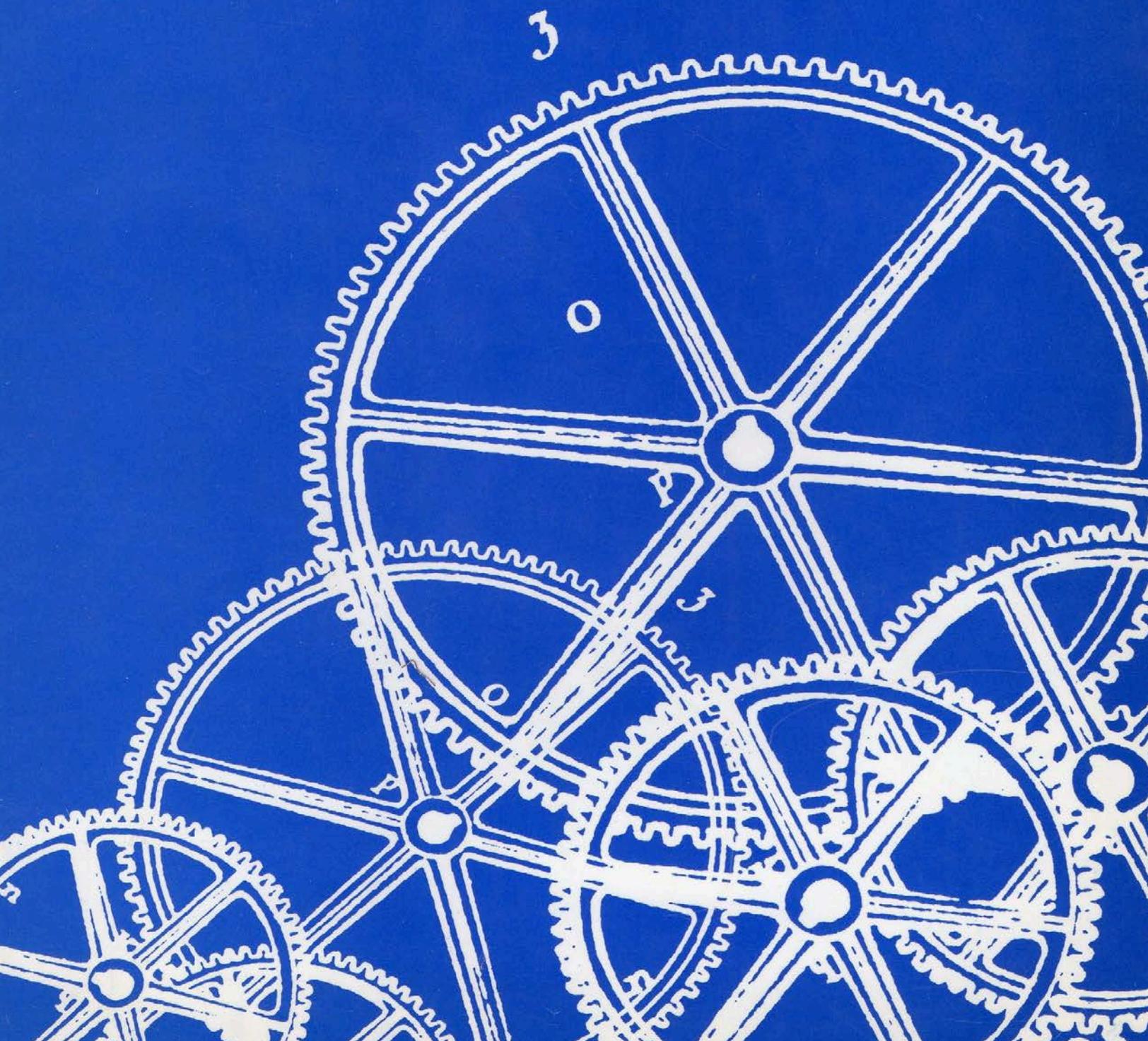


Congreso Internacional

El futuro de la enseñanza de la ingeniería

conclusiones y compromisos





200 AÑOS

DE ENSEÑANZA
• DE LA •

INGENIERIA
EN MEXICO

1792 • 1992

Congreso Internacional
**El futuro de la
enseñanza de la
ingeniería**
conclusiones y compromisos



FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA U.N.A.M

Ing. José Manuel Covarrubias

Director

Coordinación editorial:

Eugenio Aguirre

Traducción de textos del inglés al español:

Joaquín Diez Canedo Jr.

Diseño y edición electrónica:

Glypho, Taller de Gráfica, S.C.

© 1994, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

DR.1994, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

ISBN 968-36-3920-8

ISBN 968-36-3921-6

Impreso en México

CONTENIDO

Comité organizador	7
Programa	9
Presentación, Ing. José Manuel Covarrubias	21
Prospectiva de la ingeniería, Dr. Antonio Alonso Concheiro	23
Transferencia de la tecnología. La experiencia de Caltech, Lic. Edward O. Ansell	31
Evaluación de la educación superior y acreditación profesional, Dr. Juan Casillas García de León	43
Formación de profesionales de excelencia para la ingeniería, Ing. José Manuel Covarrubias Solís	51
Papel social y humanista de la ingeniería, Dr. Carlos Escandón D.	63
La formación del ingeniero y el desarrollo tecnológico, Ing. Guillermo Fernández de la Garza	71
Los vínculos entre la industria y la enseñanza, Dr. G. Kemble Bennett	81
Por un humanismo ingenieril, Ing. Enrique Krauze	87
La acreditación de los programas de ingeniería en Europa Occidental, Dr. Claude Maury	93
Prospectiva de la educación en ingeniería, Dr. Felipe Ochoa Rosso	109
Entorno futuro de la ingeniería. La reforma universitaria, Dr. Rafael Portaencasa Baeza	119
El papel del departamento universitario de derechos en la transferencia a la industria de la propiedad intelectual, Sr. John T. Preston	127
El futuro de la educación en ingeniería, Dr. Emilio Rosenblueth	147
200 años de enseñanza de la ingeniería en México 1792-1992, Ing. Carlos Slim Helú	155
Formación socio humanista del ingeniero, Prof. Miguel Ángel Yadarola	159
Vinculación del sistema educativo con el sector productivo, Ing. Lorenzo Zambrano	175
Conclusiones y Compromisos, Dr. Felipe Ochoa Rosso	179

CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE EL FUTURO DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

P R O G R A M A

200 AÑOS

DE ENSEÑANZA

• DE LA •

INGENIERÍA

EN MÉXICO

1792 • 1992

**DOS SIGLOS PROYECTANDO Y...
CONCRETANDO**



CIUDAD DE MÉXICO / 15, 16 Y 17 DE ENERO DE 1992

HOTEL PARAISO RADISSON

Calle Cúspide No. 53, Col. Parques del Pedregal, México, 014020, D.F. (frente a Perisur)

Tel. 606 42 11. Fax 606 40 06. Télex 1764273 HPRME

SOCIEDAD DE EXALUMNOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM
"200 AÑOS DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA EN MÉXICO 1792-1992"

Ing. Víctor M. Mahbub Matta, Presidente
Ing. José Manuel Covarrubias Solís, Presidente Honorario

