

INGENIERIA Y DESARROLLO



Hugo Levy Salazar

En primer término, me complace agradecer a la Facultad de Ingeniería, por darme la oportunidad y otorgarme el honor, de hacer algunas reflexiones en este 110 Aniversario de su creación.

Sin embargo, el reflexionar en este ámbito siempre nos lleva a recorrer el pasado y sentir que los años transcurren con rapidez dejando huellas y a veces cicatrices, tanto en las instituciones como en las personas que les dan vida.

Así también, estas instituciones tienen su ciclo de nacimiento, desarrollo, declinación y muerte, el que se encuentra influido, y a veces determinado, por las características de la época en que se vive; lo que las obliga a evolucionar o a desaparecer.

Esta Universidad también tiene una historia, de nacimiento y desarrollo vinculada a su Facultad de Ingeniería, que se encuentra entrelazada con las propias vidas de aquellos, que por muchos años, se han fijado como meta principal el hacerla grande y prestigiada y crecer con ella, aportando mucho de sí mismos.

La Universidad de Santiago de Chile, cuya historia es por todos conocida, fue creada como una Universidad Técnica y su evolución no ha sido muy diferente de aquellas, que tuvieron un origen similar en Europa u otras partes del mundo.

Allí también, hoy día, muchas de ellas han dejado de llamarse técnicas, por no corresponder la denominación a la realidad actual en que se desenvuelven ni al rol que cumplen, como es el de impulsar, en un país, el desarrollo Científico y Tecnológico, y no solamente técnico, con el propósito de producir un avance social, económico y cultural, a través de la formación de los recursos humanos y la creación y aplicación de los conocimientos que para ello se requiere. Sin embargo la tecnología ha evolucionado considerablemente a través de los años.

En efecto, entre 1750 y 1849, fecha esta última en la que se creó la Escuela de Artes y Oficios base de esta Universidad, las principales tres tecnologías que existían eran la Agricultura, Las Artes Mecánicas (Ingeniería) y La Medicina, que trajeron consigo las revoluciones producidas en esos tres campos, y que para el caso de la ingeniería, tomó posteriormente el nombre de Revolución Industrial.

Fue así como las Universidades Técnicas, nacidas a fines del siglo pasado en Alemania, fueron creadas para dar satisfacción a las necesidades de recursos humanos y de conocimientos de esta era industrial. En sus comienzos, estas instituciones, muchas veces sólo revestían de ropaje científico a la técnica ya bien desarrollada. De este modo, en esa época, la ciencia tendió a apoyar la tecnología muchas veces con bastante retraso. Es así como por ejemplo, pasaron setenta y cinco años antes que Klausius y Kelvin pudieran dar una formulación científica del comportamiento termodinámico, de la máquina a vapor, inventada por Watt; siendo que por muchos años ésta había ya reemplazado el músculo humano por la máquina, en las industrias establecidas. No obstante, para la ciencia era difícil apoyar la revolución industrial, antes que la artesanía se convirtiera en tecnología y el inventor en ingeniero. Desde entonces, la evolución tecnológica ha adquirido su propia dinámica, utilizando, en muchos casos la ciencia como punto de partida.

Posteriormente, estas Universidades Técnicas, contribuyeron notablemente al desarrollo industrial de los países, durante la segunda mitad del siglo pasado y la primera mitad de este siglo.

Es así como Charles Snow, en su ensayo "Las Dos Culturas y una Segunda Mirada", muestra su extrañeza de que precisamente Alemania, entre 1830 y 1840, mucho antes que allí hubiera empezado una revolución industrial seria, produjera una buena educación universitaria en ciencia aplicada; mucho mejor que aquella entregada, en esa época, en Estados Unidos o Inglaterra que se encontraban en pleno desarrollo industrial. Los egresados de estas instituciones, según Snow entre los cuales se cuenta Siemens, emigraron a Inglaterra estableciendo industrias, con las cuales se hicieron fortunas, debido a la adecuada preparación tecnológica y actitud empresarial que ellos poseían. Algo muy similar ocurrió en Estados Unidos.

