



**Aspectos cualitativos y cuantitativos de
la educación superior en México.**

**Escenario actual de la ingeniería y la tecnología y
su impacto en la educación superior.**

Oscar M. González Cuevas

22

CUADERNOS FICA

M É X I C O
1 9 9 7

FUNDACIÓN



**Aspectos cualitativos y cuantitativos de
la educación superior en México.**

**Escenario actual de la ingeniería y la tecnología y
su impacto en la educación superior.**

Oscar M. González Cuevas

22

CUADERNOS FICA

M É X I C O
1 9 9 7

Derechos Reservados 1997

**Fundación ICA, A.C.
Viaducto Río Becerra N° 27 - 2° piso
Colonia Nápoles
C.P. 03810 México, D.F.
Tel. 669-3985, 272-9991 ext. 4270-4271**

**ISBN 968-7508 31-0
ISSN 1405-387X**

Impreso en México.

Oscar M. González Cuevas

Es ingeniero civil egresado de la Universidad de Yucatán en 1960. Obtuvo los grados de Maestro y de Doctor en Ingeniería, ambos en la especialidad de estructuras, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, en los años de 1963 y 1968, respectivamente.

Entre las distinciones que ha recibido figuran el Doctorado Honoris Causa que le otorgó la Universidad Autónoma de Yucatán en 1977 y el reconocimiento de Gran Valor Yucateco que le otorgó la misma Universidad en 1980. Su biografía aparece en el Diccionario Enciclopédico de México de Editorial Visual.

Actualmente es profesor-investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapozalco, y es miembro de la Junta Directiva de dicha Universidad. En la misma institución ha ocupado los cargos de Rector General, de 1985 a 1989; Rector de la Unidad Azcapozalco, de 1981 a 1985; y Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, de 1979 a 1981. También fue Rector de la Universidad Iberoamericana de Posgrado, con sede en Salamanca, España, durante 1990.

Entre los cargos que ha ocupado en asociaciones y sociedades técnicas destacan los de Presidente de la Academia Nacional de Ingeniería, de 1985 a 1987 y Presidente de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural de 1995 a 1997. Es miembro del Comité de Ciencias Aplicadas en la Ingeniería en el programa de asignación de becas de posgrado y en el programa de posgrados de excelencia del CONACyT. También es miembro del Comité de Publicaciones de la Fundación ICA.

Ha escrito libros, artículos para revistas especializadas y notas de clase en los temas de ingeniería estructural y de planeación y administración universitaria. Asimismo, ha impartido numerosas conferencias sobre estos mismos temas y ha participado como organizador y como ponente en varios congresos nacionales e internacionales.

ASPECTOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN MÉXICO¹.

Oscar M. González Cuevas

1. Breve historia de la Universidad en México.

El primer antecedente histórico de la universidad en México se remonta a 1536 con la creación de una escuela para indígenas en Santa Cruz de Tlatelolco, fundada por el primer virrey de la Nueva España don Antonio de Mendoza, por iniciativa del primer obispo Fray Juan de Zumárraga, un defensor de los derechos de los indios. En 1540 se fundó en Pátzcuaro el Colegio de San Nicolás Obispo para la educación religiosa de indios y españoles. En el mismo año se fundó la Casa de Estudios Mayores donde Fray Alonso de la Vera Cruz, un profesor de la Universidad de Salamanca que dirigía a un grupo de profesores de esa institución que había venido a México, impartió la primera cátedra de filosofía en la Nueva España. En 1547 se fundó en la ciudad de México, el Colegio de San Juan de Letrán, para mestizos, con la finalidad de capacitar profesores.

Posteriormente, en 1551, se fundó la Universidad de México por decreto real, casi con los mismos privilegios de la Universidad de Salamanca. Fue la segunda en América, después de la Universidad de Santo Domingo. Inició sus actividades en 1553; fue confirmada en 1555 por el Papa Paulo V, y en 1595 el Papa Clemente VIII le concedió el título de Pontificia, convirtiéndose entonces en Real y Pontificia. La Universidad de México se inició con cátedras como teología, sagrada escritura, prima de cánones, prima de leyes, artes, retórica, gramática y decreto. Posteriormente se fueron agregando cátedras como medicina, anatomía y cirugía, astrología, matemáticas, filosofía y botánica. Desde el siglo XVI se hicieron disecciones en cadáveres, actividades prohibidas en la mayoría de las universidades europeas contemporáneas.

Aunque en teoría la Universidad fue abierta a todo mundo, incluyendo a los indios, las condiciones imperantes favorecían ampliamente a los criollos. Los estudiantes tenían un fuero especial, tenían sus propias organizaciones y participaban en la selección de catedráticos y en el gobierno universitario. Durante este período la Universidad estuvo sujeta a la tutela del Virrey.

Después de la guerra de independencia de 1810 y al comienzo de la época independiente, podían seguirse cuatro carreras en la Universidad: jurisprudencia, teología, medicina y ciencias. Su duración fluctuaba entre

¹ Trabajo presentado por el autor en la International Conference of Economic Development in China and Asian Pacific Areas, Beijing, septiembre de 1996

tres y seis años, y se otorgaba el grado de licenciado. En esta época había en México tres universidades más, una en Mérida, otra en Guadalajara y otra en Chiapas, que ofrecían las carreras de medicina y derecho.

La Real y Pontificia Universidad de México fue clausurada en 1833 por Valentín Gómez Farías por "inútil, perniciosa e irreformable", supliéndola con la Dirección General de Instrucción Pública de jurisdicción nacional. Entonces la educación superior se organizó en 6 escuelas: la de Estudios Preparatorios, la de Estudios Ideológicos y Humanidades, la de Estudios Físico-Matemáticos, la de Jurisprudencia y la de Estudios Sagrados. La Universidad fue restablecida por un decreto del presidente Santa Ana el 31 de julio de 1834 con el nombre de Universidad Nacional, y para 1843 contaba ya con 10 seminarios en diferentes estados del país.

Durante las pugnas entre liberales y conservadores, la Universidad fue abierta y cerrada sistemáticamente. Maximiliano de Habsburgo decretó su cierre definitivo en 1865, creando en su lugar la Academia Imperial de Ciencias y Literatura. Durante el gobierno de don Benito Juárez se dio una nueva organización a la educación pública, pero no se consideró la reapertura de la Universidad.

2. Las primeras universidades después de la revolución mexicana.

Finalmente en 1910, el año en que estalló la Revolución, se reabrió la Universidad con el nombre de Universidad Nacional de México. A partir de entonces tomó poco a poco su imagen y organización actual.

Producto de la iniciativa de Justo Sierra, la Universidad Nacional se organizó según su propia concepción, "... como la cumbre de la educación mexicana para la enseñanza profesional, grados académicos e investigación. Allí deberían formarse los mexicanos que condujeran, en los niveles directivos, un conocimiento al servicio de toda la nación"

Durante varios años, la Universidad Nacional fue la única institución de nivel superior en el País; pero en 1917 se fundó la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, en 1922 la Universidad de Yucatán, en 1923 la Universidad de San Luis Potosí y en 1925 la Universidad de Guadalajara. Entre 1930 y 1948 se crearon las Universidades de Nuevo León, Puebla, Sonora, Sinaloa, Guanajuato, Colima y Veracruz. El resto de las universidades del país surgen a partir de 1950.

A partir de los años treinta, principalmente, comienzan a surgir las instituciones privadas de educación superior debido al reclamo de grupos

económicos regionales, que deseaban ver atendidos sus problemas económicos específicamente. Las primeras instituciones privadas de educación superior fueron: en 1912 la Escuela Libre de Derecho, en 1935 la Universidad Autónoma de Guadalajara, y en 1943 el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la Universidad Iberoamericana. El resto surgieron a partir de 1960.

A partir de 1916, se crearon varias Escuelas de Educación Técnica dependientes de la Secretaría de Educación Pública que culminaron en 1937 con la creación del Instituto Politécnico Nacional, la institución más importante en educación técnica en el País. A partir de 1948 la educación técnica se extiende al resto del país con la creación de Institutos Tecnológicos Regionales que constituyen actualmente un sistema muy amplio.

En 1917, al ser fundada la Universidad Michoacana de San Nicolás, se especifica dentro de sus estatutos que es una institución autónoma. En 1929 se concede la autonomía a la Universidad Nacional, convirtiéndose en la Universidad Nacional Autónoma de México, la institución de enseñanza superior más importante en México. Las instituciones autónomas tienen por ley derechos como: la designación libre de sus autoridades; la libertad para impartir sus enseñanzas y desarrollar sus investigaciones de acuerdo con el principio de libertad de cátedra y la libertad de designar a su personal académico; asimismo, las universidades autónomas administran libremente su patrimonio y determinan su presupuesto. Esta filosofía se ha arraigado en todas la universidades públicas del Sistema.

3. El sistema de educación superior actualmente.

A fines de la década de los setenta existían en México cerca de 230 instituciones de educación superior que constituyen la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Esta organización agremia a la mayor parte de ellas, para ayudar en la planeación del Sistema, en la comunicación y flujo de información entre las diferentes instituciones y sirve de enlace con el Poder Ejecutivo Federal.

Actualmente, el Sistema de Educación Superior está organizado en tres subsistemas: el Universitario, el Tecnológico y el de formación de profesores; y está constituido por instituciones públicas y privadas.

El flujo de estudiantes a través del Sistema Nacional de Educación, desde la educación primaria hasta la educación superior, se muestra en la *figura 1*.

En el ciclo escolar 1982-1983 ingresaron al sistema de educación primaria 3,492,000 alumnos. Seis años después, concluyeron la educación primaria 1,914,000 alumnos, lo que significa un 55% de la población que ingresó. De estos alumnos que concluyeron su educación primaria, ingresaron a educación secundaria 1,616,000 y la terminaron 1,176,000. De los estudiantes que concluyeron la educación secundaria, 765,000 ingresaron al sistema de educación media superior, 176,000 ingresaron a escuelas técnicas y los 235,000 restantes ingresaron a la fuerza de trabajo. De los estudiantes que ingresaron a educación media superior, la concluyeron 293,000, y de los que cursaron carreras técnicas, 38,000 la concluyeron. Finalmente en el ciclo 1994-1995 ingresaron a educación superior 304,000 repartidos en los tres subsistemas como sigue: a las universidades 189,000, a los tecnológicos 70,000 y a educación normal 45,000 estudiantes. La eficiencia terminal en nuestras universidades es cercana al 50%, por lo tanto de los 304,000 alumnos que ingresaron a las universidades, tecnológicos y normales del país, alrededor de 152,000 terminarán sus estudios. De todo esto se puede concluir que de los 3,492,000 alumnos que ingresaron a educación primaria en 1982, únicamente el 4.4 % terminará alguna licenciatura.