COMITÉ ORGANIZADOR

Ing. Alberto J. Flores Ávila
Ing. Manuel Paulín Ortiz
Dr. Juan Casillas García de León
Ing. Marco Aurelio Torres H.
Ing. Enrique del Valle Calderón
Ing. Javier Jiménez Espriú
Dr. Octavio A. Rascón Chávez
Dr. Daniel Reséndiz Núñez
Ing. Miguel Beltrán Valenzuela
Ing. Gilberto Valenzuela Esquerro
Ing. Leandro Rovirosa Wade
Ing. Luis Enrique Bracamontes Gálvez
Ing. Rodolfo Félix Valdés
Ing. José Hernández Terán
Ing. Alberto Escofet Artigas
Ing. Gilberto Borja Navarrete
Ing. Daniel Díaz Díaz
Ing. Ramón Cervantes Beltrán
Sr. Carlos Aguilar Delfín
Sr. Luis Islas Retana
Sr. Armando Díaz infante Chapa
Sr. Gustavo Solares Esquivel
Ing. Héctor A. Calva Ruiz
Ing. Manuel Díaz Canales
Ing. Gerardo Ferrando Bravo

COMITÉ EJECUTIVO

Presidente

Ing. Gilberto Borja Navarrete

Coordinador del Sector Académico

Ing. Manuel Díaz Canales

Coordinador del Sector Público

Ing. Gerardo Ferrando Bravo

Coordinador del Sector Privado

Ing. Héctor Calva Ruiz

Secretario Técnico

Lic. Jorge Arellano Martínez

PLANTEAMIENTO DEL CONGRESO

1. Ante el llamado a la modernización de México, políticas concretas están siendo instrumentadas, para cambiar significativamente el entorno económico futuro, así Como los sistemas de producción y el desarrollo de la infraestructura y de los servicios del país.
2. Retomar el crecimiento bajo una política de apertura al exterior, de inserción en la economía global y de integración regional, tendrá repercusiones que afectaran la forma de utilización de los recursos del país seguida hasta ahora. La producción tendrá que ser, en muchos rubros, parte de las cadenas mundiales de producción, con su correspondiente carga tecnológica.
3. La ingeniería tendrá que evolucionar como parte del movimiento globalizador de nuestro intercambio y México tendrá que prepararse con celeridad para contar con los recursos humanos que le den viabilidad al proceso.
4. Consciente de lo anterior, el Comité Organizador del 200 Aniversario de la Enseñanza de la Ingeniería en México, considera obligado el analizar y reflexionar sobre la formación del ingeniero que tendrá que participar en el diseño y realización del futuro de México.
5. Por tanto, en la coyuntura de los 500 años del Descubrimiento de América, que identifica el Encuentro de Dos Mundos, de los 200 Años de Enseñanza de la Ingeniería en México y en América, de la probable firma del Tratado de Libre Comercio regional de Norteamérica y del inicio de la integración gradual iberoamericana, SEFI y su Comisión Organizadora convocan:

AL CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE EL FUTURO DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

a celebrarse los días 15, 16 y 17 de enero de 1992, en el Hotel Radisson de la Ciudad de México.

OBJETIVOS DEL CONGRESO

- Hacer consciente a la sociedad de la importancia de contar con una masa crítica de ingenieros debidamente preparados, como elemento necesario para la viabilidad del cambio productivo en el país.
- Contrastar las experiencias de otros países en materia de enseñanza de la ingeniería del futuro.
- Recoger la experiencia de instituciones de avanzada en la enseñanza de la ingeniería, en relación con las formal y mecanismos concretos utilizados para el logro de sus objetivos de excelencia académica

PROGRAMA

14 de enero de 1992

17:00-19:00 Registro, Hotel Radisson
19:00-20:30 Coctel de Bienvenida

15 de enero de 1992

09:30-11:00 Ceremonia de inauguración en Republica de Guatemala No. 90 por el
Presidente de la Republica Sr. Lic. Carlos Salinas de Gortari (por invitación),
11:00-12:00 Traslado al Hotel Radisson
12:00-14:00 Primera Sesión:
Entorno futuro de la Ingeniería
14:00-15:30 Comida, Hotel Radisson
16:00-18:30 Segunda Sesión:
Papel social y humanista de la Ingeniería

16 de enero de 1992

- 09:30-11:30 Tercera Sesión:
Acreditación profesional ante la globalización
- 11:30-11:45 Receso
- 11:45-13:45 Cuarta Sesión:
La formación del ingeniero y el desarrollo tecnológico
- 14:00-15:30 Comida en la Unidad de Seminarios Dr. Ignacio Chávez, UNAM
- 16:00-18:30 Quinta Sesión:
Vinculación del Sector Educativo con el Sector Productivo
- 19:30-20:30 Concierto en Ciudad Universitaria, Auditorio Javier Barros Sierra

17 de enero de 1992

- 09:30-11:30 Sexta Sesión:
Alta exigencia académica en la formación de ingenieros
- 11:30-11:45 Receso
- 11:45-13:45 Séptima Sesión:
Modernización de la educación superior
- 14:00-15:30 Comida, Hotel Radisson
- 16:30-17:30 Ceremonia de Clausura, por el Dr. José Sarukhan Kermes.
Rector de la UNAM.
- 21:00-00:00 Cena de Gala, Palacio de Minería

PROGRAMA TÉCNICO

TEMA 1. ENTORNO FUTURO DE LA INGENIERIA

Prospectiva de la Ingeniería en el Mundo Prospectiva de la Ingeniería en México

PRESIDENTE DE

LA MESA Ing. Daniel Díaz Díaz
 Miembro del Comité Organizador de los 200 Años de Enseñanza de
 la Ingeniería en México

PONENTES Dr. Felipe Ochoa Rosso
 Coordinador de la Comisión de Prospectiva de SEFI
 Dr. Antonio Alonso Concheiro
 Director del Centro de Estudios Prospectivos, Fundación Barros Sierra
 Dr. Rafael Portaencasa Baeza
 Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, España

COMENTARISTAS Ing. Javier Jiménez Espriú
 Presidente de la Academia Mexicana de Ingeniería
 Dr. Emilio Rosenblueth
 Investigador del Instituto de Ingeniería, UNAM
 Ing. Fernando Favela Lozoya
 Presidente de la Federación de Colegios de Ingenieros Civiles

TEMA 2. PAPEL SOCIAL Y HUMANISTA DE LA INGENIERÍA

Importancia de la Ingeniería en el desarrollo de México Formación Sociohumanista del Ingeniero

PRESIDENTE DE

LA MESA Ing. José Aguilar Alcérreca,
 Vocal Secretario de la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de
 Ingeniería de la UNAM.

PONENTES Ing. Miguel Ángel Yadarola
 Presidente del Comité de Formación y Perfeccionamiento de la Federación
 Mundial de Organizaciones de Ingenieros, Argentina
 Dr. Carlos Escandón Domínguez
 Rector de la Universidad Iberoamericana

COMENTARISTAS Ing. Enrique Krauze
 Subdirector de la Revista VUELTA
 Lic. Don Juan Sánchez-Navarro
 Vicepresidente Grupo DIBLO Corporativo
 Don Lorenzo Servitje Sendra
 Presidente del Grupo Industrial BIMBO

TEMA 3. ACREDITACIÓN PROFESIONAL ANTE LA GLOBALIZACIÓN

Acreditación de los Profesionales de la Ingeniería
Acreditación de las Instituciones Educativas
Intercambio Educativo con otros países

PRESIDENTE DE

LA MESA Dr. Daniel Resendiz Núñez
 Miembro del Comité Organizador de los 200 Años de la Ingeniería en
 México

PONENTES Dr. David Reyes Guerra
 Director Ejecutivo del Comité de Acreditación para la Ingeniería y la
 Tecnología, EUA
 Dr. Juan Casillas García de León
 Secretario General Ejecutivo de la Asociación Nacional de Universidades e
 Institutos de Enseñanza Superior
 Dr. Claude Maury
 Secretario General del Comité de Estudios sobre la Formación de
 Ingenieros de la Comunidad Económica Europea, Francia