En este último país, a fines del Siglo XVIII, la ingeniería se enseñaba en base al aprendizaje en la industria y sólo a principios del Siglo XIX, con la creación de Institutos Técnicos la instrucción de la ingeniería se desplazó del terreno, a la sala de clases. Sin embargo, sólo alrededor de 1860 la Ingeniería encontró una legitimidad confortable, en las escuelas dedicadas a la enseñanza de la agricultura y de las artes mecánicas. En esa época el curriculum comprendía trabajos de

* Trabajo presentado en la Ceremonia inaugural de la celebración del Aniversario XI de la Facultad de Ingeniería de la USACH.

laboratorio, labores de terreno y prácticas de compras. Esta enseñanza no era de un nivel adecuado a esa época.

Con todo, estos institutos empezaron a parecer cada vez más a las Universidades, al realizar actividades de investigación y al establecer estudios de graduados, de acuerdo al modelo universitario establecido en Alemania.

La ciencia y el método científico pasaron a ser la piedra angular de las universidades y las mismas universidades tradicionales empezaron a introducir escuelas de ingeniería, en ellas.

En 1930, en Estados Unidos, ya existía poca diferencia entre ambos tipos de instituciones. En esta etapa, los Ingenieros no recibían suficiente enseñanza en matemáticas, ni ciencias en general. Se esperaba que el entrenamiento tecnológico que se entregaba, pudiera durar el tiempo de vida útil del profesional. Antes de la Segunda Guerra Mundial, la profesión de ingeniero ganó mucha prominencia y gran parte del desarrollo industrial, de esa época, se debió a su acción.

No obstante, el desarrollo del radar, y de la energía nuclear, así como el de materiales sintéticos y todo el resto de las aplicaciones prácticas, producidas durante la Segunda Guerra Mundial, no fueron el producto del trabajo de ingenieros sino que de científicos, llevados al servicio por las exigencias de la guerra.

Como un resultado de ello, una vez finalizado este conflicto, un grupo de ingenieros jóvenes, encabezados por Corcoran y Everitt, determinaron que era tiempo de que esa profesión sufriera un cambio drástico desde el punto de vista académico. Los currícula fueron orientados fuertemente en ciencias naturales y exactas y menos orientados hacia las especializaciones tecnológicas puntuales y esto se reflejó muy pronto en los textos de estudios y en la enseñanza.

Se pretendía que los ingenieros no sólo pudieran seguir los rápidos avances de la tecnología, sino que debían conducir también, sus progresos. Este cambio de filosofía en la enseñanza de la ingeniería, trajo consigo la "época de oro", de las décadas del cincuenta y sesenta, que culminó con la empresa más monumental efectuada con la ayuda de la ingeniería; la puesta de un hombre en la luna, en 1969.

En aproximadamente un siglo, la ingeniería había evolucionado de un aprendizaje en el cual las diversas artes y destrezas eran aprendidas, de parte de profesores que trabajaban estrechamente identificados con la profesión de ingeniero, a una enseñanza basada en ciencia, entregada por hombres, que muchas veces no se distinguían de los científicos básicos.

Esto último fue también el resultado de la competencia espacial que se había establecido entre las grandes potencias; y que hizo que en los Estados Unidos y en el resto del mundo, la mayor parte de los recursos económicos que se otorgaban para la ciencia y la tecnología, se canalizaran para apoyar actividades de investigación y desarrollo que no contemplaban factores sociales ni de

mejoramiento de la calidad de la vida de la población, en forma directa.

El esfuerzo por captar estos fondos para la investigación, que se entregaban preferentemente en ciencias básicas, hizo que los académicos ingenieros llegaran a no diferenciarse notablemente de los académicos especializados en ciencias básicas o aplicadas. Esto tuvo como resultado el que se entregara en esa época, una preparación profesional en ingeniería, totalmente deshumanizada y desprendida de los requerimientos de desarrollo social y económico de los países.

Esta es la época, en que los ingenieros resultaban entrenados para trabajar en grandes empresas y no para asumir responsabilidades empresariales, ni sociales, en empresas pequeñas o medianas. Tampoco estaban preparados para crearlas y desarrollarlas, como había ocurrido con los ingenieros producidos en Alemania y otras partes durante el inicio del Siglo XX y fines del Siglo XIX.