El sistema de educación superior en México era relativamente pequeño hasta 1971. En él se encontraban inscritos aproximadamente 250,000 estudiantes. En ese año, el presidente Echeverría dio gran importancia a la educación superior apoyando económicamente a las instituciones existentes y promoviendo la creación de nuevas instituciones de educación superior, tanto en la Ciudad de México como en varios Estados en donde no había universidades. En la *figura 2* puede observarse el crecimiento del Sistema durante la administración de Echeverría. La tasa de crecimiento media anual (tcma) durante estos seis años fue de 13.9 %, siendo mayor en el subsistema universitario que en el tecnológico. Este fenómeno de altas tasas de crecimiento en educación superior no fue exclusivo de México, sino que se dio en la mayoría de los países de Occidente. Sin embargo, en México fue especialmente importante porque resultó necesario organizar y crear instituciones en periodos muy cortos de tiempo, con los problemas inherentes a una creación tan rápida como son la planeación insuficiente, la contratación de profesores con poca experiencia, la falta de vinculación con la industria, etc. El resultado final fue un gran crecimiento cuantitativo, con cierto descuido de la calidad.

La tasa de crecimiento del Sistema disminuyó considerablemente durante las siguientes administraciones presidenciales, como se muestra en la *figura 3*. En 1983, hubo una fuerte reducción en el subsidio gubernamental a las instituciones públicas en general, debida a un gran problema de endeudamiento del país que afectó todos los programas de gobierno y en

general a toda la sociedad. Esto puede verse claramente en la gráfica. En la administración del presidente Salinas, 1989-1994, la tasa media de crecimiento anual fue únicamente del 2.05%.

Como se muestra en la *figura 4*, en 1995 el Sistema Mexicano de Educación Superior contaba con 1,355,000 estudiantes. El subsistema mayor fue el Universitario, que contaba con el 66% de los alumnos. Es interesante comparar el nivel de cobertura de la educación superior, con el número potencial de alumnos. Un parámetro usual para esta comparación es el porcentaje de la población con edades entre 20 y 24 años que estudia en alguna Institución de Educación Superior. En México, este porcentaje fue 14% en 1995. Es un porcentaje relativamente pequeño. Los mismos porcentajes se muestran en la *figura 5* para varios países, algunos de ellos con un desarrollo similar al de México. Esta figura nos indica además que en la mayoría de los países el porcentaje aumenta, mientras que en México ha permanecido constante desde 1980.

La participación de la población con educación superior en la industria es también relativamente pequeña en México. En 1992 trabajaban en la industria manufacturera del País 128,137 profesionistas, mientras que en Estados Unidos de Norteamérica lo hacían 2 millones de profesionistas en la misma industria. La relación es de 0.064, mientras que la relación de poblaciones es de 0.34. En general, el nivel de educación en la fuerza de trabajo es muy bajo en México, especialmente si lo comparamos con los otros dos países miembros del Tratado de Libre Comercio. Esto puede observarse en la *figura 6*, donde se muestran los niveles de educación de la fuerza de trabajo de México, Estados Unidos y Canadá. Esta es una de las principales limitaciones en cuanto a competitividad con nuestros socios comerciales.

El crecimiento del sistema de educación superior se ha concentrado en los últimos años en las instituciones privadas, las cuales han aumentado tanto en número de instituciones (*figura 7*), como en matrícula (*figura 8*). El número de instituciones privadas prácticamente se ha duplicado, mientras que el número de instituciones públicas ha permanecido casi constante. Sin embargo, la matrícula en las instituciones públicas es aún mucho mayor que en las instituciones privadas. Esto se debe a que estas últimas son relativamente pequeñas. A pesar de que su número es dos veces el número de instituciones públicas, su matrícula es el 33% del total de estudiantes, como se muestra en la *figura 9*.

4. Algunos aspectos cualitativos.

Con respecto a la calidad de las instituciones públicas y privadas, existen excelentes instituciones en ambos grupos, así como también instituciones con muy pobre calidad. Sin embargo, de las tres funciones esenciales de una universidad: la enseñanza, la investigación y la difusión cultural, las instituciones privadas dan prioridad a la enseñanza. La investigación y la difusión cultural son realizadas casi exclusivamente por las instituciones públicas. Además, muchas de las instituciones privadas ofrecen únicamente aquellos programas de estudio con gran demanda como contaduría y administración, o programas que no requieran de una infraestructura costosa como laboratorios o plantas piloto.

Los programas de enseñanza a nivel licenciatura (pregrado) en México están divididos en seis grupos según el área de conocimiento: ingeniería y tecnología, ciencias sociales y administrativas, ciencias de la salud, ciencias naturales y exactas, agricultura y, humanidades y educación. En la *figura 10* se presenta la distribución de la matrícula en estas áreas, y como se puede ver en ella, cerca del 50% de los estudiantes se encuentran en algún programa del área de ciencias sociales y administrativas. Los expertos piensan que este porcentaje es muy elevado para el mercado de trabajo y los planes de desarrollo de México. Sin embargo, el porcentaje se ha ido incrementando desde 1976. También se cree que las necesidades de la industria y del sector de servicios en cuanto a ingenieros, técnicos y científicos ha aumentado, y se han otorgado financiamientos especiales a estos programas. Aunque el porcentaje correspondiente a estas áreas se ha incrementado, lo ha hecho a una tasa de crecimiento más bien pequeña. Por otra parte, los porcentajes de alumnos en ciencias de salud y agricultura han decrecido substancialmente. En el primero de los casos (ciencias de la salud), el área tuvo un crecimiento muy acelerado en años previos y hubo una campaña para disminuir la matrícula. En el segundo caso (agricultura), se presenta el problema de que la mayoría de los alumnos desean vivir en zonas urbanas y no en el medio rural. Esto parece ser consecuencia de la migración hacia las grandes ciudades y de que resulta poco atractivo vivir en zonas apartadas.

En la *figura 11* se muestra el número de programas de estudio en cada una de las 6 áreas de conocimiento. En ella se puede observar que la mayor cantidad de programas corresponde al área de ingeniería y tecnología. Esto se debe a que existen muchos programas, pero la mayoría de ellos con muy pocos alumnos. Algunos expertos piensan que sería mejor tener menos programas, pero con mayor calidad y mejores laboratorios y bibliotecas.

Se ha dicho que, por muchos años, la Universidad Nacional fue la única universidad en el país. Esto dio origen a un problema de centralización: una gran parte de la matrícula se concentraba en la Ciudad de México. Muchos estudiantes tenían que dejar sus hogares para estudiar en la Capital. En 1970, cuando comenzaron a establecerse nuevas instituciones de educación superior, se puso en práctica una política de descentralización y se fundaron muchas instituciones en los estados. Esta política parece haber tenido buenos resultados, ya que, como se muestra en la *figura 12*, mientras la matrícula total ha aumentado 6 veces entre 1975 y 1990, el número de estudiantes en la Ciudad de México sólo se ha duplicado.

5. Programas de posgrado.

En México se ofrecen tres grupos de programas posgrado: los programas de especialización, los cuales tienen una duración aproximada de un año; el grado de maestría, con duración entre año y medio y dos años; y el grado de doctor, con duración entre 3 y 5 años. Los programas de posgrado no han cobrado gran importancia en el país, especialmente en el área de ingeniería y tecnología. En la *figura 13* se muestra la matrícula en estos programas, y se puede observar que el número de alumnos es mucho menor que en los programas de licenciatura. Esto puede deberse al débil desarrollo de la investigación en muchas universidades. La Universidad Nacional, como se ha dicho, se fundó de acuerdo al modelo de la Universidad de Salamanca, el llamado modelo napoleónico en el cual las escuelas están separadas de los institutos de investigación. Este modelo, que no favorece el desarrollo de los programas de posgrado basados en actividades de investigación, se extendió después a todas las universidades del País. En fechas recientes, se han empezado a implantar otros modelos de organización, como el departamental, que pueden favorecer más los programas de posgrado, Quizá como consecuencia, en los últimos años se ha incrementado notablemente el número de programas de doctorado en el país. Esto también se debe a una política gubernamental de estimular el desarrollo de programas de posgrado de alta calidad, a través de incentivos económicos para los investigadores con una producción académica relevante y de apoyos a las instituciones que se comprometan a montar instalaciones modernas.

6. Comentarios finales.

Se ha presentado una breve historia del desarrollo de la educación superior en México. Se han enfatizado las limitaciones más importantes del sistema y se han comparado algunos parámetros con los de otros países. La

comunidad académica de México considera que las universidades necesitan y merecen mayor apoyo por parte del gobierno y de la sociedad para cumplir su importante misión en el desarrollo social y económico del País. La principal preocupación en estos momentos es alcanzar altos niveles de calidad tanto en enseñanza como en investigación y difusión cultural, y preparar los profesionales que necesita el País en esta época de competencia global.

ESCENARIO ACTUAL DE LA INGENIERÍA Y LA TECNOLOGÍA Y SU IMPACTO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR².

Oscar M. González Cuevas

1. Introducción.

La vida actual es muy diferente a la que se conocía hace apenas algunos años. Disponemos de equipos y artefactos que facilitan la vida cotidiana; podemos viajar en lapsos muy cortos a lugares lejanos, ya sea en modernas aeronaves o en vehículos terrestres que utilizan magníficas vías de comunicación; podemos comunicarnos con muchas personas desde nuestras oficinas o nuestros hogares a través de medios electrónicos; podemos consultar bibliotecas y bancos de información desde nuestras computadoras personales; nuestra esperanza de vida ha aumentado, en parte, porque contamos con mejores equipos e instrumentos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Muchos de estos cambios se deben a desarrollos logrados por ingenieros y técnicos en campos tan diversos como la electrónica, los nuevos materiales, la construcción, la mecánica, las telecomunicaciones, etc. Los descubrimientos científicos son transformados por los ingenieros, cada vez con mayor rapidez, en artefactos o procedimientos técnicos que están al alcance de muchas personas y que pronto se nos hacen familiares y hasta imprescindibles en el trabajo cotidiano o en nuestros ratos de descanso.

Esta tarea de producir bienes que contribuyan a una mejor calidad de vida de la población es precisamente la función que desempeñan los ingenieros y los técnicos en nuestra sociedad. El proceso que se sigue en su diseño y producción, nos define la formación y la vocación que deben tener nuestros ingenieros. Si se trata de transformar conocimientos científicos en aplicaciones prácticas, se requiere que tengan una sólida preparación en aspectos científicos fundamentales. Si los bienes y procedimientos que desarrollen deben ser fácilmente utilizables, deben tener habilidades y vocación para el diseño, o sea, para crear productos o sistemas originales. Si van a trabajar en instituciones complejas, como sucede con mucha frecuencia, deben tener habilidades para el trabajo en equipo y para comunicarse con sus compañeros, jefes y subordinados. Y si van a servir a la sociedad, a través de las obras, equipos y procesos que diseñen, deben tener la capacidad de comprender los procesos sociales más importantes y las aspiraciones del ser humano.