COMENTARISTAS Ing. Fernando Manzanilla Sevilla
 Presidente, Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros

Dr. Miguel Alonzo Calles
Director General del Adjunto del Grupo Mexicano de Desarrollo
Dra. Leslie Ann Benmark
Expresidenta del Comité de Acreditación para la Ingeniería y la
Tecnología, EUA

TEMA 4. LA FORMACIÓN DEL INGENIERO Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

**Desarrollo de la Habilidad Creativa del Ingeniero
Fomento a la Innovación y al Desarrollo Tecnológico en el Proceso
formativo
Vinculación Académica con las Necesidades del Desarrollo Tecnológico
de la Industria**

PRESIDENTE DE

LA MESA

Ing. Gerardo Ferrando Bravo
Miembro del Comité Ejecutivo de los 200 Años de Enseñanza de la
Ingeniería en México

PONENTES

Sr. John T. Preston
Director de In Oficina de Licencias de Tecnología, Instituto Tecnológico de
Massachusetts, EUA
Ing. Guillermo Fernández de la Garza
Secretario Técnico de la Comisión Nacional de Ahorro de Energía,
Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal
Lic. Edward O. Ansell)
Director de Patentes y Licencias del Instituto Tecnológico de California,
EUA

COMENTARISIAS

Dr. Luis Esteva Maraboto
Coordinador de la Investigación Científica. UNAM
Dr. Jaime Martuscelli Quintana
Director del Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM
Dr. Roberto Villarreal Gonde
Director General de Desarrollo Tecnológico de la Secretaría de
Comercio y Fomento Industrial

TEMA 5. VINCULACIÓN DEL SECTOR EDUCATIVO CON EL SECTOR PRODUCTIVO

Necesidad de Vinculación con el Sector Productivo Formas de Vinculación de la Educación en Ingeniería con el Sector Demanda

PRESIDENTE DE

LA MESA Ing. Héctor A. Calva Ruiz
Miembro del Comité Ejecutivo de los 200 Años de Enseñanza de la
Ingeniería en México.

PONENTES Dr. G. Kemble Bennett
Director Asociado de Ingeniería, Universidad de Texas A&M, EUA
Dr. Roger E. Miller
Profesor de la Silla de Hydro Quebec en Administración de Tecnología,
Universidad de Quebec, Canadá
Dr. Richard Bell
Jefe del Departamento de Manufactura de Ingeniería, Universidad de
Tecnología de Loughborough, Inglaterra

COMENTARISTAS Ing. Lorenzo Zambrano
Presidente de Cementos Mexicanos
Ing. Julio Gutiérrez Trujillo
Presidente de CONDUMEX
Ing. Ernesto Martens Rebolledo
Director General de VITRO
Ing. Carlos Slim Helú
Presidente de Teléfonos de México

TEMA 6. ALTA EXIGENCIA ACADÉMICA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Necesidad de Formación con Estándares Internacionales Nuevos Métodos de Enseñanza de la Ingeniería Acciones y Programas del Sector Académico

PRESIDENTE DE

LA MESA Dr. Gerardo Suarez Reynoso
Director del Instituto de Geofísica de la UNAM

PONENTES Dr. David H. Marks
Jefe del Departamento de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de
Massachusetts, USA
Ing. José Manuel Covarrubias Solís
Director de la Facultad de Ingeniería de la UNAM

COMENTARISTAS Dr. Miguel José Yacamán
Director Adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de
Ciencia y Tecnología
Ing. Ernesto Ángeles Mejía
Director de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y
Ciencias Sociales y Administrativas, IPN
Ing. Teófilo Ramos González
Director de Ingeniería del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores
de Monterrey

TEMA 7. MODERNIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Calidad de la Educación Solución Financiera

PRESIDENTE DE

LA MESA Dr. Salvador Malo Álvarez
Secretario General de la UNAM

PONENTE Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León
Secretario de Educación Pública

COMENTARISTAS M. en C. Efrén T. Rojas Dávila
Rector de la Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. Philip H. Coombs
Presidente del Consejo Internacional para el Desarrollo de la Educación,
EUA
Ing. Ramón de la Peña Manrique
Rector del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey



Dr. Rafael Portaencasa, Dr. Antonio Alonso y Dr. Felipe Ochoa Rosso, ponentes en la mesa inaugural con el tema Entorno de la Ingeniería.



Ing. Fernando Favela Lozoya, Ing. Daniel Díaz e Ing. Javier Jiménez Espriú, comentaristas de la mesa Entorno Futuro de la Ingeniería. El Ing. Daniel Díaz Díaz fungió como presidente de la misma.



Ing. Enrique Krauze, Lic. Juan Sánchez Navarro y Sr. Lorenzo Servitje Sendra, comentaristas en la mesa titulada Papel Social y humanista de la Ingeniería.



Ing. Enrique Krauze y Sr. Lorenzo Servitje, durante la intervención del segundo en la mesa Papel social y humanista de la Ingeniería.



Ing. José Aguilar Alcérreca, Dr. Carlos Escandón Domínguez e Ing. Miguel Ángel Yadarola durante su intervención en la mesa titulada Papel social y humanista de la Ingeniería.



Sr. Edward O. Ansell, Ing. Guillermo Fernández de la Garza, Ing. Gerardo Ferrando y Sr. John T. Preston, ponentes de la mesa titulada La formación del Ingeniero y el desarrollo tecnológico.



Vista general de los asistentes a la mesa del Congreso en el Hotel Radisson.

PRESENTACIÓN

Ing. José Manuel Covarrubias Solís
Director de la Facultad de
Ingeniería de la U.N.A.M.

El Comité Organizador de la celebración de los 200 años del inicio de las actividades del Real Seminario de Minería quiso dar especial realce a dos actividades conmemorativas: la entrega del inmueble restaurado situado en las calles de Guatemala 90 en el Centro Histórico de la Ciudad de México, edificio en el que inició sus actividades el Real Seminario y el Congreso Internacional sobre el Futuro de la Enseñanza de la Ingeniería inaugurado el mismo día y que se realizó en el Hotel Paraíso Radisson, en el sur de la Ciudad, próximo a la Ciudad Universitaria.

Desde los días en que se preparaban los actos conmemorativos la sociedad mexicana se encontraba en una situación de fuertes transformaciones y cambios. Transformaciones que afectarían intensamente el futuro de muchas actividades sociales, entre ellas, el ejercicio de los profesionales de ingeniería junto con el de otras profesiones. La apertura al comercio internacional y en general el fenómeno que se ha dado en llamar globalización de la economía, en el que la inserción de

México se efectuaba aceleradamente, hacían prever esos cambios en la ingeniería. Es por todo ello que se quiso que la celebración de un aniversario tan importante, a su vez, constituyese un punto de partida para las transformaciones que deben darse en la formación de los ingenieros, a fin de continuar la tradición de saber dar una respuesta a las demandas que siempre ha planteado la sociedad mexicana a este eminente gremio profesional.

Se invitaron a participar a distinguidos representantes de los sectores educativos, empresariales y del pensamiento, tanto del extranjero como de nuestro país. De ello se da cuenta en estas memorias del Congreso.

Resta únicamente mencionar que el objetivo de los organizadores fue cabalmente cumplido. A partir de esa fecha puede decirse que los contenidos vertidos y las discusiones sostenidas han servido enormemente y han orientado un proceso en el que han estado inmersas desde entonces todas las instituciones de educación superior que tienen a su cargo la formación de ingenieros: la revisión y transformación de su quehacer educativo para responder cabalmente a las nuevas exigencias. Este es ni más ni menos el valor histórico de este Congreso Internacional sobre el Futuro de la Enseñanza de la Ingeniería realizado en el marco de las Celebraciones del Bicentenario del Real Seminario de Minería.

PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA

Dr. Antonio Alonso Concheiro
Centro de Estudios Prospectivos de la
Fundación Javier Barros Sierra, A.C

De ser riguroso, debiera empezar esta ponencia definiendo "ingeniería" y "prospectiva". Lo primero me pareció que, en una ocasión como esta, podría ser calificado, por lo menos, como un acto de imprudencia. Aun así, estuve tentado a correr el riesgo de hacerlo, pensando que el ejercicio podría no ser del todo inútil. Por una parte, con el paso del tiempo y las sucesivas ampliaciones que el ámbito de acción de los ingenieros ha tenido, cada vez es más difícil fijar las fronteras de la ingeniería. Por otra, parece también cada vez más difícil encontrar basamentos comunes entre las distintas subespecialidades de la ingeniería; hoy día, el quehacer de un ingeniero electrónico parece acercarse más al de un físico del estado sólido aplicado que al de un ingeniero civil; la ingeniería genética o la bioingeniería parecen tener más en común con las ciencias biológicas que con la ingeniería de redes de potencia. Pero en fin, sin entrar en precisiones, me referiré a la ingeniería sencillamente, como aquello que los ingenieros hacen

profesionalmente. La prospectiva, por otra parte, no tiene aún una definición aceptada universalmente.

La entenderé aquí como la actividad de imaginar futuros razonadamente; en particular, futuros a largo plazo. Con lo dicho, esta ponencia debiera entenderse entonces como un ejercicio tentativo de explorar, con la imaginación, posibles, probables y deseables futuros de las actividades profesionales de los ingenieros. De ninguna manera intentare ser clarividente o profético. La ingeniería no tiene un futuro único que pueda adivinarse; tiene sí, mucho futuro, y futuros, muchos, que dependerán de la unión de lo ya ocurrido y el ejercicio de la voluntad de nuestra generación y las que están por venir.

En ponencias breves, como esta, sobre un tema tan amplio como el que nos ocupa, casi caben sólo dos caminos: (a) Enumerar, en forma de lista, lo que a uno le habría gustado tratar, sin realmente tratarlo; o (b) Seleccionar casi arbitrariamente solo algunos, muy pocos, asuntos importantes, dejando fuera muchos otros de igual o mayor importancia. Oscilando siempre entre estos dos extremos, los ponentes tendemos a enumerar (que no quede nada fuera) pero apuntando en cada asunto lo más importante (que quede completo); en otras palabras, intentamos cubrir más territorio del que razonablemente es posible cubrir. Al final, en mi caso, suelo

obtener magníficos mazacotes de píldoras incapaces de aliviar siquiera un tenue dolor de cabeza, no digamos ya de aclarar mis puntos de vista sobre el tema tratado. Consciente de ello, haré hoy un gran esfuerzo por quedarme en el terreno de lo selectivo y lo general, aceptando a priori, la lógica obliga, que habré de dejar casi todo, y mucho de lo importante, fuera del discurso.

Entrando en materia, empezaré por afirmar, tomando prestado de Gastón Berger, que sobre las imágenes de los futuros hay caracteres que pueden escribirse en tinta, mientras que otros sólo deben trazarse en lápiz, para poder corregirlos, cambiarlos, especular con ellos. ¿Cuáles son, a mi juicio, los caracteres de los futuros que con mayor probabilidad serán comunes a los diferentes escenarios de la ingeniería y de su entorno que podemos imaginar?

Destacaré, en primer término, la complejidad creciente. El mundo de mañana será, sin duda, más complejo que el actual, como el nuestro lo es con relación al pasado. En prácticamente cualquier terreno o asunto, el número de componentes y de interrelaciones entre ellos que deberán ser considerados por los ingenieros será mayor. No basta ya, y bastará menos en el futuro, con tener soluciones "técnicas" correctas o apropiadas. La sociedad demandará de los ingenieros soluciones más completas, más redondas. Los posibles impactos económicos, sociales, culturales,

ambientales y hasta políticos de las decisiones ingenieriles tenderán a quedar incluidas dentro del quehacer de los ingenieros, so pena de que éstos pierdan voz y presencia en la toma de decisiones. Las respuestas tecnológicas a problemas más complejos implicarán también, sin duda, mayor complejidad, aun en los problemas meramente técnicos de la ingeniería; simplificaciones que antes fueron válidas, probablemente dejarán de serlo. Las soluciones inter o multidisciplinarias que reclamarán los futuros problemas de los ingenieros apuntan a una creciente necesidad de que estos sean políglotas en lenguas vernáculas de otros campos. Estando teóricamente entre los especímenes humanos más pragmáticos, podrían ser traductores e intérpretes ideales. Hasta ahora, desafortunadamente, poco sabemos de la complejidad como tema de estudio. Los pocos esfuerzos de los ingenieros de sistemas en el asunto son aun de enorme cortedad. Quizá debiéramos, actuando proactivamente, pensar en una nueva rama de la ingeniería que se dedicase por completo a estudiar la complejidad.

En Segundo término, creo no equivocarme al apuntar con tinta que, en el futuro, los ingenieros tendrán que operar en un entorno de creciente incertidumbre. Y esta incertidumbre tendrá que ser incorporada y tratada adecuadamente por ellos. Los riesgos y la vulnerabilidad de las decisiones técnicas no podrán ser ignorados por nuestros

futuros colegas. Los conjuntos de valores que sirven de base a prácticamente todas las sociedades, están en la mira de los procesos de cambio; lo que es aceptable hoy podría no serlo mañana y volver a serlo pasado mañana. La complejidad creciente incrementará la probabilidad de encontrar imponderables escondidos.

En tercer término, también en tinta, imagino que los futuros ingenieros vivirán en un mundo de características explosivas en cuanto a la cantidad de información y conocimientos disponibles y en proceso de gestación. Esto, que desde un punto de vista puede parecer un Edén, podría convertirse lo mismo en dura pesadilla, pues en un enorme y creciente universo de información y conocimientos, solo una minúscula fracción, casi de medida cero, será relevante para cada problema particular; y, como siempre, nuestros colegas tendrán solo un pequeño plazo disponible para hacerse de esta última.

Es cierto que, sin duda, habrá mejores y más versátiles herramientas para escanear las fuentes de información y conocimientos, y seleccionar los relevantes; pero ¿sabrán nuestros futuros ingenieros utilizarlas? ¿Sabrán interpretar adecuadamente datos cada vez más especializados?

En cuarto lugar, ya insinuado en todo lo anterior, los ingenieros del futuro vivirán en un mundo en cambio. Es cierto que ha habido cambios en toda la historia; no habríamos llegado a lo que somos.

Pero lo que seguramente distinguirá a los próximos decenios, es que el cambio será el signo de los tiempos. Los ingenieros han sido en la historia grandes y efectivos promotores del cambio; pero también grandes conservadores. En ocasiones piezas de un complejo mayor que promueve el cambio para que todo siga igual, aunque nunca se vuelva a lo mismo. La historia no es lineal; mucho de lo que hoy parece seguro no lo es tanto.