Sin embargo, en el ocaso de la década del sesenta las sociedades de los países avanzados, por razones de tipo económico, social y político, empezaron a exigir que la ciencia y la tecnología tuviera un impacto social y económico, y se empezó a promover actividades, que propiciaran la transferencia de tecnología, que permitiera mejorar la calidad de la vida de la población. En esta etapa, el programa espacial vio drásticamente reducidos sus recursos.

A pesar de ello las Universidades, ignorando esta realidad, continuaron formando científicos e ingenieros que ya no eran requeridos en los proyectos de las industrias privadas, que colaboraban con el programa espacial o por los institutos de investigación del gobierno. Es sorprendente la inercia que a veces acusan las universidades para reaccionar ante los cambios tecnológicos, políticos y culturales que se producen en el mundo.

Debido a los factores descritos anteriormente y a la crisis del petróleo, el desarrollo técnico en las sociedades, empezó a contemplar aspectos tan variados como son: la demanda y ahorro energético, el uso y transformación de materias primas, la protección del medio ambiente, el suministro del conocimiento tecnológico y de recursos humanos para el sector productivo y el cumplimiento de la exigencia del sector social. Este desarrollo se tendió a administrar con una visión más allá del estrecho límite de las especializaciones y las Universidades de los países avanzados, durante la década del setenta, debido a las reducciones de presupuesto a que estuvieron sujetas y a los nuevos requerimientos del sector productivo, se vieron en la obligación de revisar sus objetivos misiones y estructuras.

Todo esto ha llevado, a que en el presente, se espere que estas instituciones preparen ingenieros que no sólo sean profesionales especializados en ciencia y tecnología, sino que deban también tener una comprensión clara de los fenómenos sociales e institucionales. Además se estima que ellos

deben comprender la dinámica de la tecnología moderna, los laberintos de la administración, la complejidad actual del mundo económico y el impacto de la ciencia y la tecnología en el ambiente físico y cultural. Ante todo se espera que ellos visualicen el desarrollo como un problema fundamental de energía humana, la que debe ser estimulada y orientada.

Las Facultades de Ingeniería, en la actualidad, enfrentan la obligación, entonces, de producir recursos humanos versátiles cuyos talentos y destrezas técnicas y sociales, puedan afrontar la situación de cambio que existirá en el futuro en el Sector Productivo y de Servicio, tanto Público y Privado de los países.

La visión de la ingeniería de la década del sesenta, por tanto, ha evolucionado notablemente en los países desarrollados en los últimos años. Se estima que dos tercios de la tecnología actual no existía hace treinta años y que el ingeniero se verá cada vez más enfrentado a problemas, que hace poco tiempo eran abordados por científicos básicos. Se considera que ellos deben tener una formación flexible y un temprano contacto con la computación y los problemas de ahorro energético y del medio ambiente, teniendo en cuenta tanto factores técnicos, como valorativos.

El estudiante de ingeniería, además de destrezas técnicas, deberá entonces, desarrollar destrezas sociales como son el poder tomar decisiones bajo presión y cambiar con las exigencias del ambiente. Deberán también estar habilitados para trabajar en grupos, ya que para las empresas serán cada vez más importantes, estos aspectos, que son los que hacen que la gente actúe en torno a los profesionales que los dirigen. Deberán, así mismos, estar entrenados para alcanzar consensos y fijar políticas, dentro de grupos y poder vincular su especialización con la gestión empresarial.

Por otra parte, en la década del 90, existirá una gran competencia por nuevos trabajos y los desarrollos tecnológicos cambiarán la naturaleza de muchos de ellos. La visión cuantitativa, tecnológica y valorativa será requerida aún por aquellos cuyo entrenamiento no es esencialmente tecnológico. Ciertos tipos de trabajos de ingeniería desaparecerán y nuevos emergerán, en una forma mucho más rápida que en el pasado, de tal manera, que la educación en ingeniería sólo servirá de base, a la cual se añadirán nuevas especializaciones o combinaciones de ellas, que se adquirirán a través de estudios de postítulo o de postgrado, durante la vida de trabajo de un profesional.

