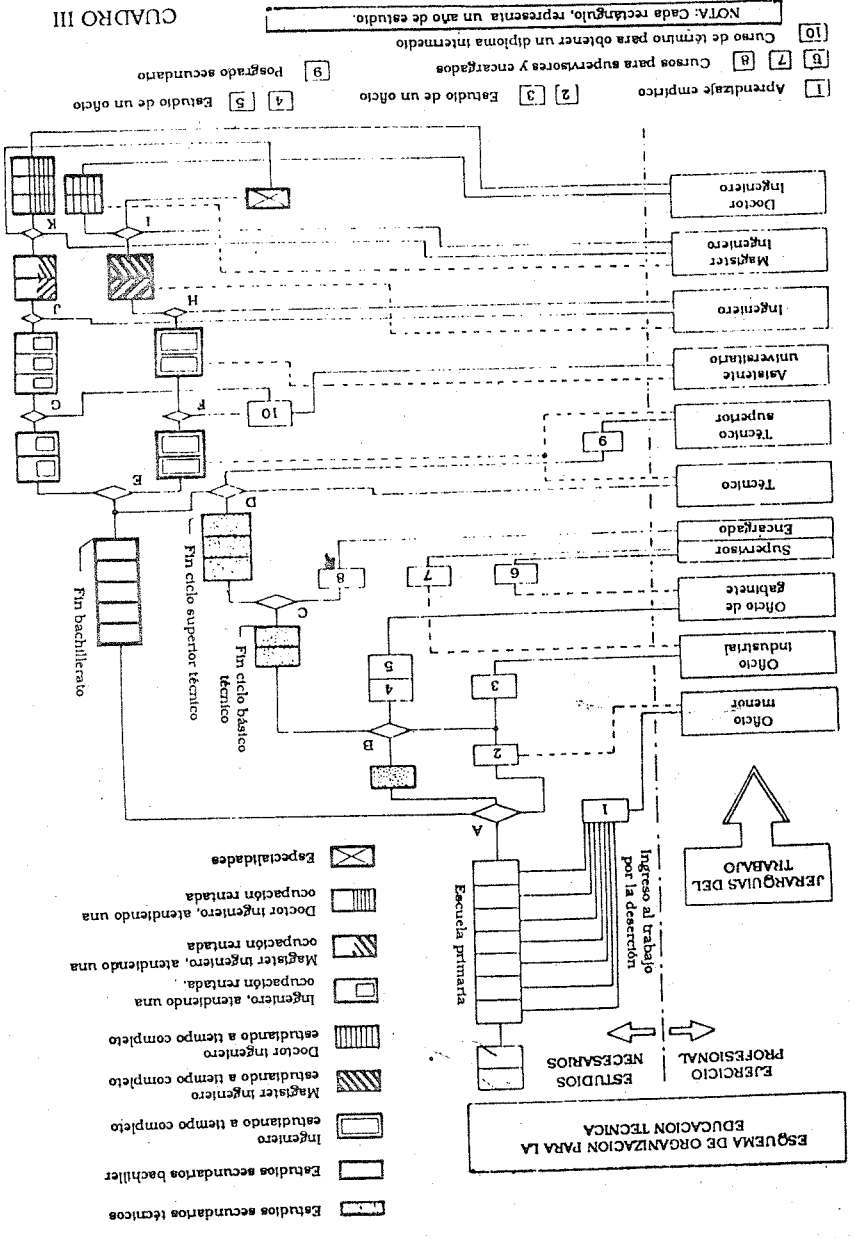
El gran profesor de Matemática que fue Julio Rey Pastor en la Universidad de Buenos Aires ironizaba sobre la especialización, diciendo que cuanto más especialista era una persona, más estrecho era el rectángulo, pero mucho más alto. En el límite, se trata de una persona que *sabía todo, de nada*.