Ejemplifico: la economía global, de mayor comercio y competencia internacional, basada en las fuerzas del mercado como único dictum, con todas las virtudes (y los grandes horrores) del neomodernismo, esa situación económica que la mayoría de nosotros vislumbramos como el futuro seguiría siéndolo si fracasasen las negociaciones del Gatt o si hubiese una seria depresión económica en Estados Unidos? Yo, entre otros, lo dudo. En todo caso, parece innegable que los ingenieros del futuro se verán obligados a aprender a administrar el cambio y a sacarle provecho. Quizá debiera puntualizar que me refiero aquí, en particular, no a cambios pronosticables, producto de una evolución lenta y ordenada, sino a aquellos que sorprenden, que nos estallan cuando nos parecen poco probables. Una consecuencia inevitable del cambio, aunado a lo ya dicho sobre la información y nuevos conocimientos, será que los ingenieros verán acelerar su tasa de obsolescencia.

Si antes lo aprendido durante su formación profesional los calificaba para desempeñarse profesionalmente por el resto de su vida útil, hoy ello solo les permite, en el mejor de los casos, operar por un periodo de unos 15 o 20 años. En el futuro este proceso se acelerará, por lo que ser ingeniero querrá decir ser estudiante permanentemente.

En quinto lugar, aunque con algunas dudas, apuntándolo con tinta, pero deletable, estimo que en todas las actividades productivas y comerciales se lee una segmentación de mercados; esto es, conjuntos de demandas específicas que buscan soluciones y productos también específicos. No veo razonable suponer que la ingeniería podrá sustraerse en el futuro a esta tendencia. Los mercados de productos ingenieriles sufrirán también una fragmentación importante. De hecho ello ya ha venido ocurriendo. Las necesidades de buenos diseños sísmicos en Veracruz son muy diferentes de las de la ciudad de México; los equipos petroleros de las plataformas marinas se distinguen claramente de sus primos hermanos de tierra adentro. En la medida en que tal segmentación ocurra, habrá que seleccionar los nichos del mercado que convendrá atender con mayor énfasis. Entre otros, ello planteará a la enseñanza de la ingeniería problemas importantes de definición en cuanto al grado de especialización deseable en cada nivel. Pensando en esto a la luz de los cinco futuros rasgos ya antes apuntados, me inclino a creer que, quizá después de

un periodo transitorio, más que una todavía mayor proliferación de especialidades de ingeniería, que a nivel licenciatura mucho tienen de carácter informativo y anecdótico, habremos, por sensatez, de ver un regreso a la formación en campos básicos, dejando lo específico para los niveles superiores.

En el plano mas general los cinco rasgos que he señalado, complejidad, incertidumbre, riesgo y vulnerabilidad, información y conocimientos, cambio y segmentación, me parece serán la norma de los futuros ingenieros. Pero dentro de ella, habrá muchas posibles fuerzas más específicas que podrían señalar nuevas lunas a la ingeniería. También aquí, en lo más particular, tendré cuidado de ser muy selectivo.

He dicho que los ingenieros tendrán que acomodarse y aprender a moverse en un mundo explosivo en información y nuevos conocimientos. Algunas áreas específicas se me ocurren en particular, a modo de ejemplo, por su importancia, el grado de avance que ya han logrado y lo poco que en México hemos hecho en ellas. Una es la de materiales. Hasta hace muy poco los ingenieros estábamos obligados a diseñar, lo mismo maquinas y circuitos que edificios o grandes obras civiles, con materiales relativamente estándar. Los diseños se acomodaban al material. El ingeniero calculaba resistencias, esfuerzos, fricciones, desgastes, etc., a partir de los materiales

que sabia disponibles: aceros, concretos, aluminio, plásticos, etc. Limitaciones de disponibilidad y costo reducían aun más la gama de opciones. Ello ha dejado ya, al menos parcialmente, de ser razonable y sin duda lo será cada vez menos en el porvenir. Sin mayor conocimiento y capacidad en el área de producción de materiales será prácticamente imposible desarrollar buena ingeniería en el futuro. La aeronáutica lo mismo que la ingeniería marítima, la ingeniería nuclear o la electrónica, basaran cada vez más sus avances en la posibilidad de contar con nuevos materiales. Las tendencias apuntan claramente a que en el futuro será posible sintetizar, con gran economía de recursos y aun en corridas cortas, materiales con prácticamente cualquier conjunto de especificaciones deseables y razonables. Solo conociendo lo que es posible en el área de materiales, los ingenieros conseguirán mejores soluciones técnicas a sus viejos y nuevos retos. De lo contrario, física y metafóricamente, seguiremos construyendo carreteras con carpetas asfálticas tradicionales, ya obsoletas, con enormes costos de mantenimiento y consumos innecesarios de materias primas.

Lo que podría decirse sobre electrónica, informática y comunicaciones casi sale sobrando, pues es ya lugar común en casi cualquier plática, sobre casi cualquier tema. Sólo dos rasgos me parece que vale la pena resaltar. El enorme

potencial de la inteligencia artificial, que podría desplazar a los ingenieros en muchas de sus actuales actividades, y la multiplicación, en ordenes de magnitud, en la capacidad de los ingenieros para incrementar su velocidad de respuesta, tanto ganando acceso a información y conocimiento experto, como en los propios dispositivos ingenieriles, que podrán ser local y globalmente, más "inteligentes".

Aun siendo muy selectivo, me sentiría incómodo no señalando, así sea de pasada, una tercera área; la biotecnológica.

Poco hemos explorado hasta ahora los ingenieros el enorme potencial del campo biológico en la solución de nuestros problemas. Que el potencial existe es innegable; díganlo si no ejemplos como la recuperación terciaria de yacimientos petroleros, la lixiviación biológica o el ya construido biotransistor. No tengo duda alguna de que el siglo XXI será, en mucho, lo que la biotecnología sea. Haríamos bien, pues, en sintonizar, tan luego como nos sea posible, a algunos de nuestros nuevos ingenieros en esta frecuencia.

Un último rasgo del futuro entorno de la ingeniería que me permitiría escribir en tinta, es el que se refiere a la creciente preocupación ambiental. Hasta no hace mucho nuestras sociedades, acaudilladas en buena medida por ingenieros, actuaron con total falta de respeto para con la naturaleza.

A pesar de voces aisladas, que desde mediados del siglo pasado aconsejaban una explotación con que permitiesen la reproducción natural de los ecosistemas, hemos sido implacables en nuestro afán de producir más para más, ignorando ineficiencias y desperdicios, así como el impacto secundario de nuestras acciones. Con nuestras soluciones, los ingenieros hemos multiplicado la capacidad de trabajo del hombre y parecemos empeñados en seguir haciéndolo. Pero de paso hemos multiplicado también la acción destructora del hombre sobre el medio ambiente. Hoy la preocupación por el medio ambiente está al alza en la bolsa de problemas que demandan acciones y soluciones. Cualquier solución propuesta en el futuro por los ingenieros será desmenuzada por la sociedad en general con una óptica ambiental, desafortunadamente no siempre con información correcta ni sin sesgos. ¿Podría ello tener importancia? ¡Que lo digan los ingenieros nucleares! En el presente y el futuro los ingenieros tendrán que deshacer o rehacer en mucho el camino andado. La mayoría de los problemas ambientales demandan nuevos desarrollos ingenieriles y los demandan con urgencia.

Ya para terminar, dos breves reflexiones, aplicables en particular a México, que son éter entre las posibilidades y los deseos.