² Trabajo publicado en la Revista Gyros, N° 6, 1997, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. El trabajo se preparó originalmente para elaborar el guión de un programa de video producido por la Universidad Veracruzana.

2. El estado del arte en el área de Ingeniería y Tecnología.

2.1 Situación actual.

Como antes se mencionó, los avances en el área de ingeniería y tecnología se comprueban en la vida cotidiana. Las tecnologías recientes que más han contribuido a estos avances suelen agruparse en los campos de la microelectrónica, la computación, la automática y la robótica, las telecomunicaciones, los nuevos materiales, los láseres y la biotecnología. Las cuatro primeras están vinculadas estrechamente con el procesamiento de la información, mientras que las otras tres son tecnologías más específicas. Se describirá en forma muy resumida en qué consiste cada una de ellas. Para una explicación más amplia, puede consultarse la referencia 1.

El objetivo de la microelectrónica es elaborar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos de dimensiones extremadamente reducidas. Se basa en principios, propiedades y procesos del estado sólido, de la ciencia de los materiales, la computación, la física, la química, la electrónica convencional y otras ramas de la ciencia. Los productos más importantes de la microelectrónica son el dispositivo semiconductor y el circuito integrado. El desarrollo de la microelectrónica ha permitido obtener productos de alta densidad de integración, peso muy ligero, volumen pequeño, alta confiabilidad y costo cada vez menor. Estos productos han sido la base para el desarrollo de otras tecnologías, como la computación, las telecomunicaciones, la robótica, etc. Han permitido también el mejoramiento de equipos muy variados y han contribuido a incrementar los controles de calidad en muchos procesos de producción.

La computación comprende una serie de disciplinas relacionadas con el diseño y utilización de las computadoras. El desarrollo de estos equipos ha sido sorprendente. Las primeras computadoras, conocidas como de primera generación, se construyeron apenas en 1946 con bulbos de vacío. La segunda generación se inició en 1948 con la aparición del transistor; esto permitió reducir su tamaño y su consumo de energía, así como aumentar su confiabilidad. En 1960 aparecieron las primeras máquinas de la tercera generación, con cableado de circuitos impresos que reemplazaron a los cableados tridimensionales. La cuarta generación, que se inició en 1971, se caracteriza por la inclusión de la unidad procesadora central (CPU) en un único circuito integrado. Y la actual generación se distingue por la introducción de la microcomputadora en un solo chip que es el microcontrolador. Simultáneamente con el desarrollo de los circuitos electrónicos de las computadoras, conocidos como hardware, fue necesario desarrollar programas para el funcionamiento de las mismas. La elaboración de programas, conocidos como software, también ha tenido un progreso

impresionante al que han contribuido ingenieros y técnicos de todas las especialidades. Se dispone actualmente de paquetes de cómputo para una enorme variedad de aplicaciones. Algunos son de uso común para muchas actividades, como los procesadores de texto o las hojas de cálculo. Otros están enfocados a un uso muy específico, como los programas para analizar estructuras de edificios. Las amplias aplicaciones de la computadora en el diseño y en la producción de toda clase de artículos y bienes ha dado origen a especialidades como el diseño asistido por computadora (CAD) y la manufactura asistida por computadora (CAM). Es difícil encontrar en la actualidad alguna actividad en la que no se utilicen las computadoras en forma vasta. Un ejemplo interesante es el de la automatización de las oficinas, que ha dado nacimiento a lo que algunos consideran una nueva profesión: la ofimática.

Las líneas de producción industrial tradicionales han tenido como principal limitante a su poca flexibilidad. El cambio de un componente obligaba muchas veces a modificar todo el proceso de producción y por razones económicas se requería producir un número muy elevado de determinado artículo. La robótica y los nuevos sistemas de automatización permiten tener procesos mucho más flexibles. Es posible ahora fabricar un número reducido de unidades sin que el costo aumente significativamente o cambiar fácilmente parte del proceso. El artefacto más importante en los nuevos procesos de manufactura es el robot industrial. En los robots modernos se han introducido sistemas de percepción artificial a través de sensores externos de fuerza, visión, tacto, etc. que envían información del entorno al software del robot. En un principio, los robots se utilizaron únicamente en labores que resultaban riesgosas o indeseables al ser humano. Sus aplicaciones se han extendido a cualquier actividad repetitiva, y actualmente se utilizan en labores de soldadura, manipulación, carga y descarga, estampado, inyección, perforación, pintura, etc. Además del robot industrial, hay otros dispositivos y sistemas que se emplean en los procesos industriales modernos, como el control numérico por computadora, el control numérico directo de máquinas-herramientas, los vehículos guiados automáticamente, etc. Todo este conjunto de técnicas han dado lugar a lo que se llama fabricación integrada con computadora (CIM).

El campo de las telecomunicaciones es uno de los que más han evolucionado en tiempos recientes. Se transmiten en forma rápida voz, datos e imágenes a lugares muy distantes entre sí. Esto ha tenido un fuerte impacto en la organización de las empresas y en sus métodos de trabajo. También en el medio académico se han visto cambios derivados de esta facilidad de comunicación: video conferencias, proyectos conjuntos entre investigadores de distintos países, nuevos métodos de educación a distancia, etc. Este avance en las telecomunicaciones se debe a progresos

tecnológicos en los campos de la conmutación, de los medios de comunicación y de los equipos terminales. Las nuevas centrales de conmutación de circuitos programables permiten la conversión de la voz en datos, con lo cual es posible enviar, desde estas centrales, información numérica y conversaciones orales. Los medios de comunicación han evolucionado notablemente con la introducción de las redes de fibra óptica y con la disponibilidad, cada vez más amplia, de satélites. Y los equipos terminales, como la computadora personal y el facsímil, permiten recibir con gran nitidez y rapidez una cantidad impresionante de información. La introducción y popularización de la INTERNET ha aumentado exponencialmente nuestras capacidades de comunicación a distancia y de acceso a las fuentes de información.

Los nuevos materiales se distinguen de los tradicionales en que se adaptan mejor a los requerimientos de su utilización, gracias a sus propiedades específicas, y en que los procesos de su fabricación están más integrados. Las propiedades a que nos referimos son, por ejemplo, su peso, su rigidez, su resistencia al desgaste o a la fatiga, su durabilidad, etc. Suelen agruparse en tres categorías: las cerámicas finas o de alta tecnología, las aleaciones metálicas y los compósitos. Las cerámicas se utilizan en casos en los que se requiere resistencia a altas temperaturas, al desgaste y a la corrosión; se están usando principalmente en la industria automotriz y en aplicaciones sanitarias. Las aleaciones metálicas son generalmente de acero con tantalio y vanadio, o bien, aluminio y litio; se emplean cuando el peso es un factor importante, como en la industria aeronáutica. Los compósitos son materiales formados por dos constituyentes, por lo menos, cuya interpenetración es total. Uno de los constituyentes es la matriz, que proporciona la cohesión, y los otros son el refuerzo, que proporciona las características físicas y mecánicas buscadas. Los compósitos se están usando cada vez más en la industria química, en la petrolera, en la construcción, en la industria eléctrica y electrónica, en materiales de consumo, etc.

El láser es un aparato que emite un haz de luz monocromática cuyos fotones vibran todos al mismo tiempo. Esto permite concentrar el haz en un hilo luminoso muy fino. Aunque las aplicaciones en medicina son más conocidas y espectaculares, también se están utilizando los láseres en aplicaciones industriales, como por ejemplo en el corte de metales, perforación, marcado, soldadura, etc. También se utilizan en casos en que se requieren mediciones muy precisas, desde grandes distancias, como en la industria de la construcción, hasta unas cuantas micras, como en la fabricación de circuitos integrados.

La biotecnología es el conjunto de técnicas que permiten la explotación de las potencialidades de los microorganismos (bacterias, levaduras, hongos, etc.), y de las células animales y vegetales. Se conocen aplicaciones impresionantes en la ganadería y en la agricultura, pero también se está utilizando en la industria química.

Las nuevas tecnologías que se acaban de describir brevemente han impulsado la creación de nuevas carreras técnicas y de ingeniería. Por ejemplo, ingeniería en telecomunicaciones, ingeniería en materiales o biotecnología. Los egresados de estas carreras estudian las distintas disciplinas a partir de las cuales se han desarrollado estas tecnologías y promueven su mayor desarrollo. Además, todas las carreras tradicionales y las prácticas profesionales correspondientes se han modificado en forma importante al expandirse el uso de las nuevas tecnologías. El ejemplo de la computación es quizá el más claro de todos, ya que no hay campo profesional en el que no se use de manera generalizada. Pero hay muchos otros ejemplos: los materiales compósitos con fibras de carbono se usan por ingenieros civiles para reforzar estructuras dañadas; los ingenieros mecánicos diseñan motores con controles electrónicos para un mayor rendimiento; los ingenieros industriales utilizan robots en los procesos de producción de distintos equipos; los ingenieros electricistas controlan las redes de distribución de energía con equipos electrónicos sofisticados; los ingenieros de minas utilizan los rayos láser para orientar la construcción de túneles, etc. Son numerosos los casos en que un ingeniero utiliza las nuevas tecnologías, aunque no sea un especialista en ellas. Sí necesita conocer, sin embargo, sus principios fundamentales, tanto para aplicarlas directamente como para comunicarse con los especialistas en dichas tecnologías.

2.2 Situación en México

El desarrollo de las ingenierías en México ha sido diverso. Algunas de las especialidades más antiguas han alcanzado un buen nivel de competitividad, inclusive en el ámbito internacional. Tal es el caso, por ejemplo, de la ingeniería civil. Los puentes de la autopista México-Acapulco o las presas de Aguamilpa, Zimapán y Trigomil son obras de gran importancia que incorporan las técnicas más avanzadas a nivel mundial. En el otro extremo, la ingeniería aeronáutica no ha tenido mucho desarrollo en nuestro país.

La incorporación de las nuevas tecnologías en México depende mucho del grado de desarrollo de las distintas ramas de la ingeniería, pero también de factores económicos y de mercado. Aunque no se ha hecho, hasta donde sabemos, una investigación exhaustiva de la utilización de las nuevas

tecnologías en las distintas ramas industriales, si se conoce la situación general en algunas de ellas. Se comentan a continuación algunos ejemplos.