Como un resultado de esto, las Facultades de Ingeniería, deberán estructurarse en forma adecuada para lograr formar el ingeniero requerido, procurando además, entregarle, una vez egresado, las facilidades de perfeccionamiento, especialización y reciclado necesarias. Por tanto, estas instituciones deberán también fortalecer sus estructuras de postgrado, vinculándolas estrechamente con las líneas de investigación que desarrollan, de modo de preparar los investigadores aplicados que el país requiere para sus sistemas educativos,

productivos y también para los institutos de investigación, privados y públicos.

Esto implicará, el promover el fortalecimiento de las actividades de desarrollo experimental en las universidades y establecer vinculaciones con las empresas a través de los servicios que aquellas presten. Se estima que sólo de este modo, se estará en condiciones de producir los ingenieros adecuadamente preparados en investigación, en desarrollo, en diseño y en producción, requeridos por el país.

Dado el tipo de formación que deberá recibir el estudiante de ingeniería, los profesores que se dediquen a su preparación, deberán ser considerados como aquellas personas que toman la responsabilidad de la formación integral del estudiante, en un área a la cual dedicarán gran parte de su vida futura. Estos profesores, deberán transformarse en un consejero comprensivo y en un guía que los ayudará a encontrar su realización personal, proporcionándole el apoyo académico y el consejo vocacional, necesario, que lo orientará en su futura carrera.

La función de estos académicos, será por tanto, colaborar en la formación de los líderes del mañana, además de contribuir al incremento y aplicación del conocimiento, en cuya tarea serán continuamente vitalizados a través de las labores de investigación, consultoría y enseñanza que realicen para las industrias. Todo esto contribuirá, a fortalecer la relación maestro-discípulo-empresa que es requerida para vincular al estudiante a las instituciones, a través de toda su vida profesional. Esto hará también que una vez egresado, el profesional se encuentre siempre inclinado a volver a la universidad en busca de consejo y perfeccionamiento continuo, sintiéndose así también emocionalmente ligado a ella.

Hasta ahora, se ha intentado visualizar tres aspectos: la evolución de la ingeniería en el mundo desarrollado; las diferentes revisiones a la que ella ha estado sujeta y; la proyección futura de la ingeniería en estos países. Es importante ganar esta visión, puesto que los países en desarrollo usualmente, cuando lo requieren, se basan en estas experiencias para organizar y estructurar sus propias instituciones de educación superior, muchas veces con varios años de retraso, en cuanto a las visiones que estos países avanzados han desarrollado respecto a ello y en general, sin someterlas a las adaptaciones necesarias.

Una muestra de ello es que, por ejemplo en Chile, a pesar de que la enseñanza en ingeniería estuvo inicialmente basada en el modelo francés, hoy en día ésta se encuentra totalmente hibridizada con influencias anglosajonas.

En el presente, dadas las etapas de cambio por las que atraviesa el país, producidas por la crisis económica mundial, la educación superior nacional se encuentra sujeta a una revisión de sus estructuras y de sus misiones y por ello cada institución deberá tener una visión clara, de su desarrollo pasado y de sus proyecciones futuras.

Esto me hace recordar, que hace aproximada-

mente ocho años atrás, el Presidente de la Sociedad de Fomento Fabril de la época, indicaba algunos hechos que hoy cobran mucha actualidad en un momento en que también se está analizando el futuro de la industria nacional y que por consiguiente nos obligará, a revisar las proyecciones de nuestra enseñanza de la ingeniería. En esa ocasión, este personero, hizo notar que las instituciones, que formaron la base de lo que más tarde fue la Universidad Técnica del Estado, jamás deberían abandonar, en forma total, una misión que les había prestigiado durante la primera mitad de este siglo. Durante este período, dichas instituciones, habían entregado una formación tal a sus profesionales, que hizo que muchos de ellos fueran los pioneros que crearon gran parte de la pequeña y mediana industria del país, principalmente en el rubro químico, electromecánico, alimenticio y minero, y muchas de ellas han llegado a ser grandes empresas en el presente.