Va la primerita. Hasta ahora nos hemos empeñado en este país en hacer ingeniería "al derecho". A pesar de nuestros rezagos en la mayoría de los campos de la ingeniería, y excepción hecha de ciertas

islas en las que los ingenieros mexicanos han conseguido posiciones de punta, seguimos empeñados en la autosuficiencia ingenieril. Hoy, más que nunca antes, se percibe en la sociedad mexicana, en general, una conciencia clara sobre la importancia de contar con tecnología avanzada como seguro para el futuro. Dado nuestro estado de desarrollo, sin embargo, sería muy recomendable, diría yo casi obligado, que aprendiésemos a hacer ingeniería "al revés", tomando los productos ya disponibles y desmenuzándolos para aprender, así, a producirlos y luego a mejorarlos, acortando brechas tecnológicas. Los países y las empresas que han tenido mayor éxito en su crecimiento económico, generalmente, primero han puesto énfasis en la ingeniería "al revés", como un paso previo al desarrollo de su ingeniería "al derecho", lo que les permite luego conservar y ampliar su liderazgo. El asunto no es de todo o nada, sino cuestión de énfasis. Y sin que ello signifique reducir nuestras aspiraciones tecnológicas, me permito sugerir que en el futuro, desde mañana mismo, debiéramos prestar en México mayor atención a la ingeniería "al revés", a la compra inteligente de ingeniería de afuera y al desarrollo de los procesos de producción, más que a los propios productos. En ello las instituciones dedicadas a la enseñanza de los ingenieros tendrán que jugar un papel protagónico.

Y va la segundita (y última). El sistema de educación superior del país, tanto en su sector público como en el privado, ha venido formando buscadores de empleos y no generadores de empleos.

Ello es grave en todos los campos, pero muy en particular en el caso de los ingenieros. En el México del pasado, con un modelo económico cerrado, basado en la sustitución de importaciones, y un esquema centrado en una creciente presencia del sector público, de un estado benefactor, ello podía ser explicable.

Pero en el México que parece perfilarse para los próximos 15 o 20 años, más abierto a la competencia internacional y con un aparato estatal muy adelgazado, que parece apostar su desarrollo al del sector privado, ello es injustificable. Las instituciones dedicadas a la enseñanza de la ingeniería deberán entonces aprender a formar profesionistas emprendedores, hombres de empresa, capaces de intentar nuevos negocios, de incorporar nuevas tecnologías a procesos productivos de su creación. Quizá pueda ser esta la tarea presente y futura más importante de las Facultades y Escuelas de Ingeniería del país.

Y, por supuesto, la despedida. Reformulando lo dicho al inicio, independientemente de los escenarios que nos parezcan posibles o deseables para el futuro de la ingeniería, será conveniente mantener siempre en mente que el futuro se construye sobre las raíces de la historia, pero a golpes de voluntad, de la nuestra.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. LA EXPERIENCIA DE CALTECH

Lic. Edward O. Ansell
Director de Patentes y Derechos
Instituto Tecnológico de California
Pasadena, California

La tecnología es la clave para detentar el poder económico porque los adelantos tecnológicos tienen el potencial para aumentar la productividad, de la cual depende el rápido crecimiento económico. La transferencia de tecnología es el motor de la innovación, ese continuo que principia con la concepción de una idea y su desplazamiento hacia la concreción en un producto comercialmente exitoso o un proceso competitivo a nivel internacional. Desde esta perspectiva, abordaré la discusión de las relaciones de transferencia de tecnología entre la universidad y la industria, en general, y la experiencia en este tema del Instituto Tecnológico de California (Caltech), en particular. Mi deseo es que estas notas sean a la vez informativas y útiles para el refinamiento de los modelos de transferencia de tecnología que mejor sirvan a México en la era futura de cooperación interregional creciente. Permítaseme una digresión para referirme al Instituto Tecnológico de California, una institución única en su ramo. Caltech

es una universidad privada pequeña que imparte carreras en ciencia e ingeniería. De sus 1875 estudiantes matriculados, más de 1000 realizan estudios de posgrado. Con un cuerpo docente de 270 profesores, entre los cuales se cuentan varios premios Nobel, un grupo de 360 investigadores e instalaciones extramuros tales como el Laboratorio de Propulsión a Chorro (Jet Propulsion Laboratory) y los observatorios del monte Palomar y W. M. Keck, Caltech se ha convertido en uno de los centros de investigación más importantes en el mundo. Caltech se concentra en aquellas áreas en las que su profesorado e instalaciones le permiten la excelencia. Si bien su historia no puede compararse con los 200 años de enseñanza de la ingeniería en México, es también una institución venerable, que recientemente concluyó las celebraciones de su 100 aniversario. Su origen se remonta a una escuela local de artes y oficios, fundada en 1891.

Caltech ofrece un programa de 4 años que culmina con el grado de Bachiller en Ciencias (BS), con carreras en matemáticas aplicadas, física aplicada, astronomía, biología, ingeniería química, química, economía, ingeniería eléctrica, ingeniería y ciencia aplicada, ciencias geológicas, historia, literatura, matemáticas, física y ciencias sociales. Las opciones de posgrado incluyen aeronáutica, matemáticas aplicadas, mecánica aplicada, física aplicada,

astronomía, biología, ingeniería química, química, ingeniería civil, computación y sistemas neurales, computación, ingeniería eléctrica, ingeniería, ingeniería ambiental, ciencia geológica y planetaria, investigación de materiales, matemáticas, ingeniería mecánica, física y ciencias sociales. Los grados avanzados que se ofrecen son doctor en Filosofía (PhD) y Maestro en Ciencias (MS). En ciertas áreas de ingeniería se ofrece el grado de Ingeniero. Se pone especial énfasis en la investigación, no sólo por la importancia de su contribución al avance de la ciencia, y por ende al bienestar material e intelectual de la humanidad, sino además porque las actividades de investigación aportan su vitalidad al trabajo docente de Caltech.

La calidad académica del cuerpo docente en los programas de posgrado de Caltech en ciencias biológicas, química, física, ciencias de la Tierra, ingeniería química e ingeniería mecánica obtuvo el más alto reconocimiento "distinción" en una serie de informes publicados por una dependencia de la Academia Nacional de Ciencias, y el profesorado de matemáticas recibió la calificación de "sólido". Cuatro de los programas -ciencias biológicas, química, ciencias de la Tierra y física- quedaron en primer lugar a nivel nacional.

Otra de las actividades de Caltech es la operación del Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) comisionada por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). El laboratorio ocupa una superficie de 71 hectáreas y ejerce un presupuesto anual aproximado

de mil millones de dólares, la mayor parte del cual se destina a la exploración espacial.

A título de ejemplo, el proyecto Voyager se ocupó del encuentro del Voyager 2 con Neptuno en agosto de 1989, luego de sus encuentros con Júpiter, Saturno y Urano. Entre otras misiones espaciales del JPL, se cuentan los satélites Ranger y Surveyor enviados a la Luna; los Mariner, a Mercurio, Venus y Marte; Los Viking, a Marte; y el Satélite Astronómico Infrarrojo, que elaboró un mapa del cielo en la región infrarroja del espectro. Los proyectos espaciales de 1989 fueron la sonda Galileo (a Júpiter) y la Magallanes (para cartografiar la cara oculta de Venus). En octubre de 1990 fue lanzada al espacio la misión Ulises, que explorará los polos solares, y el lanzamiento del Observador de Marte está programado para septiembre de 1992.

