

Situación actual y perspectivas de la educación en ingeniería en México

Parte I: Diagnóstico ♦

Diódoro Guerra Rodríguez*

INTRODUCCIÓN

En primer lugar, deseamos agradecer la invitación para participar en este Congreso Nacional organizado por la Academia Nacional de Ingeniería y la hospitalidad de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La temática señalada, el objeto del Congreso, y la asistencia de académicos y expertos nacionales e internacionales, nos permite afirmar que este evento reviste gran importancia, por el impacto y significado de la ingeniería en el contexto de un país que, como México, advierte en el conocimiento y en sus aplicaciones la fórmula para lograr un desarrollo sustentable y mejores condiciones de bienestar social.



♦ Conferencia presentada el 19 de Mayo de 1999 en el XXIII Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería realizado en la Ciudad de Monterrey.

En esta Primera Parte se presenta un diagnóstico de la Educación en Ingeniería en México, en el próximo número de INGENIERIAS se publicará la segunda parte, en la cual el autor presenta una serie de propuestas sobre este importante tema.

Al abrir espacios de reflexión como este foro, se puede contribuir de mejor manera al análisis objetivo de opciones y alternativas viables para coadyuvar a consolidar el proyecto de nación para el nuevo milenio, en dimensiones estratégicas como la educación y la investigación científica así como en áreas fundamentales de la formación profesional, como las de la ingeniería.

El tema de mi participación es: "La situación actual y perspectivas de la educación en Ingeniería en México" para ello mi exposición se presenta en cuatro apartados. En primer lugar, sitúo el problema en el marco de la revolución científica y tecnológica que caracteriza a la época actual. Enseguida planteo cuestiones vertebrales tanto para la educación como para la investigación como sustento del quehacer de las Ingenierías, en cuanto a las repercusiones que los cambios tecnológicos provocan en ellas; posteriormente, me permito formular brevemente un análisis referencial, además de los retos y perspectivas de la ingeniería en este contexto de cambio científico y tecnológico, y las necesidades de aplicación de los resultados de la investigación científica y, finalmente, hacemos una serie de propuestas que, en mi opinión, deben constituir parte de las estrategias para la consolidación e impulso de las ingenierías y del desarrollo del país.

1. EL SIGNIFICADO DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE NUESTROS TIEMPOS

Resulta claro que en la actualidad los temas del saber, la tecnología y de la educación deban ocupar un lugar prioritario en la agenda de discusión de las sociedades del mundo. Los temas de la educación y del conocimiento, están ligados a los grandes problemas

* Director General del Instituto Politécnico Nacional

del crecimiento, del bienestar y de la democracia. En buena medida, los logros o complicaciones en torno a tales problemas, estarán condicionados por la capacidad de los sistemas educacionales de organizar, transmitir, reproducir y distribuir equitativamente conocimientos y capacidades.

A partir de la década de los ochenta pareciera gestarse una nueva sociedad en la que la información constituye un elemento determinante de su quehacer cotidiano que nos sumerge en un proceso de modificación de nuestras formas de vida conocido como globalización de la cultura y mundialización económica, producidos substancialmente por fuerzas y factores derivados del avance técnico y científico. Esta era tecnoglobal plantea, como nunca antes, la necesidad de impulsar la productividad y competitividad como condición para mejorar el nivel de vida de la población de modo sostenido y duradero.

Participar en una competitividad como la que determina las actuales condiciones mundiales, implica competencia integrada de sectores económicos, condiciones sociales, sistemas educativos y políticos de desarrollo científico y tecnológico, es decir, que compiten las sociedades y los países no sólo las empresas.

A nivel del conocimiento, se presentan implicaciones entre educación, ciencia y tecnología y, a su vez entre sus diversas ramas, mientras que en la escala social global, surge un nuevo sistema de relaciones entre lo social, lo económico y la tecnología misma. Las innovaciones impactan de modo simultáneo en un gran número de actividades sociales, económicas, productivas y culturales.

En la medida en que se ha ido acelerando el avance de la ciencia, sobre todo en el siglo XX,

en el que éste ha alcanzado un ritmo vertiginoso, la brecha entre investigación científica y desarrollo tecnológico se ha ido reduciendo cada vez más en los países altamente desarrollados, estableciéndose una estrecha vinculación entre la creación de conocimiento y sus aplicaciones, cuya expresión más representativa se encuentra en nuevas tecnologías tales como: microelectrónica, comunicaciones satelitales, la biotecnología, la robótica y la automatización, cómputo e informática, el conocimiento de la materia, nuevas energías y nuevos materiales, que se diferencian de las tradicionales precisamente por el grado de intensidad con el que hacen uso de los conocimientos científicos.