Este es un punto digno de analizarse, dada la crisis económica presente por la cual atraviesan los países, y el consiguiente desempleo que se ha producido en Chile y en el mundo. Ahora más que nunca, se requerirán fuentes de trabajo que no necesiten altos capitales; que empleen intensiva mano de obra haciendo uso amplio de nuestros recursos naturales y fuentes nacionales de energía y con niveles de producción inicial que sean compatible, con los mercados reducidos que posee el país, o con sus posibilidades de exportación y sus posibilidades de transporte.

El análisis del ingeniero que sirva para alcanzar el objetivo antes señalado, deberá hacerse en forma muy cuidadosa, ya que para ello, se requerirá profesionales de personalidades sólidas, técnica y culturalmente avanzados, que posean destrezas sociales y preparación gerencial para interactuar con el medio. Hombres imaginativos, que logren visualizar las oportunidades con rapidez y que sean capaces de tomar riesgos cuando se requiera, para impulsar pequeñas y medianas empresas en el país. Ellos deberán, en cada problema encontrar una oportunidad y no en cada oportunidad un problema.

Es posible, que en ocasiones como éstas, cuando la complejidad del mundo actual nos encandila, y no nos permite vislumbrar soluciones adecuadas y fijarnos una misión, dentro de la ingeniería, que nos distinga, identifique y prestigie del resto de las instituciones nacionales, lo indicado, posiblemente, es revisar nuestras raíces y puede que allí encontremos una respuesta adecuada a nuestras aspiraciones, de formar ingenieros que impulsen el requerido progreso industrial del país.

La Facultad de Ingeniería de esta Universidad, como algunas otras instituciones nacionales, en los últimos años ha ganado alto prestigio en la formación de ingenieros para la gran empresa. No obstante, muchas veces ello se ha hecho basado en una visión del ingeniero, típica de la década del sesenta, época en que existía un desarrollo industrial, floreciente en el mundo, como resultado del bajo precio de la energía y de las materias primas. Sin embargo, la formación de este profesional, para la gran empresa, debe ser, sin lugar a dudas, continuamente revisada a la luz de los requerimientos de la ingeniería moderna.

De este modo, no se observa inconsistencia en las universidades actuales, entre un fuerte compromiso con las disciplinas académicas y al mismo tiempo cumplir con la obligación de entregar una adecuada formación profesional, a aquellos que entregarán sus servicios a las industrias y a la sociedad en general.

Del mismo modo, se debe también tender, en los países en desarrollo a que la investigación universitaria en ingeniería, vaya paulatinamente reflejando no sólo la particular inclinación de sus académicos por la ciencia básica, sino que también los requerimientos de la industria. Esto se puede alcanzar, intensificando los contactos directos entre los investigadores de las universidades y los profesionales de las industrias, de modo que, en conjunto, se puedan desarrollar nuevas tecnologías o adaptar las ya existentes en áreas industriales tan importantes como son: la química, la alimenticia, la electromecánica, la



metal mecánica, la energética y la minero-metalúrgica. Todas estas vinculaciones, estimularán las actividades de postítulo, de postgrado y de reciclaje de los profesionales de las empresas y por consiguiente ayudarán notablemente al financiamiento universitario.

Sin embargo, se comprende, en el presente, que el impacto de la ciencia y la tecnología en el sector productivo, permanecerá inefectivo, mientras no se desarrolle una adecuada infraestructura de demanda tecnológica en el país. Esto último es continuamente interferido por el abrumador desarrollo tecnológico de los países avanzados y por su mayor experiencia y agresividad en su penetración con su oferta tecnológica, en los países en desarrollo.

Por tanto, el entrenamiento de postgrado que la Universidad entregue en ingeniería, deberá hacer una clara diferencia entre aquella enseñanza, que se establece para crear condiciones óptimas para la jerarquización y modernización de la enseñanza de las propias Universidades y aquellos programas para las industrias. Estos últimos programas no sólo deberán apuntar al entrenamiento y destreza en ramas específicas, sino que deberán preparar a los profesionales para introducirlos, teniendo en cuenta la cultura empresarial local, que puede que no se encuentre preparada para captarlos.