Es claro que las actividades en el campus de Caltech y en el JPL proporcionan oportunidades ilimitadas para la innovación impulsada por el motor de la transferencia de tecnología. Como es de esperarse, así como son varias las formas que reviste la tecnología, lo mismo ocurre con los mecanismos para su transferencia. De aquí que las experiencias de Caltech en la transferencia de tecnología son la resultante neta de una responsabilidad y un esfuerzo compartidos entre varias de sus dependencias, facultada cada una de ellas de manera única para llevar adelante

una manifestación particular de la tecnología en el continuo de la innovación. Parte de este esfuerzo es típico de los sistemas tradicionales de transferencia de tecnología, basados en la idea del "impulsar la oferta", es decir, en la búsqueda de aplicaciones para una tecnología disponible. Empero, Caltech practica también la modalidad de desarrollo tecnológico de "jalar la demanda"; esto es, situaciones donde la tecnología es transferida, adaptada y utilizada para satisfacer una necesidad específica o aportar una solución a determinado problema de una industria o empresa.

El primero y más importante de los modos de transferencia de tecnología, que además tiene eficacia universal, es la contratación de egresados universitarios. Según se asienta en la publicación "Industrial Perspectives on innovation and Interactions with Universities"*, citada en la bibliografía, un resumen de las entrevistas sostenidas con funcionarios de alto nivel de la industria en los EUA revela un consenso en torno a la opinión de que el papel fundamental de las universidades en la innovación, es el de entrenar y proveer talento. Aun en el difícil momento económico actual, existe una demanda de graduados en niveles desde la licenciatura hasta el doctorado,

*N. del T.: Perspectiva industrial en torno a la innovación y a la interacción con las universidades.

*N. del T.: Programa de Socios Industriales.

en matemáticas, ingeniería y ciencias físicas, que ponen los conocimientos y habilidades adquiridos en la universidad al servicio de un nuevo patrón.

Otro medio para transferir tecnología de punta es la participación de miembros del cuerpo docente (aquellos que han enseñado a los recién egresados), en actividades de consultoría. Esto puede ser indicado en el caso de una relación más limitada, por ejemplo, cuando se requiere de ayuda en un problema particular, y es un ejemplo de la metodología de "jalar la demanda".

Los científicos de Caltech han recibido amplio reconocimiento por sus significativos logros. Veintiún premios Nobel han sido otorgados a profesores o exalumnos de Caltech; veintinueve egresados o profesores han recibido la Medalla Nacional de Ciencia por sus sobresalientes contribuciones al desarrollo de la ciencia y la ingeniería, y dos egresados se han hecho acreedores a la Medalla Nacional de Tecnología. Entre todas las instituciones de educación superior de los EUA, Caltech tiene el mayor porcentaje de profesores elegidos para la Academia Nacional de Ingeniería. Partiendo de la premisa de que el método más efectivo para la transferencia de tecnología y conocimientos técnicos es el de persona a persona, el intercambio de personal es un mecanismo muy favorecido. La incorporación de empleados industriales a los laboratorios universitarios, los expone a las ideas, las

técnicas y la tecnología disponible en ese momento y permite que el personal del laboratorio se compenetre de las necesidades de la industria. Entre las actividades programadas en el campus de Caltech, está el Sherman Fairchild Distinguished Scholars Program*, que invita a algunos de los más distinguidos científicos y académicos del mundo a pasar una temporada en Caltech. El JPL ha establecido un Distinguished Visiting Scientist Program** para promover el intercambio entre los investigadores de todo el mundo y los ingenieros y científicos de Caltech y el JPL. El propósito de este programa es fortalecer e impulsar las áreas de investigación que tienen un interés particular para el JPL a través de un foro para el intercambio de ideas, métodos de investigación y experiencia técnica. Como ejemplo, en 1990 se eligió a cinco científicos que pasaron entre dos y doce meses en el JPL.

Otras universidades tienen programas como el Industrial Associates Program** de Caltech, inaugurado en 1947 para fomentar el intercambio técnico y establecer un canal para el flujo sin restricciones del apoyo de la industria al instituto. El Departamento de socios Industriales de Caltech patrocina una

* N. del T.: Programa Sherman Fairchild de Académicos Distinguidos

† N. del T.: Programa de científicos Distinguidos Visitantes.

** N. del T.: Programa de Socios Industriales.

serie de actividades para facilitar el intercambio de conocimientos e ideas entre el cuerpo docente del instituto y los ingenieros y científicos industriales. Estas conferencias están abiertas al público, sin importar si el ponente es empleado de una compañía miembro de los Socios Industriales o no.

Un ejemplo es la próxima Conferencia de Directores de Investigación, "Visiones del futuro", que tendrá lugar en Pasadena los días 6 y 7 de febrero de 1992. En el programa, parte del primer año de actividades del "Segundo Siglo de los Descubrimientos" de Caltech, el discurso inaugural estará a cargo del Hon. Dr. D. Allan Bromley, asesor en ciencia y tecnología del presidente de los Estados Unidos. Enseguida, el Dr. Paul C. Messina, director de Caltech Concurrent Supercomputer Facilities**, presidirá la primera sesión, dedicada a las aplicaciones de la supercomputación en paralelo. La ponencia "Keck, el primero de una nueva generación de telescopios ópticos", del Dr. Edward C. Stone, director del JPL y vicepresidente de Caltech, abrirá el Segundo día de sesiones, presidido por el Dr. Harry B. Gray, Profesor de Química Arnold O. Beckman y director del Instituto Beckman. El Dr. Gray y los profesores participantes expondrán un panorama de las investigaciones en curso en los nuevos centros del Instituto Beckman.

**Instalaciones Centrales de supercomputación.

Con frecuencia, las universidades ofrecen la oportunidad de inscribirse en cursos de extensión o de asistir a cursos cortos, y este es otro mecanismo para la transferencia de tecnología. En Caltech, dicha misión está a cargo del Centro de Relaciones Industriales. El programa de este centro se enfoca a la administración de la tecnología y la innovación, a nuevas tecnologías con aplicaciones industriales, a sistemas y procesos de manufactura avanzados, a la tutela de iniciativas empresariales basadas en tecnología, y al liderazgo en las organizaciones técnicas. Foros y seminarios sobre estos temas están abiertos a participantes de organizaciones públicas y privadas y a los estudiantes, profesores y empleados de Caltech.

La más común de las modalidades de transferencia tecnológica de "impulsar la oferta" es la publicación de los resultados de investigación. No hay escasez de publicaciones en las que se den a conocer los resultados de investigaciones desarrolladas en Caltech y en JPL, y la información en ellas puede obtenerse al precio de un periódico, la visita a una biblioteca o una estampilla de correos. En términos generales, los científicos e ingenieros acuerdan la presentación en simposios de artículos relacionados con su investigación, o su publicación en revistas académicas. Además, los patrocinadores de investigaciones, como la NASA, publican revistas, como "Tech Briefs"*

* Informes técnicos.

(en la que se publica información en torno a las innovaciones en curso en el JPL) y otras bases de datos accesibles por computadora con notificaciones de inventos recientes, patentes y software disponible para cesiones. Durante el ejercicio fiscal de 1990, el Departamento de Patentes y Utilización de Tecnología del JPL preparó, evaluó y envió a la NASA informes sobre aproximadamente 260 invenciones e innovaciones técnicas resultantes de los trabajos del laboratorio. Este departamento respondió a 63 mil solicitudes de información técnica acerca de los inventos e innovaciones del JPL que aparecieron publicadas en "Tech Briefs", remitidas por la industria o el público.

Si bien es cierto que este corpus de tecnología constituye un recurso útil, es preciso reconocer que tiene ciertas limitaciones. El proceso es de naturaleza archivonómica y está diseñado para transferir información, no pericia técnica. Por lo general, los informes publicados son escritos con posterioridad a la conclusión del trabajo. A menudo se omiten detalles claves de cómo puede aplicarse la tecnología. La transferencia óptima de tecnología tiene lugar con muy escasa frecuencia pues la probabilidad de que una tecnología desarrollada para un propósito determinado pueda tener aplicación exacta en algún otro es remota.