En la rama de la microelectrónica, existen centros de educación superior en el País que ya tienen la tecnología para diseñar circuitos de alta escala de integración. El resultado del diseño es una cinta magnética que se envía, para la fabricación del chip, a algún sitio especializado, de los cuales existen pocos en el mundo. Las instalaciones necesarias para la fabricación son extremadamente costosas y se requieren mercados muy amplios para que las inversiones sean rentables. Si se fabrican, sin embargo, sistemas electrónicos que utilizan estos chips y los productos de la microelectrónica son usados ampliamente en procesos industriales de muchos tipos.

Ya se ha comentado que la computación se usa en prácticamente todas las actividades industriales, comerciales y de servicios, aunque es cierto que su empleo no está tan extendido como en otros países altamente industrializados. Por ejemplo, en México había, en 1990, 116 habitantes por computadora instalada, mientras que en Estados Unidos había, en el mismo año, 4 habitantes por computadora y en Canadá había 7 (referencia 2, página 5). Por la parte del hardware, en México se ensamblan computadoras pero no se fabrican integralmente, por las mismas razones comentadas para el caso de la microelectrónica. Por la parte del software, hay más actividad propia, ya que existen numerosas empresas que diseñan paquetería para usos específicos de varios tipos. Aunque varios de los programas elaborados en México son para aplicaciones administrativas, también se diseñan programas de tipo técnico de alta calidad que compiten con los importados. También existen empresas e instituciones que se especializan en el diseño de programas educativos. Se han hecho en México, utilizando programas sofisticados, simuladores para entrenar a operadores de centrales eléctricas y de otras instalaciones de alto grado de complejidad.

México cuenta con un buen sistema de telecomunicaciones. Los indicadores correspondientes, aunque obviamente no son comparables a los de países industrializados, sí lo son con los de países similares. Por ejemplo, en 1992 había 7.54 líneas telefónicas por cada 100 habitantes; en Estados Unidos había 56.49, pero en Argentina había 11.12 y en Venezuela, 8.71 (referencia 3, páginas A-2 y A-3); además, en México ha habido un crecimiento importante en los últimos años y estamos ahora en alrededor de 11 líneas. Teníamos 34 anfitriones de INTERNET en 1993, mientras que en Argentina había 1 y en Venezuela, 5 (referencia 3, páginas A-26 y A-27). Sin embargo, los principales equipos de conmutación, de transmisión y terminales son importados. Además de la complejidad técnica, influye mucho el hecho de que las telecomunicaciones, en todas partes del mundo, están operadas por unas cuantas empresas de gran tamaño. Hay que considerar que la

operación de los sistemas requiere también de técnicos bien calificados. La competencia comercial impulsa a las empresas de telecomunicaciones hacia una fuerte competencia en el desarrollo de nuevas tecnologías y es elevada la demanda de personal científico y técnico altamente capacitado.

Los procesos productivos usados por las industrias mexicanas son, en su gran mayoría, del tipo tradicional. En 1992, de un total de 138,774 establecimientos manufactureros, sólo 3,367 declararon estar empleando un proceso productivo novedoso y sólo 7,237 manifestaron que elaboraban un producto novedoso (referencia 4, página 122). En los establecimientos considerados como grandes, el promedio de máquinas herramientas de control numérico computarizado era sólo de 9, y el de robots era de 1. La gran mayoría de los equipos en operación eran manuales y automáticos (referencia 4, página 116).

Es evidente que el rezago en tecnología es muy grande en nuestro país, comparado con países industrializados. Esto se debe, a su vez, al rezago en actividades de investigación y desarrollo, que no nos ha permitido crear una tecnología propia. Algunos indicadores a este respecto son realmente impactantes. Por ejemplo, en 1991 (fecha más reciente de la que se tienen datos), los establecimientos manufactureros destinaban únicamente 0.6 por ciento de sus ingresos a financiar trabajos de investigación y desarrollo, mientras que gastaban 3.1 por ciento en el pago de transferencia y/o compra de tecnología (referencia 4, pag. 106). En México había, en 1993, 18,546 investigadores y 10,493 técnicos (referencia 5, pag.58). En E.U. había 950,000 investigadores con doctorado en 1989 (referencia 6, pag. 65).

La participación en la industria de personal técnico con nivel de licenciatura o superior también debe crecer en México para que dicha industria sea más competitiva. Por ejemplo, mientras que en los establecimientos manufactureros de México trabajaban 128,137 profesionales en 1992 (referencia 4, pag. 315), en los Estados Unidos había 2 millones de ingenieros y científicos trabajando en el mismo sector. (referencia 6, pag.62).

Todos los indicadores mencionados en los párrafos anteriores pueden parecer desalentadores, ante la enorme brecha que nos separa de los países desarrollados. Pero la intención de incluirlos es exactamente la contraria: destacar el enorme reto que tenemos por delante para hacer que nuestro país se transforme en un mejor lugar para vivir, para todos los mexicanos, utilizando en forma razonable y sensata los recursos que el avance tecnológico pone a nuestra disposición.

2.3 Impacto del fenómeno de globalización

Cuando se empezó a debatir sobre el tema de la globalización, hace poco más de una década, se planteaban dos corrientes contrarias que podrían influir sobre el futuro de este fenómeno. De una parte, se pensaba que las ideas nacionalistas pondrían limitaciones al libre intercambio de bienes, mercancías y tecnologías. Se argumentaba que las enormes diferencias entre los países hacía conveniente que los más pequeños protegiesen sus industrias, sus mercados y sus fuentes de trabajo. Aún entre los países desarrollados, las razones de seguridad nacional se veían como limitaciones a una apertura económica y tecnológica.

En sentido contrario al anterior, se pensaba que la apertura impulsaría el progreso generalizado de todos los países y que sus beneficios serían tan grandes que no habría fuerzas capaces de oponérsele. En este escenario, las materias primas, las manufacturas, los servicios, e inclusive la mano de obra podrían cruzar las fronteras sin grandes restricciones. Cada país aportaría los bienes y servicios en los que tuviese ventajas competitivas y adquiriría de otros países aquello en que no las tuviese (referencia 7). Se preveía también que ninguna empresa, por grande que fuera, y ni siquiera un sólo país, podría generar toda la tecnología que requiriese, y que habría, por lo tanto, una comercialización y un intercambio muy activos de tecnologías.

Con el transcurso del tiempo, puede verse que ninguno de los dos enfoques se impuso en forma total. Se ha llegado a un escenario híbrido. Sin embargo, parecería que el segundo enfoque, el de la apertura, ha prevalecido sobre el primero. El propio desarrollo de las tecnologías, principalmente de las telecomunicaciones, ha impulsado la globalización de la economía y el libre comercio, lo que a su vez, ha favorecido el acceso y el intercambio de nuevas tecnologías. Así, para aprovechar plenamente las nuevas tecnologías de comunicación satelital, se han constituido consorcios internacionales como INTELSAT que ha instalado una flota de 20 satélites que dan servicio a más de 180 países (referencia 8). Y mediante la INTERNET, que utiliza estos satélites, se pueden establecer comunicaciones casi instantáneas y a muy bajo costo entre empresas e instituciones de cualquier parte del mundo, y llevar a cabo transacciones comerciales, proyectos conjuntos de investigación y desarrollo que redundan en nuevas tecnologías, consultas a bases de datos, etc.

También se ha cumplido el pronóstico de que el fenómeno de globalización haría que varios países compitiesen en ser líderes en altas tecnologías. Durante mucho tiempo, Estados Unidos llevaba una gran ventaja a todos los otros países en prácticamente todos los campos de la ciencia y la tecnología. En 1994, entre las 94 tecnologías que se consideraban más

importantes, Estados Unidos tenía una posición fuerte únicamente en 31 y era competitivo sólo en 42 de ellas (referencia 9).

3. El futuro.

Es muy difícil predecir específicamente qué avances tecnológicos podremos presenciar en el futuro. Conforme se llevan a cabo las investigaciones, algunos campos que se creían promisorios tienen que ser abandonados, pero surgen otros nuevos que en algún momento pueden conducir a lo que se conoce como “breakthroughs”, hitos en el desarrollo tecnológico que producen cambios de naturaleza cualitativa, no sólo a un mejoramiento incremental, sino a concepciones o a resultados totalmente nuevos. Por ejemplo, la técnica de fotolitografía que se utiliza actualmente para fabricar circuitos integrados permite crear rasgos de 0.35 micrones, como los de las computadoras Pentium. Se estima que con esta técnica se podrá reducir el tamaño de los rasgos hasta 0.25 micrones. Pero no será posible una reducción mayor, debido a los límites en la longitud de onda de la luz que se utiliza en el proceso de grabación. Se han abierto entonces nuevas líneas de investigación para superar este problema, como la litografía de rayos X, el almacenamiento holográfico de información y la utilización de una proteína llamada bacterio-rodopsina para almacenar la información. Cada uno de estos enfoques puede encontrar obstáculos insuperables para su aplicación práctica. No se sabe de antemano qué tecnología tendrá éxito. Pero alguna de ellas puede conducir a productos muy superiores a los actuales (referencia 10)

Sin embargo, sí se advierten algunos elementos que muy probablemente influirán en el panorama de la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, el desarrollo de la microelectrónica y la computación nos permitirán contar con computadoras cada vez más pequeñas, que inclusive puedan conectarse directamente al ser humano. El incremento notable en la capacidad de cómputo permitirá plantear modelos matemáticos precisos de fenómenos naturales complejos, que hasta ahora se estudian con modelos muy simplificados. También se prevé que contaremos con materiales cuyas propiedades físicas sean muy superiores a las de los materiales actuales, y que podrán ser diseñados para necesidades muy puntuales. Las comunicaciones serán también cada vez más rápidas y harán menos necesaria la presencia física de las personas en reuniones, cursos, espectáculos, etc.

Más que tratar de pronosticar cambios tecnológicos puntuales, conviene preguntarse en qué forma puede promoverse el avance de la ciencia y la tecnología, cómo pueden armonizarse ambos avances y cómo puede

lograrse que estos avances contribuyan a lograr una sociedad más justa y equitativa. Algunos tópicos relacionados con estos aspectos se comentan en la siguiente sección.

4. Nuevas exigencias en la formación profesional.

4.1 Características del futuro profesional.

Al describir las nuevas tecnologías, se mencionaba cómo se fueron desarrollando a partir de varias disciplinas científicas establecidas, hasta llegar a constituirse en nuevos cuerpos de conocimiento con sus contenidos y métodos propios. También se comentaba que existen especialistas en estas tecnologías, pero que los ingenieros y técnicos de distintas especialidades las utilizan en su trabajo profesional. Estas características nos señalan algunos lineamientos que deben observarse en la formación de los ingenieros y técnicos del futuro.