Es así como la formación de postgrado, en estos programas industriales, deberá incluir una buena dosis de destrezas técnicas, en el diseño y la construcción de equipos y aparatos, así como también, el desarrollo de talentos para planificar e implementar aspectos tecnológicos del desarrollo.

Es necesario recordar, que la enseñanza de postgrado es de alto costo y que los recursos de los países en desarrollo son escasos y limitados.

No obstante lo anterior, usualmente existe énfasis en estos países, en entregar postgrados en profundidad, en ramas específicas de una disciplina, sin preocuparse si existe demanda en el país para ella.

Es probable, que en esta etapa inicial, los postgrados para los profesionales de las industrias, deban más bien tender a desarrollar actitudes y aptitudes en ellos, para identificar y resolver los problemas de investigación tecnológica, con el objeto de satisfacer los requerimientos del ambiente, que ha llegado a ser complejo, aún en los países desarrollados.

Esto evitará el problema que enfrentan, en el presente, los postgrados entregados a los ingenieros en los países subdesarrollados, que producen graduados que sólo son aceptados como profesores de ingeniería, en las instituciones de Educación Superior, ya que las especializaciones y habilidades obtenidas, no son de utilidad en las industrias.

En los últimos años, está ocurriendo algo muy similar, con los postgrados de los países avanzados. Allí, muchas veces las empresas prefieren contratar directamente un ingeniero recién egresado

y luego guiar su formación de postgrado, determinando en qué lugar, en qué materia y con qué profesional, el ingeniero obtendrá su posterior preparación de postgrado.

Sabemos que una de las funciones de la Universidad es el preservar y cultivar el patrimonio cultural de la humanidad, pero esto no debe transformarse en un culto a la tradición, de otras naciones o en un desinterés por los problemas del desarrollo nacional. Sin embargo, es también necesario reconocer, que la labor de contribuir a desarrollar tecnológicamente un país, a través de una facultad de ingeniería, sólo se puede llevar a cabo si se cuenta, dentro de ella, con un desarrollo armónico de actividades de investigación en ciencias básicas de ingeniería.

Por otra parte, se sabe, que el subdesarrollo es un problema netamente cultural y no es posible combatirlo, a menos que exista un respaldo equilibrado dentro de la institución de otras disciplinas como son: las ciencias básicas naturales y exactas, las ciencias sociales, las ciencias económicas y administrativas y las humanidades.

Estamos hoy celebrando los once años de vida adulta de nuestra querida Facultad de Ingeniería. Sin embargo, todos sabemos que su pubertad se inició a principios de la década del cuarenta, con la creación de la Escuela de Ingenieros Industriales y que su nacimiento tuvo lugar en 1849, con la creación de la Legendaria Escuela de Artes y Oficios.

Hoy observamos a nuestra Facultad de Ingeniería, formando parte de la Universidad de Santiago de Chile, la vemos adulta, y conciente del rol que le cabe en el desarrollo nacional y compartimos con ella sus aspiraciones. Posiblemente, cuando necesariamente tengamos que separarnos de ella, la sentiremos alejarse de nosotros en el tiempo, concientes de que hemos entregado el máximo de nuestra energía para ayudar a engrandecerla. A pesar de esto, ella probablemente, proseguirá su ruta hacia el futuro, aparentemente indiferente.

Estas son algunas de las ideas que deseaba hacer presente, en este día, que es tan importante para todos aquellos de nosotros, que tenemos alguna relación con nuestra apreciada Facultad de Ingeniería.

Asimismo, espero que estas modestas reflexiones sirvan de estímulo y de ayuda, para más profundas discusiones sobre el tema de la Ingeniería y el Desarrollo. Deseo además, que los necesarios cambios futuros que afecten a la Facultad, la ayuden a incrementar su arraigo con los requerimientos del progreso del país, y que ellos siempre sean oportunos y vivificantes como las gotas de lluvia, que inician la primavera. Gracias.

SANTIAGO, Octubre, 1983.—