Como consecuencia de esta vinculación, también se genera la exigencia de profesionales, principalmente de las áreas de la ingeniería, actualizados y capaces de, no sólo aplicar los nuevos conocimientos, sino multiplicarlos y desarrollarlos.

De manera estrechamente relacionada con el avance del conocimiento y de la tecnología, se observan necesariamente avances en la enseñanza de las áreas educativas que puede hacer posible tal desarrollo, es decir, las ingenierías, básicamente.

La dinámica científica y tecnológica nos sigue planteando nuevos desafíos. Los países altamente industrializados con los que México está compitiendo como consecuencia de su inserción en los procesos mundiales de globalización de la economía y de apertura comercial, han realizado inversiones considerables en la investigación y desarrollo de estas nuevas tecnologías cuyos efectos multiplicadores inciden ya en forma sustantiva en los sistemas de producción mundial; pero también en la formación y mejoramiento cualitativo y permanente de los profesionales dedicados al ejercicio en áreas estratégicas como las ingenierías.

Bajo estos principios, México necesita contar con los recursos humanos suficientemente preparados que

demanda la generación de una tecnología propia acorde con los tiempos y con sus necesidades de desarrollo económico, cultural y social. Para ello se requiere de una permanente actualización por parte de los egresados del nivel superior de enseñanza y de una infraestructura educativa que permita preparar a las generaciones venideras con una metodología que responda con pertinencia y calidad a las nuevas condiciones que el mundo moderno nos impone.

2. EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.

En México, la relación entre educación, ciencia y tecnología ha generado avances importantes. Debe subrayarse que el propio Artículo 3º. Constitucional y la Ley General de Educación establecen con claridad la responsabilidad del sistema educativo para fomentar actitudes que estimulen la educación y la innovación científicas y tecnológicas.

El propio sistema educativo nacional ha estructurado espacios curriculares importantes en los que se incluyen contenidos básicos relacionados con la ciencia, hasta currículas especializadas que plantean la conducción de los estudiantes hacia las áreas científicas y tecnológicas.

Esta oferta de servicios educativos lleva implícita la necesidad de formar recursos humanos adecuados a las necesidades del desarrollo económico y de la sociedad, por lo que su estructura curricular y académica se caracteriza por tener esta orientación, tanto para la formación en áreas específicas del conocimiento como para el desarrollo de la investigación básica y aplicada en áreas claves como las ingenierías.

Por lo que corresponde al tema de nuestro interés, la enseñanza de las ingenierías debe dotar a los alumnos del cuerpo teórico capaz de permitirles organizar la información necesaria y suficiente para resolver los problemas de la administración global de proyectos, de la producción, y de la innovación y el desarrollo tecnológico, así como para evaluar lo adecuado de los resultados a la función que se les asigna.

En fin, una enseñanza educada en la materia, debería fomentar el carácter innovador, infundir el sentido de diversidad a las soluciones, entrenar la inteligencia para la creatividad, estimular la imaginación y educar el espíritu crítico. Debería dotar a los profesionistas del interés por conservar su mente abierta al cambio y al desarrollo humano.

Las reflexiones anteriores hacen evidente el esfuerzo que se requiere realizar para que el país alcance el nivel con que el que pueda competir en un mercado en el que la ciencia, la tecnología y los recursos humanos altamente calificados y competitivos representan un papel preponderante. El cambio estructural a nivel mundial nos impone la necesidad de ofrecer a cada profesional oportunidades claras y mejores condiciones para su actualización permanente, su superación y perfeccionamiento.

3. LAS INGENIERÍAS EN EL DESARROLLO DE MÉXICO.

No se podría comprender lo que es la ingeniería en el país, ni entender sus problemas y vislumbrar sus posibilidades a futuro, si no se bosquejan con perspectiva histórica por lo menos las siguientes de sus facetas: 1) el estado tecnológico de ciertas ramas industriales, 2) la enseñanza de la ingeniería en el nivel de licenciatura, 3) la investigación en ingeniería, 4) la educación de posgrado en el mismo campo y 5) la disponibilidad de agentes tecnológicos o medios de

enlace entre la información científico-técnica y la producción.