Uno de estos lineamientos es la necesidad de proporcionarles una sólida preparación en las disciplinas científicas básicas: matemáticas, física y química. Esto es indispensable, desde luego, para quienes se dediquen a estas nuevas tecnologías como actividad principal; pero también para quienes las empleen dentro de sus propias especialidades. Un ingeniero que utilice un rayo láser para hacer mediciones de cualquier tipo, necesita un conocimiento fundamental de óptica y electricidad para entender cómo funciona su aparato de medición. O un ingeniero constructor que emplee un material compósito necesita conocimientos de química para entender el comportamiento de la matriz o del refuerzo de su material en las condiciones específicas de uso. O un ingeniero que diseñe un modelo de una obra hidráulica requerirá conocimientos avanzados de matemáticas. Los ejemplos pueden extenderse indefinidamente. Conviene aclarar que estos conocimientos científicos no los requerirán únicamente los ingenieros que se dediquen a la investigación, también quienes ejerzan la práctica profesional.

Otra de las características de las nuevas tecnologías es la rapidez con que evolucionan. El periodo de vida útil de las técnicas específicas o de los equipos es cada vez más corto. Esto proporciona otra clave para las características del futuro profesional. Debe ser capaz de estudiar en forma independiente y permanente para poder mantenerse actualizado en sus conocimientos y en su práctica profesional. La habilidad para acceder a fuentes actualizadas de información será una cualidad de las más valiosas.

Las nuevas tecnologías son también complejas y requieren un alto grado de especialización para su empleo adecuado. Es difícil que un solo ingeniero domine todas las particularidades de alguna tecnología. Esto obligará al trabajo en equipo con otros especialistas. Por lo tanto, otra cualidad que se solicitará del ingeniero del futuro será una buena capacidad de comunicación con otros especialistas. Conviene hacer énfasis en que esta capacidad sólo puede lograrse si el ingeniero domina ampliamente su propio campo de especialidad, pues la comunicación tiene que ser sobre aspectos concretos en los que todos los participantes en el diálogo hagan aportaciones valiosas para el conjunto.

Por último, si las tecnologías deben ser de beneficio a la sociedad en general, el ingeniero debe tener valores éticos, conciencia ecológica y vocación de servicio. Es grande el riesgo de utilizar tecnologías avanzadas para destruir, en vez de crear, para alienar al ser humano, en vez de elevarlo intelectualmente, para crear más injusticia, en vez de hacer una sociedad más justa.

Estas cualidades del futuro profesional de la ingeniería no son nuevas ni mucho menos. Pero las potencialidades y características de las nuevas tecnologías hacen necesario insistir en ellas y darles la máxima importancia.

Otro aspecto que debe considerarse al reflexionar sobre el perfil del futuro profesional de la ingeniería es el relacionado con las cualidades que buscan los empleadores de jóvenes ingenieros. En un estudio llevado a cabo en Argentina, un país con características no muy diferentes a las nuestras en relación al tema tratado, se detectó que, además de la preparación en ciencias básicas y en las asignaturas propias de su especialidad, los empleadores encuentran deseable que los egresados tengan visión global de lo que es una empresa, sentido económico de las decisiones y conocimiento de técnicas modernas de gestión empresarial. Además, en la selección de sus ingenieros, los empleadores consideran, de manera importante, rasgos de personalidad, como la creatividad, la autonomía, el sentido común, la responsabilidad, etc. (referencia 11).

4.2 Planes y programas de estudio.

El análisis que se ha venido haciendo sobre las nuevas tecnologías y las peculiaridades del profesional del futuro conduce directamente a las características que deben tener los planes y programas de estudio.

Un primer punto a debatir se refiere al nivel de especialización que deben tener las carreras profesionales. ¿Conviene tener carreras especializadas en

cada una de las nuevas tecnologías o mantener las carreras tradicionales con enfoques más generales? Existen argumentos fuertes a favor de cada opción. Por ejemplo, quienes defienden las carreras especializadas opinan que la cantidad de conocimientos que se requiere incorporar en los planes de estudio ha aumentado tanto, que la única solución es diseñar carreras muy especializadas. Que sólo así pueden formarse profesionales que se incorporen al mercado de trabajo con conocimientos que puedan poner en práctica desde el principio de su carrera. Por otra parte, quienes favorecen la opción de carreras con un enfoque general argumentan que el mercado de trabajo es variable y que es mejor formar un profesional con conocimientos generales que se adapte al trabajo específico que le toque desempeñar, el cual podrá cambiar en el transcurso de su carrera.

Existen otros elementos que deben incluirse en el análisis de este punto, como el tamaño de las escuelas, los recursos económicos que demanda cada opción, las características del mercado de trabajo en la localidad, las preferencias de los alumnos, la disponibilidad de profesores calificados, etc.

No parece haber duda sobre la importancia de incluir en los planes de estudio, de todas las carreras de ingeniería, asignaturas sobre matemáticas, física y química. Inclusive esta última, que durante mucho tiempo no se incluyó en los planes de las carreras tradicionales, empieza a ser aceptada en forma generalizada, por sus aplicaciones en las áreas del medio ambiente y de los nuevos materiales, principalmente. Pero se sigue debatiendo la naturaleza de los programas de estudio, en el sentido de si se debe conservar un enfoque científico o debe favorecerse un enfoque que destaque las aplicaciones en los distintos campos de la ingeniería. La vinculación de los contenidos de las materias básicas con los de las asignaturas de los semestres o periodos más avanzados es otro punto que debe tomarse en cuenta en el diseño de los programas, tanto de las asignaturas básicas como de las aplicadas.

La obsolescencia de técnicas muy puntuales es otro elemento que debe considerarse en los planes de estudio. No resulta conveniente enseñar conocimientos que pronto dejen de tener utilidad. Desde hace muchos años (referencia 12) se recomendó por una comisión de expertos en educación en ingeniería, que se hiciese énfasis en las llamadas ciencias de la ingeniería: Mecánica de Sólidos (Estática, Dinámica y Resistencia de Materiales); Mecánica de Fluidos; Termodinámica; Mecanismos de Transferencia (Calor, Masa y Momento); Teoría de la Electricidad (Campos, Circuitos y Electrónica); y Naturaleza y Propiedades de los Materiales. En este trabajo, conocido como Reporte Grinter, se señalaba que ésta no era una lista exhaustiva, ya que seguramente se desarrollarían otras ciencias de la ingeniería. La computación puede mencionarse como una de estas nuevas

disciplinas de carácter fundamental. El Reporte Grinter tiene vigencia hasta la fecha. En la referencia 13 se hace una revisión del mismo. Desde luego que de las ciencias de la ingeniería mencionadas, se seleccionarían aquellas pertinentes a una carrera en particular. A una recomendación semejante ha llegado recientemente el Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior, para el área de ingeniería (referencia 14). Lo que se busca, es que el egresado de una carrera de ingeniería tenga las bases suficientes para estudiar y poder aplicar durante su carrera profesional, las tecnologías que vayan surgiendo.

También se recomienda que en los planes de estudio se incluya algún campo de especialización. Esto permite al egresado poder incorporarse al mercado de trabajo con algunos conocimientos que pueda aplicar más o menos pronto. Pero lo más importante es que al profundizar en algún campo, puede percatarse de que es necesario estudiar los fenómenos con mayor detalle, aplicar técnicas más complejas y hacer planteamientos analíticos más elaborados. Esto amplía su capacidad de razonamiento.

4.3. El proceso de enseñanza aprendizaje.

El proceso de enseñanza aprendizaje es aquel que capacita al individuo para modificar su conducta con cierta rapidez y en forma más o menos permanente, con la particularidad que los cambios que se dan son observables desde el exterior. Este proceso se da a través de un conjunto de experiencias suscitadas por los actos de comunicación que se llevan a cabo bajo contextos culturales entre profesores y alumnos, en ambas direcciones, a través de un medio y utilizando contenidos específicos. De estas experiencias resultan cambios cualitativos en los participantes, manifestados por la adquisición y construcción de nuevos conocimientos, el desarrollo de destrezas y habilidades, la asunción de actitudes y valores y, en general, el crecimiento del estudiante en su conciencia y responsabilidad en la sociedad. Básicamente se puede decir que este proceso cuenta con cuatro elementos: el profesor, los alumnos, el medio de comunicación y el contenido que se quiere comunicar.

Sin restar importancia a la comunicación entre el profesor y el alumno durante el tiempo de clases, uno de los graves defectos que se presenta con mucha frecuencia en el proceso de enseñanza aprendizaje en las instituciones de educación superior de nuestro país, es el abuso de la exposición oral por parte del profesor y la poca promoción del desarrollo, en los alumnos, de destrezas y habilidades para el estudio individual. A esta práctica del abuso de la exposición oral se le puede calificar como una actitud paternalista por parte del profesorado que la realiza, y en cierta

medida, inhibidora del desarrollo integral del estudiante, ya que por lo general induce en los estudiantes una actitud pasiva.

Dentro de los elementos que deben formar parte del proceso de enseñanza aprendizaje se pueden citar como muy importantes: los hábitos de lectura, la capacidad de expresión oral y escrita, el espíritu de investigación, el desarrollo de la creatividad, las actitudes críticas, el sentido de observación y el de responsabilidad, la conciencia social, la capacidad de integración, los valores culturales y la capacidad de trabajar en equipo y en forma interdisciplinaria, entre otros.

Las limitaciones de nuestros procesos tradicionales de enseñanza aprendizaje se vuelven más críticas ante las nuevas posibilidades que las tecnologías de reciente desarrollo plantean en el campo de la educación. El correo electrónico y las video conferencias, en forma especial, están siendo usados con éxito en programas educativos que permiten una comunicación a distancia entre profesores y alumnos. Pero estos sistemas funcionan eficazmente si los alumnos tiene la disciplina del estudio personal, de tal manera que los medios de comunicación a distancia sean utilizados para aclarar dudas, solicitar asesorías sobre temas puntuales, comentar tópicos especiales, escuchar conferencias, etc., y no para que el profesor explique *in extenso* todo el material del curso. Es imprescindible, por lo tanto, fomentar en nuestros estudiantes el hábito del estudio permanente e individual, para que las enormes ventajas de las telecomunicaciones en la educación puedan ser aprovechadas plenamente.

5. Comentarios finales.

Esta breve revisión del escenario actual de la ingeniería y la tecnología nos muestra que ha habido, en fechas recientes, avances impresionantes que han impactado la vida cotidiana de la sociedad y que han tenido repercusiones importantes en el sector productivo, en el ámbito de la investigación y el desarrollo tecnológico, y en el campo de la formación de recursos humanos, específicamente en la preparación de ingenieros de distintas especialidades, en muchos países. Se espera, además, que el ritmo de las innovaciones tecnológicas sea cada vez mayor, ya que se ha entrado en una especie de círculo virtuoso en el que cada avance propicia nuevos desarrollos, especialmente por las facilidades que brindan los servicios modernos de telecomunicaciones.