Es de acotar que — con las limitaciones de estas cosas — la superficie de los dos rectángulos, debe ser aproximadamente igual, lo que equivale decir, que el esfuerzo intelectual para adquirir una u otra formación, debe ser el mismo.

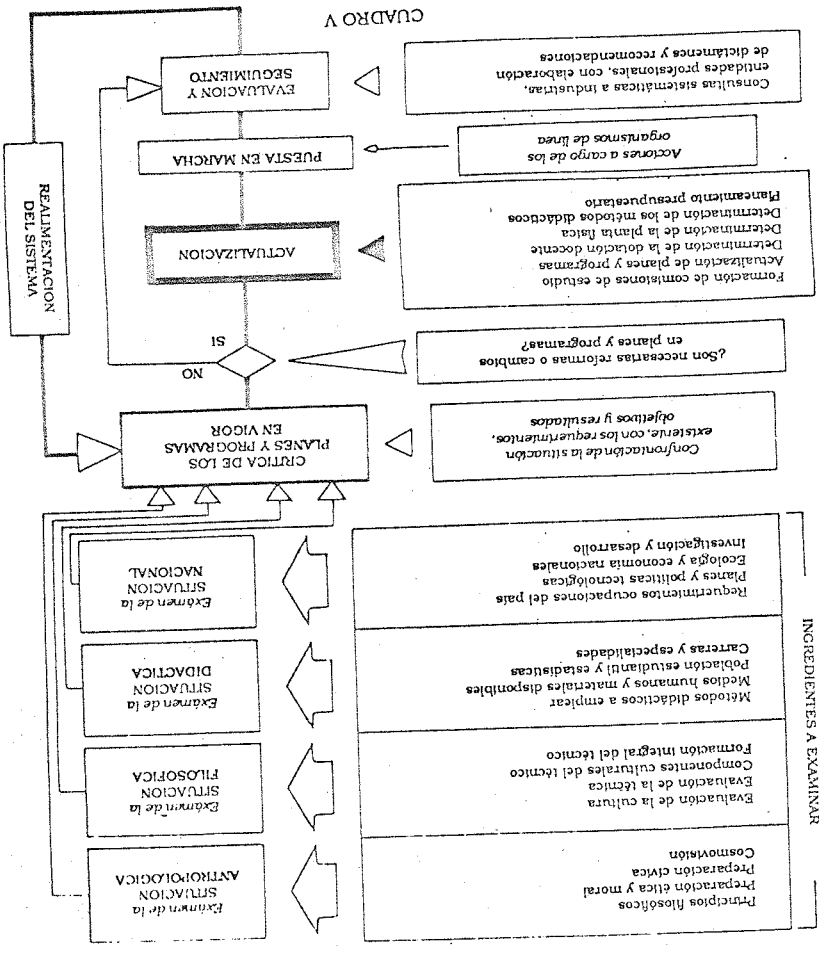
En una disertación del cateórico Francisco Aparicio Izquierdo, de la Universidad Politécnica de Madrid, vimos la segunda figura de la página 87 (cuadro VII) en la parte inferior, cuando nos explicaba este tema. Este dibujo ilustra sobre la amplitud del universo considerado al estudiar, cuando se debe discutir este importante asunto.



CUADRO II



METODOLOGIA PARA LA ACTUALIZACION CONTINUA DEL DISEÑO CURRICULAR



INDICE

	PAGINA
1 El ingeniero como ser social	1
2 La ingeniería y la ciencia aplicada	13
3 La especialización y la generalización	27
4 Introducción del ingeniero en la vida profesional	36
5 Los campos de trabajo y el mercado laboral	45
6 Las incumbencias profesionales	50
7 La formación académica del ingeniero	54
8 Los niveles de preparación	62
9 La carrera profesional del ingeniero	64
10 La forma de vida del ingeniero	67
ANEXOS	
69	
81	
CUADROS	

Se terminó de imprimir
en el mes de abril de 1988
en Artes Gráficas Corín Luna S.A.
Morelos 670 - Buenos Aires