La ingeniería es una de las actividades humanas que ha propiciado la construcción de la infraestructura en la cual se sustenta buena parte del bienestar de la población. En cierta medida, el mundo en que vivimos es producto de la ingeniería. Si hablamos de los satisfactores básicos de las necesidades sociales: alimentación, vivienda, vestido, salud, educación, energía, información y comunicaciones, por citar algunos, en todos ellos está presente la ingeniería.

Ha correspondido a la ingeniería revolucionar y transformar todas las expresiones del trabajo humano. Ha intervenido en el reemplazo del trabajo manual por el automatizado, sobre todo en actividades riesgosas o agobiantes. El impacto de la profesión también se ha hecho sentir en el empleo de nuevas tecnologías que repercuten en todas las actividades humanas, como el caso de la microelectrónica que han llegado a ser la base de sistemas computarizados utilizados en la producción de bienes y en la oferta de servicios.

De acuerdo con lo anterior, la ingeniería se vincula estrechamente con el proyecto nacional y se constituye en un soporte de las estructuras productivas y de servicios, por lo que representa un factor determinante para el desarrollo económico y social de México.

En la actualidad el campo de la ingeniería es tan amplio, que los profesionales de ella pueden desempeñarse eficazmente en la realización de actividades tan disímiles que van desde el diseño e implementación de proyectos para construir puertos, carreteras y grandes complejos de ingeniería, hasta la ingeniería genética y sus aplicaciones, y la manipulación de la estructura

molecular de los materiales, pasando por la planeación y dirección de empresas dirigidas a la investigación y desarrollo de medidas tendientes al mejoramiento urbano y ambiental.

De igual forma, puede actuar en campos especializados como: biotecnología, explotación de recursos minerales y petroleros; energía nuclear; bioelectrónica; protección ambiental; diversas ramas industriales; agricultura; oceanografía; transporte terrestre, aéreo y marítimo; comercio, servicios turísticos y financieros.

3.1 ALGUNOS INDICADORES DE LAS INGENIERÍAS.

En 1968, cien años después de fundada la Escuela Nacional de Ingenieros, el país contaba con 70 Escuelas de Ingeniería y 44 mil alumnos inscritos en 19 carreras. Se enseñaba ingeniería en 24 universidades y 14 Institutos Tecnológicos distribuidos en 25 entidades federativas.

Pero tres carreras, las de Ingeniero Civil, Mecánico Electricista y Químico, abarcaban casi 60% de la matrícula total. Las facultades de esta rama de la Universidad Nacional Autónoma de México y las escuelas de Ingeniería del Instituto Politécnico Nacional como la ESIME, la ESIQIE y la ESIA, sumaban juntas alrededor del 50% de la matrícula de todas las carreras de esta área del conocimiento.



Casi 30 años después, de acuerdo con la Asociación Nacional de Universidad e Instituciones de Educación Superior, existen 416 Instituciones públicas y privadas distribuidas en todas las entidades del país, en las que se imparten 134 Programas de Ingeniería en distintas áreas del conocimiento; si consideramos en un rápido análisis las carreras con nombres similares, el espectro se reduce a 87, lo que eventualmente constituye un perfil muy amplio. Durante 1997, en estas carreras se registró una matrícula total de 424 mil alumnos. Igualmente, durante este año egresó poco más de 52 mil nuevos ingenieros en las distintas ramas (uno de cada seis provenía del Politécnico).

La composición de la matrícula responde a las nuevas expectativas del avance del conocimiento; en tal sentido, cabe señalar que cinco ramas de la Ingeniería: Industrial, Electrónica, Mecánica Eléctrica, Computación y Civil, en este orden, concentran poco más de la mitad de la matrícula. Del mismo modo, dos instancias, ambas del Sistema de Educación tecnológica: el instituto Politécnico Nacional y los Institutos Tecnológicos dependientes de la Secretaría de Educación Pública aglutinan alrededor del cuarenta por ciento de la matrícula nacional en ingeniería.

Para dimensionar estas cifras, veámoslas en forma global, al tiempo que recordamos la recomendación hecha por la ANUIES durante 1995, en sus "Propuestas para el Desarrollo de la Educación Superior", entre otras acciones recomendó:

"Que las instituciones de educación superior efectúen un conjunto de acciones concertadas, con objeto de aumentar la proporción de la matrícula de licenciatura y de posgrado en las áreas de ciencias naturales y exactas, ciencias

agropecuarias, educación y humanidades, e ingeniería y tecnología, hasta lograr que estas áreas representen en el nivel de licenciatura por lo menos un 55% del total de la matrícula, y en posgrado un 50 por ciento."