Los retos que se plantean a las instituciones de educación superior, en el campo de la formación técnica, son formidables. No sólo deben mantenerse al día en todos estos avances científicos y tecnológicos, para poder

preparar ingenieros con conocimientos sólidos y actualizados, sino que deben crear en sus estudiantes hábitos de estudio que les permitan seguir actualizados, impartir conocimientos sobre la forma de trabajar de las empresas modernas, promover en ellos rasgos de personalidad que resultan indispensables para la participación en grupos de alto nivel técnico y vocación de servicio para que resulten ciudadanos valiosos en sociedades cada vez más complejas. Las instituciones educativas deberán adaptarse a estas demandas, aumentando su capacidad de innovación, flexibilizando sus formas de operación y abriéndose a los vientos de cambio que soplan con mayor fuerza en estos tiempos. La competitividad entre los egresados de las universidades por obtener los mejores puestos, no sólo desde el punto de vista económico, sino especialmente por los retos intelectuales que representen, irá en aumento, y esta competitividad se irá estableciendo también entre las instituciones educativas por atraer a los mejores estudiantes, por ofrecer los planes de estudio más atractivos y, en general, por adquirir el mayor prestigio ante una sociedad que les exigirá más cada día. La competencia, en el buen sentido de la palabra, por lograr los mejores lugares en los procesos de evaluación, certificación y acreditación será otro incentivo para la superación que todos deseamos en nuestras casas de estudio.

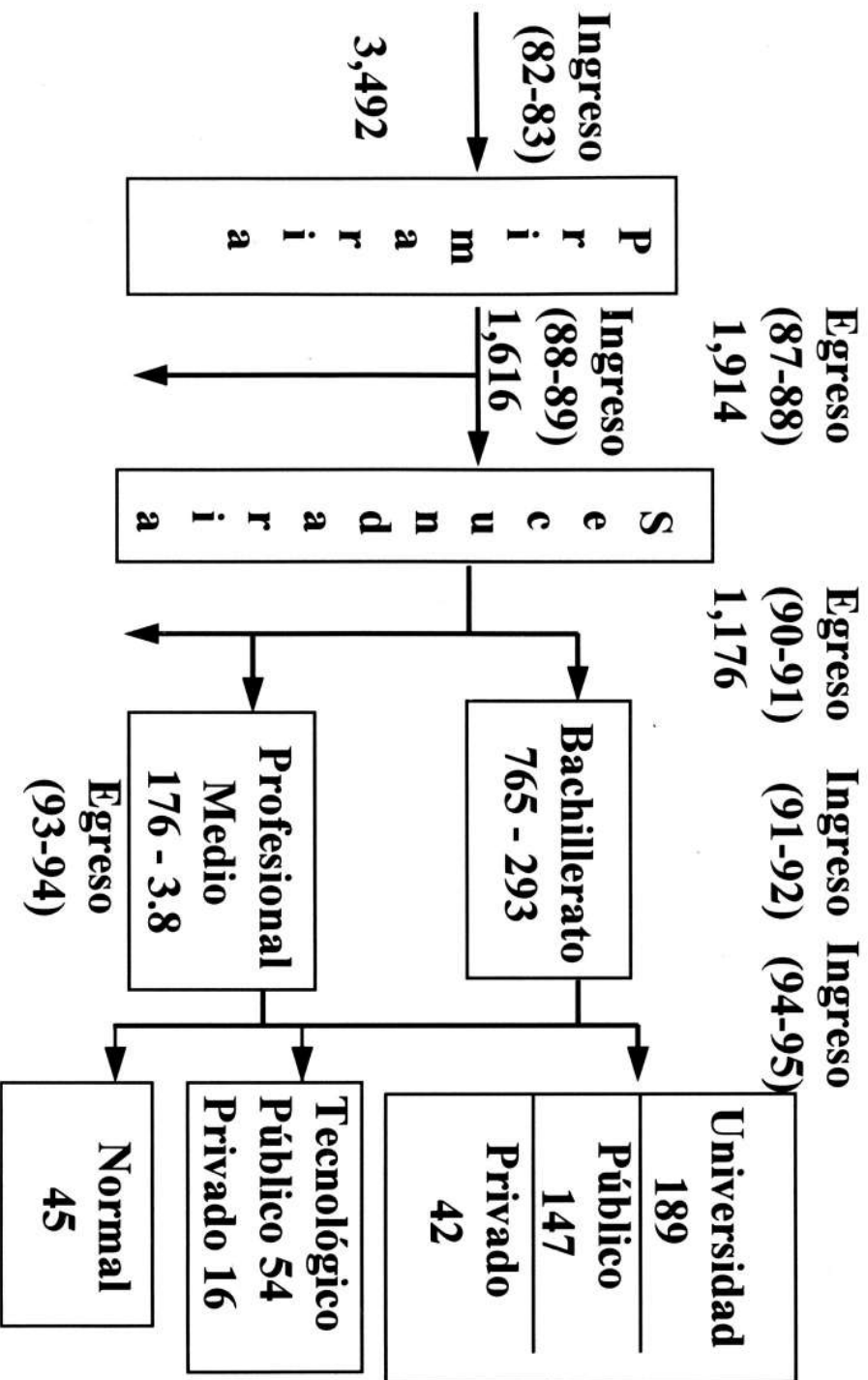


Figura 1. Flujo de estudiantes en el sistema educativo mexicano

Alumnos
(miles)

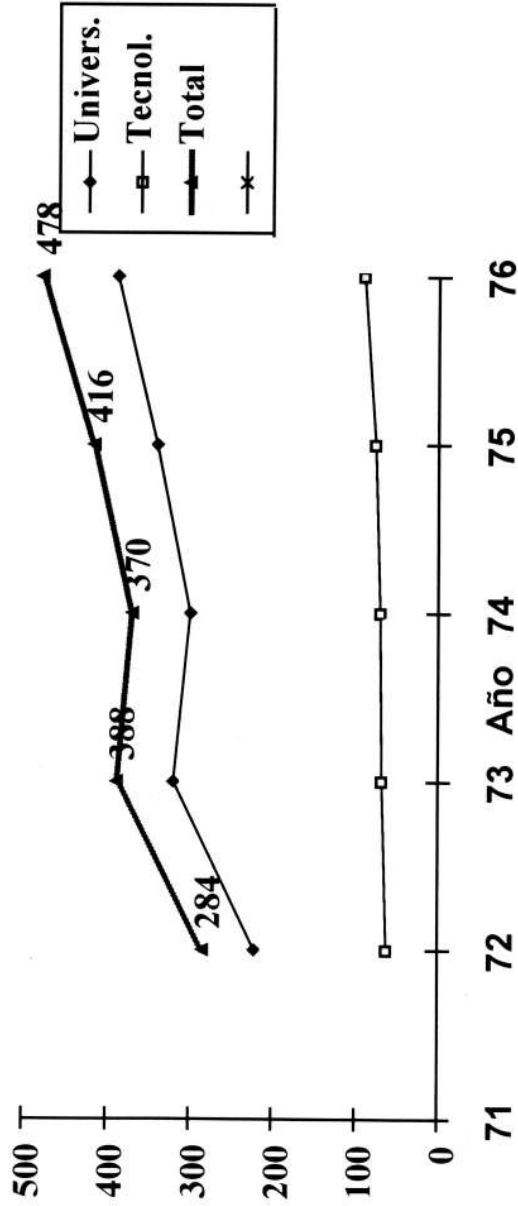
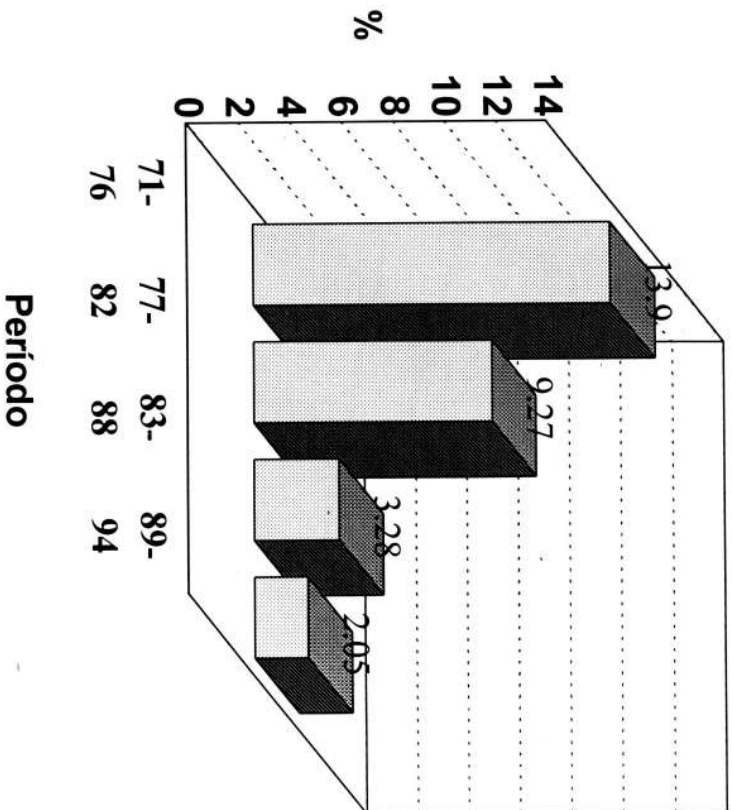


Figura 2. Crecimiento del sistema de educación superior en el sexenio 1971-976



TCMA (%)

Figura 3. Tasa de crecimiento media anual del sistema de educación superior por sexenio

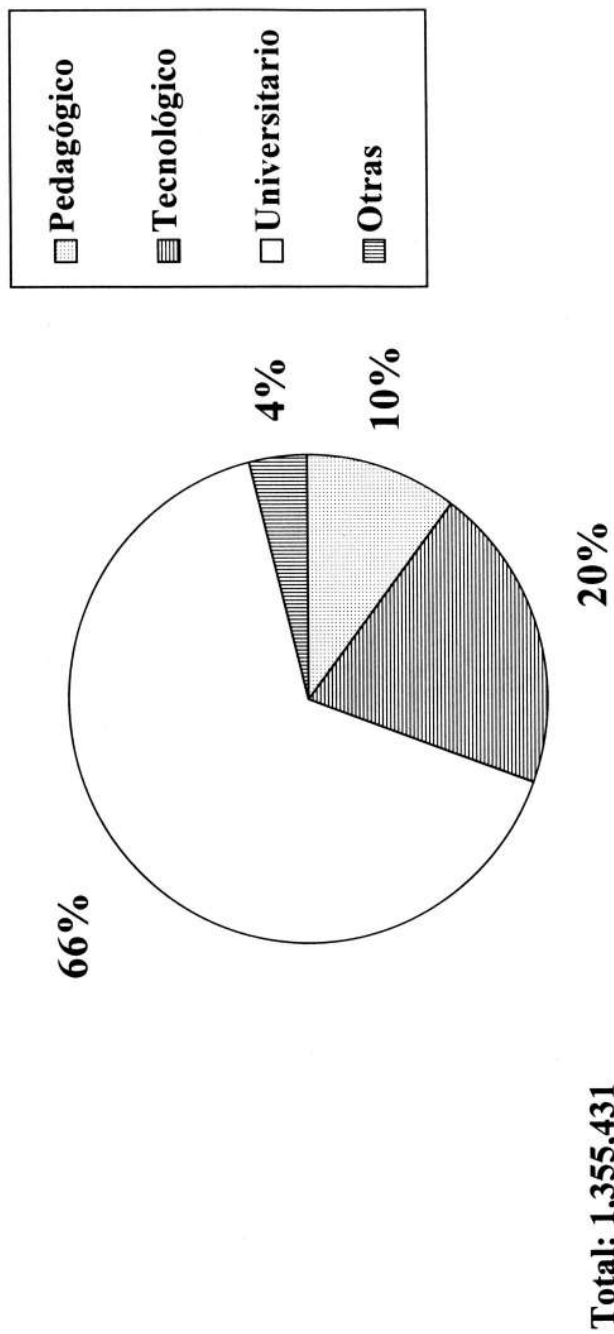


Figura 4. Población en el sistema de educación superior en México en 1995

País	1980	1992
Colombia	10	15
Venezuela	21	30
México	14	14
Argentina	22	43
Canadá	42	99
Estados Unidos	56	76

Figura 5. Porcentaje de la población 20-24 atendida en educación superior en algunos países.

Escolaridad	México	E.U.	Canadá
0 años de Escolaridad	26.9	0	0
Primaria Incompleta	28.8	2.1	3.1
Primaria Completa	26.9	7.8	10.2
Secundaria Incompleta	8.9	18.8	26.9
Secundaria Completa	3.2	35.8	23.9

Figura 6. Comparación de la fuerza de trabajo según su nivel de escolaridad (%)



Figura 7. Instituciones públicas y privadas en México

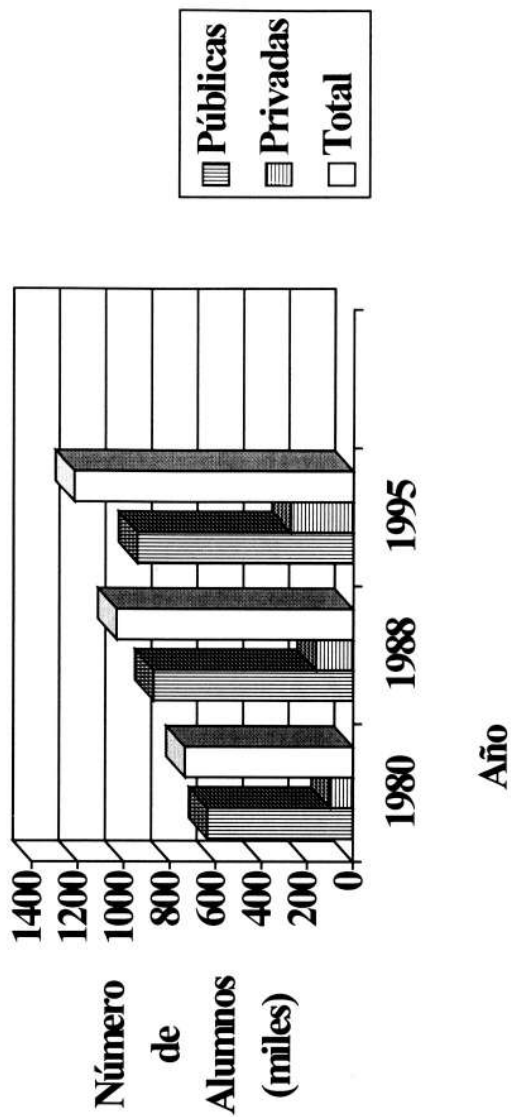


Figura 8. Matrícula en instituciones públicas y privadas en México

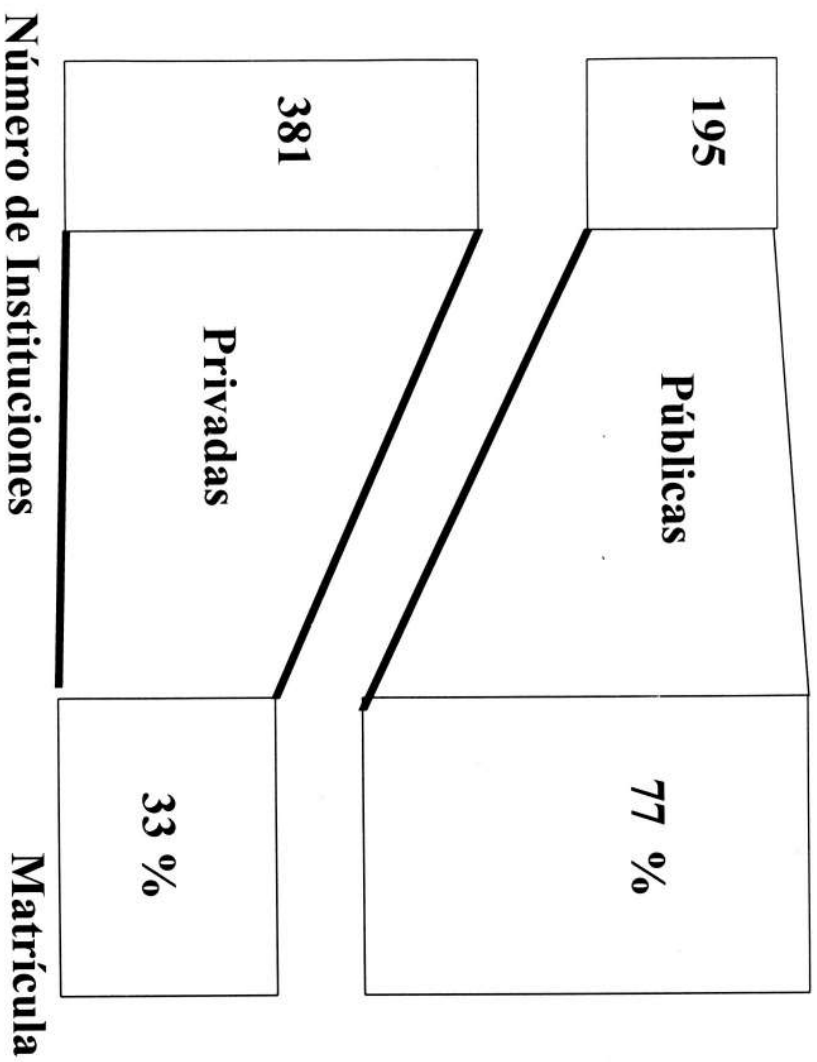


Figura 9. Distribución de la matrícula en instituciones públicas y privadas

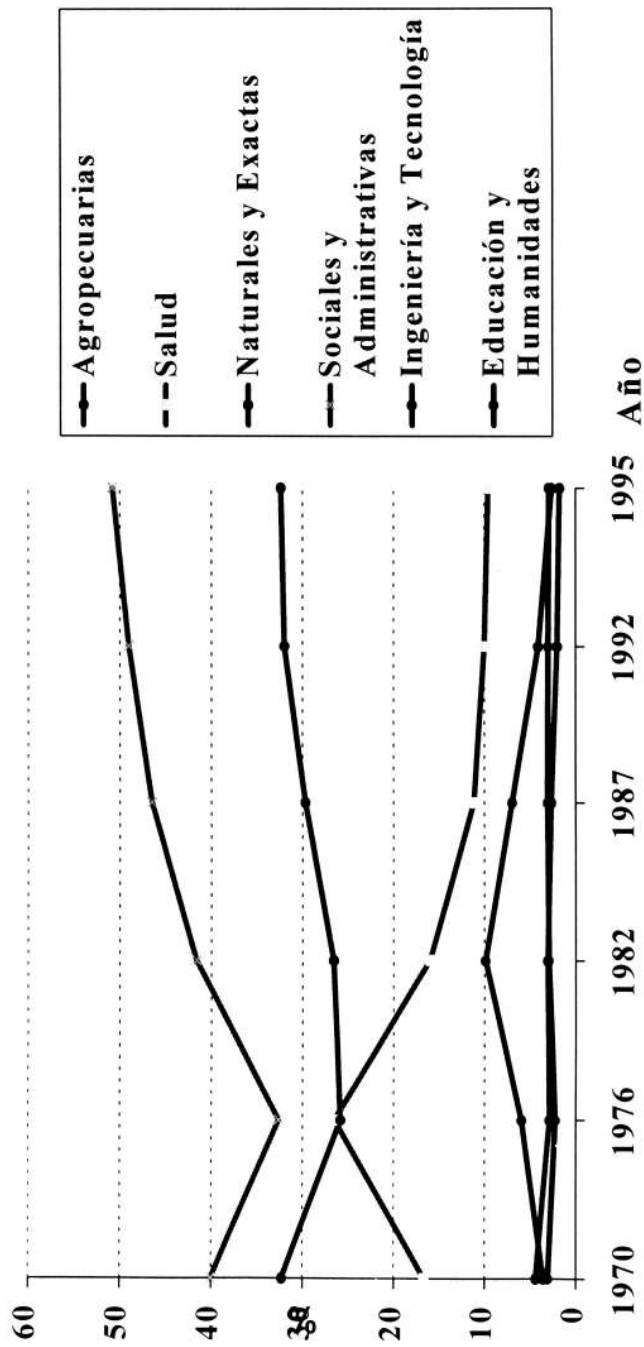
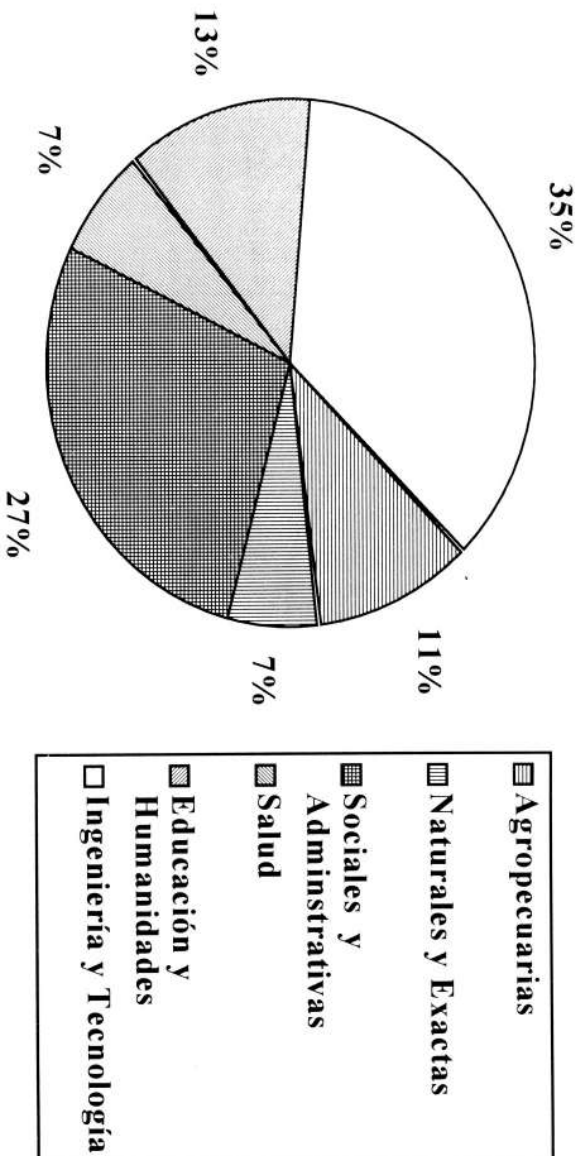