Qué ha pasado desde entonces. Como podemos observar del total de la matrícula nacional de nivel superior, las ciencias sociales y administrativas agrupan el 50%, las licenciaturas en ingeniería y tecnología participan con el 32.4 %, y el resto de las áreas de estudio registran participaciones menores al 10%. El problema es que estos porcentajes han permanecido prácticamente constantes en los últimos 10 años. Cabe destacar que en el caso del Politécnico, el 60% de su matrícula se encuentra en las áreas de Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas.

Siguiendo la misma línea de análisis, y habida cuenta de la importante relación existente entre ingeniería-estudios de posgrado y desarrollo científico y tecnológico, la composición de la matrícula de maestría por área del conocimiento muestra en tercer lugar de importancia a la ingeniería y tecnología, superada incluso por educación y humanidades. En este caso, la situación se agrava, en virtud de que en los últimos diez años se registra una tendencia a descender.

En caso de los estudios de doctorado, en ingeniería y tecnología desciende hasta el cuarto lugar de importancia en la concentración total, con un promedio de participación del 16.3%, únicamente por arriba de las ciencias agropecuarias y de la salud.

Traduciendo toda la información en resultados, en México contamos con más de 600 mil ingenieros de todas las áreas del conocimiento, lo que representa el 23.5 % de los profesionistas del país. Cabe señalar que de éstos, únicamente la mitad cuenta con cédula profesional, y presumiblemente es el mismo caso de quienes tienen estudios de posgrado, puesto que de acuerdo con las estadísticas de la Dirección General de Profesiones, en el área de ingeniería y ciencias

aplicadas se registran 4,864 Maestros en Ciencias y solamente 302 Doctores.

En relación con la actividad económica y usando como indicador el número de ingenieros por cada mil personas ocupadas en cada sector, la proporción alcanzada en México es satisfactoria en minería, construcción y servicios públicos, pero muy baja en el caso de los otros sectores, especialmente en la industria de manufacturas y en transporte y almacenamiento, comunicaciones y comercio.

Por otra parte, el mencionado proceso de globalización, nos obliga a visualizar nuestros indicadores en términos de referentes internacionales; veamos dos ejemplos:

- Tomando en cuenta el número de científicos e ingenieros graduados por cada 100 mil personas de la fuerza laboral de entre 25 y 34 años, de algunos países integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), resulta que nuestros dos principales socios comerciales registran valores de casi tres veces superior en el caso de los Estados Unidos y más de dos veces en el caso de Canadá.
- El segundo ejemplo, tiene que ver con el número de científicos e ingenieros dedicados a las actividades de investigación y desarrollo experimental por cada 100 mil habitantes, la disparidad de las cifras de nuestro país que es casi diez veces menor que nuestros socios de América del Norte, no requiere de mayores comentarios.

Estas son algunas de las dimensiones más importantes de la educación en ingeniería en nuestro país, reconocemos los logros pero,

ciertamente, no contamos con las mejores condiciones para esta era tecnoglobal y, de no hacer algo al respecto o responder a los retos de la sociedad del conocimiento, como lo señala Yehezkel Dror en "La Capacidad de Gobernar" con más de lo mismo pero un poco mejor, necesariamente, como lo muestra la tendencia de los indicadores mencionados, nos llevaría a agravar la situación de desfase con respecto de las economías más ricas del mundo.

En tal sentido, las instituciones de educación superior, el gobierno, los distintos sectores y la sociedad en su conjunto, debemos generar una agenda de impulso a las Ingenierías y al desarrollo tecnológico teniendo presente que la magnitud y variedad del esfuerzo de investigación en ingeniería y campos afines determinan a su vez el potencial de innovación tecnológica que requiere para impulsar su desarrollo.

La tecnología industrial en uso y los mecanismos de su adquisición revelan nuestra posición relativa y el grado de desarrollo de nuestro potencial productivo; muestran el nivel en que se practica usualmente la ingeniería y determinan la naturaleza y magnitud de las tareas por realizar; revelan también rasgos de la demanda presente y futura de científicos, ingenieros y técnicos, y sus características y perfiles para el próximo siglo.