Figura 10. Porcentaje de población según área de conocimiento



Total: 685

Figura 11. Programas de estudio de licenciatura por área de conocimiento

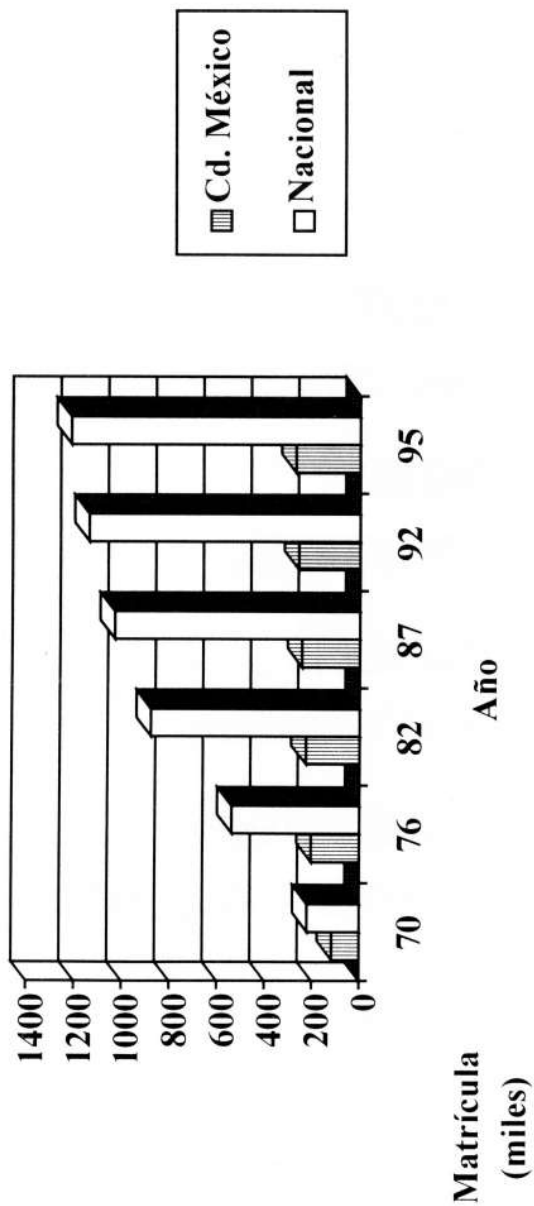


Figura 12. Población estudiantil en la ciudad de México y en el país

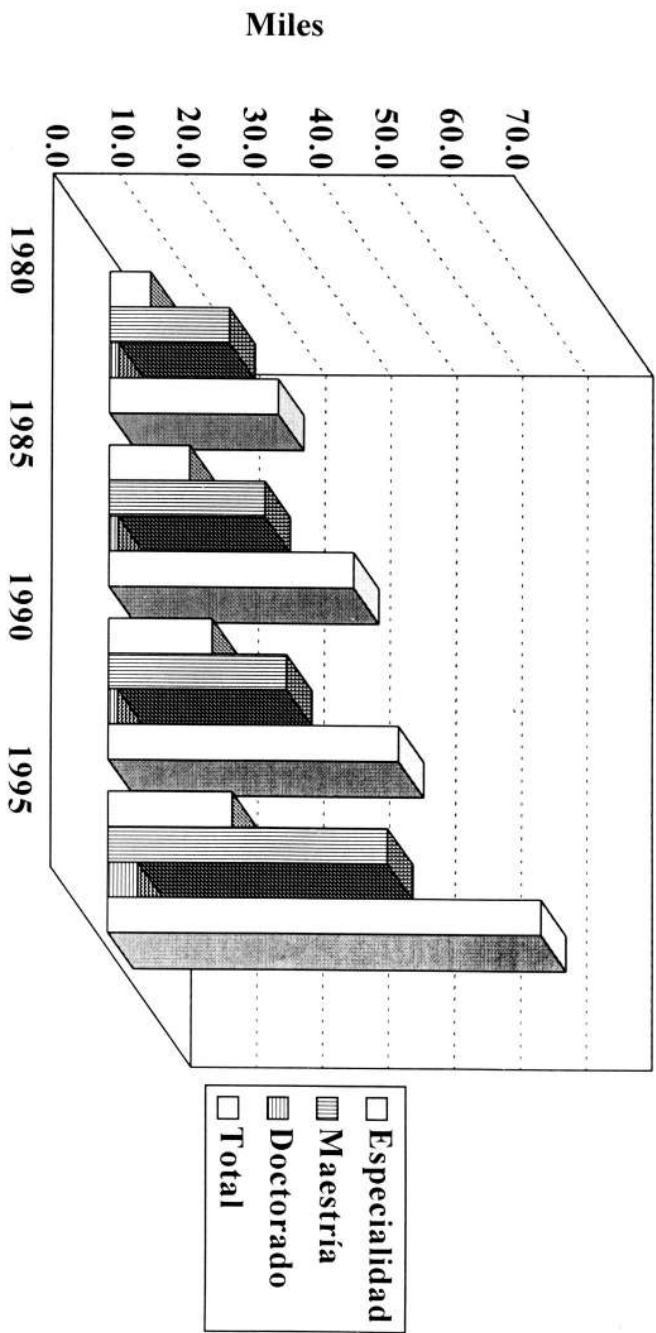


Figura 13. Matrícula de posgrado en México

Referencias.

1. Instituto Catalán de Nuevas Profesiones. "Nuevas Tecnologías, Nuevas Profesiones". Colección: Biblioteca de la Educación Superior. ANUIES, México, 1995.
2. INEGI. "La Situación de la Computación en México, edición 1992". México, 1993.
3. Unión Internacional de Telecomunicaciones. "Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones". Ginebra, 1994.
4. INEGI, STPS, OIT. "Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación en el Sector Manufacturero, 1992". México, 1995.
5. CONACYT, SEP. "Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas". México, 1996.
6. National Science Board. "Science & Engineering Indicators, 1993". National Science Foundation. Washington, 1993.
7. Ramo, Simon. "Globalization of Industry and Implications for the Future". En Globalization of Technology. Proceedings of the Sixth Convocation of the Council of Academies of Engineering and Technological Sciences. J. H. Muroyama and H. G. Stever, Editors. National Academy Press. Washington, 1988.
8. Elguea, J. y González Brambila, C. N. "La Globalización en la Industria de Servicios de Telecomunicaciones" Voces, Datos e Imágenes. No. 394, agosto de 1995, México.
9. Abelson, Philip H. "The Changing Frontiers of Science and Technology". Science. Vol. 273, 26 July 1996.
10. Thompson, Tom. "¿Cuál es el Siguiete Paso? La Computación ante un Nuevo Umbral". Byte México. Año 9, No. 99, abril de 1996.
11. Fuchs, Mariana y Vispo, Adolfo. "Diagnóstico sobre la Demanda Futura de Ingenieros". Ministerio de Cultura y Educación. Serie: Estudios y Propuestas. Buenos Aires, mayo de 1995.
12. Report of the Committee on Evaluation of Engineering Education. 1955. Reproducido en Journal of Engineering Education. V. 83, No. 1, enero, 1994.

13. "Round Table: Reflections on the Grinter Report." Journal of Engineering Education. V. 83, No. 1, enero, 1994.

14. Comité de Ingeniería y Tecnología. Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior.. "Marco de Referencia para la Evaluación". México, agosto, 1994.

Fundación ICA es una Asociación Civil constituida conforme a las leyes mexicanas el 26 de octubre de 1986, como se hace constar en la escritura pública número 21,127 pasada ante la fe del Lic. Eduardo Flores Castro Altamirano, Notario Público número 33 del Distrito Federal, inscrita en el Registro Público de la Propiedad en la sección de Personas Morales Civiles bajo folio 12,847. A fin de adecuar a las disposiciones legales vigentes los estatutos sociales, estos fueron modificados el 17 de octubre de 1994, como se hace constar en la escritura pública número 52,025 pasada ante la fe del Lic. Jorge A. Domínguez Martínez, Notario Público número 140 del Distrito Federal.

Fundación ICA es una institución científica y tecnológica inscrita en el Registro Nacional de Instituciones Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, con el número 95/213 del 19 de julio de 1995.

Esta edición de "Aspectos cualitativos y cuantitativos de la educación superior en México y Escenario actual de la ingeniería y la tecnología y su impacto en la educación superior", se terminó en junio de 1997, se imprimieron 2,000 ejemplares. La edición estuvo al cuidado de Fernando O. Luna R.

Consejo Directivo de Fundación ICA.

Presidente.

Ing. Bernardo Quintana.

Vicepresidentes.

Dr. José Sarukhán Kérmez

Dr. Guillermo Soberón Acevedo

Ing. Guillermo Guerrero Villalobos

Ing. Raúl López Roldán

Director Ejecutivo.

Ing. Fernando O. Luna Rojas

Cuerpos Colegiados de los Programas Operativos.

Comité de Becas.

Ing. José Manuel Covarrubias Solís

Dr. Francisco Yeomans Reyna

Ing. Miguel Angel Parra Mena

Comité de Premios.

Dr. Luis Esteva Maraboto

M.I. Mario Ignacio Gómez Mejía

Ing. Gregorio Farias Longoria

Comité de Publicaciones.

Ing. José Iber Rojas

Dr. Oscar González Cuevas

Dr. Horacio Ramírez de Alba

M.I. Gabriel Moreno Pecero

Ing. Santiago Martínez Hernández

Comité de Investigación.

Dr. José Luis Fernández Zayas

Dr. Bonifacio Peña Pardo

Dr. Ramón Padilla Mora

Dr. Roberto Meli P.