Como ya se ha dicho, no es fácil encontrar un problema cuando se tiene una solución. Otro mecanismo para transferir tecnología es la cesión de derechos. En Caltech, la cesión de derechos es responsabilidad del Departamento de Patentes y Derechos, a mi cargo. Este departamento es parte del Departamento del Consejo General. La cesión de derechos es una modalidad de transferencia de tecnología con la que la mayoría de ustedes están familiarizados y que ha sido reconocida desde hace tiempo en las leyes mexicanas. Hace muy poco, el 27 de junio de 1991, se expidió la Ley para el Desarrollo y la Protección de la Propiedad industrial, que reglamenta el uso de patentes, diseños industriales, modelos de herramienta, marcas, secretos industriales, derechos, transferencias y asignaciones, y la competencia desleal. Tiene estatuto federal y como tal es aplicable en todo el territorio mexicano. En el caso típico, la cesión de derechos de industria a industria tiene lugar cuando se trata de una tecnología plenamente desarrollada y que ha pasado ya la prueba del mercado. El valor de la tecnología que será transferida radica principalmente en el know-how, que incluye el acceso a planos, documentación, asesoría técnica y asesoría logística, particularmente en lo que se refiere a la identificación de los proveedores de partes. Los derechos por las patentes tienen a menudo un lugar secundario. Pero en el caso de cesiones entre la universidad y la industria, pueden existir diferencias significativas. (Entre

paréntesis: algunos industriales consideran que la industria es la principal fuente de innovación, y que el papel de las universidades en ella es limitado). Dichas diferencias surgen del hecho de que la tecnología universitaria muy probablemente está poco desarrollada y aún menos puesta a prueba. Además, dado el énfasis universitario en la publicación abierta y completa de los resultados de las investigaciones, la probabilidad de que gran parte de los datos técnicos haya sido publicada y sea ya del dominio público es considerable, aunque no debe excluirse la posibilidad de que haya datos técnicos o secretos industriales que no se han dado a conocer. Por ello, las patentes pueden tener mayor importancia en las cesiones entre la universidad y la industria.

De cara a la posible importancia de las patentes, habría que comentar la experiencia de Caltech en torno a la notificación de inventos, la materia prima de donde se seleccionan determinados artículos o procesos que serán objeto de patentes norteamericanas o extranjeras. Como puede verse en los anexos, recibimos algo más de una notificación por cada día hábil, y el porcentaje de las que son objeto de solicitudes de patente ha ido incrementándose gradualmente. Como incentivo para estimular a los innovadores a que informen de sus inventos, si Caltech recibe ingresos por

regalías producto de la cesión de inventos originados en la universidad o en JPL, los inventores pueden recibir el 15 por ciento del monto bruto ingresado para su provecho personal, o bien optar por el 50 por ciento de la misma cantidad como apoyo a sus actividades de investigación. Las mismas disposiciones de reparto de regalías se aplican al software. Adicionalmente, los empleados del JPL son candidatos a premios en efectivo que otorga la NASA a las contribuciones científicas o técnicas que tengan un valor importante en el desarrollo de las actividades aeronáuticas y del espacio. Por ejemplo, cada individuo a quien se deba un desarrollo técnico que aparezca en la publicación de la NASA "Tech Briefs", se hace acreedor a un premio de 150 dólares. Si la NASA solicita la patente correspondiente, un inventor aislado recibe automáticamente un premio de 500 dólares, y, en el caso de una coautoría, 250 cada participante. Si la patente es solicitada por Caltech, además de ser elegible para el programa de reparto de regalías ya descrito, el inventor se hará acreedor a un premio en efectivo de la NASA, sujeto a la remisión y aceptación de ciertos documentos. También existe la posibilidad de que la NASA conceda un estímulo adicional en el caso de aportaciones de mérito sobresaliente. Durante el ejercicio fiscal de 1990, se repartieron 21 mil dólares en "Premios Excepcionales" y 12 mil en "Premios Principales" a 18 empleados o exempleados de JPL. 479 empleados más de JPL recibieron un total de 111,950

dólares en estímulos menores.

La investigación por contrato o patrocinio es un acuerdo mediante el cual un investigador destacado recibe fondos de un patrocinador industrial o del gobierno para llevar a cabo una investigación en un tópico de interés mutuo. A cambio del apoyo financiero, el patrocinador adquiere: la posibilidad de tener acceso al investigador y al laboratorio, enterándose así oportunamente de los desarrollos; el derecho a utilizar los resultados de la investigación; el software que se desarrolle como parte de la investigación; y, dado el caso, la asesoría técnica del líder del proyecto para la transferencia de la tecnología desde el laboratorio a las instalaciones del patrocinador. Esta actividad de tipo "jalar la demanda" resulta efectiva para el traslado de la tecnología fuera de los laboratorios porque el trabajo desempeñado tiene un vínculo directo con las necesidades del patrocinador, incrementándose con ello las probabilidades de que la tecnología llegue a ponerse en práctica. Las relaciones que se establecen pueden formar la base para la futura cooperación y para la incorporación temprana de la industria o el gobierno en la investigación, facilitándose así aún más el proceso de transferencia de tecnología. Tanto en la universidad como en el APL, por lo general el líder del proyecto es quien se encarga de establecer el contacto con el patrocinador gubernamental o industrial.

El Departamento de Investigaciones bajo patrocinio de Caltech se encarga de administrar este tipo de investigaciones. Los egresos correspondientes a estas actividades durante el ejercicio fiscal de 1990 fueron de 100 millones de dólares, aproximadamente, y alrededor de 120 millones en 1991, de los cuales entre 5 y 7 millones pueden atribuirse a patrocinios industriales. En el caso del APL, la administración de la investigación bajo patrocinio es responsabilidad de la Organización para la Administración de Contratos, y se situó en el nivel de los mil millones de dólares para los ejercicios de 1990 y 1991.

Una actividad estrechamente relacionada con lo anterior es la investigación por colaboración, que se define como aquella actividad en la que universidad e industria colaboran en investigaciones, en el entendido de que la responsabilidad de poner los productos o procesos en el mercado recae en la comunidad empresarial. Los programas de investigación por colaboración fomentan el intercambio de persona a persona, que es la manera más eficaz de transferir tecnología, conocimientos y experiencia. Estos programas revisten diversas formas, tales como, por ejemplo, el socio industrial que financia su propia investigación en sus propias instalaciones, y una dependencia del gobierno aporta los fondos para la investigación universitaria. Tanto Caltech como JPL participan en programas de investigación en colaboración. Un ejemplo de tales

iniciativas ha sido el Programa para la Tecnología Competitiva del Estado de California. El estado de California apoya los trabajos de organizaciones no lucrativas que participaron en programas de investigación en colaboración con un socio industrial. El esfuerzo se concentro en aquellas tecnologías con mejores perspectivas de crear nuevos productos e incrementar las fuentes de empleo, contribuyendo con ello a mejorar la economía del estado.

El último mecanismo que quisiera discutir recurre a la modalidad de "jalar la demanda" para el desarrollo tecnológico, de acuerdo con la cual la tecnología se transfiere, adecúa y utiliza para resolver una necesidad específica o un problema concreto de una industria o compañía.

Me refiero al Programa de Afiliados a la Tecnología, del Laboratorio de Propulsión a Chorro. El objetivo de este programa es transferir a la industria la tecnología generada en JPL, fortaleciendo con ello la posición competitiva de dicha industria en el mercado internacional. Los miembros industriales del programa han constituido con JPL una alianza estratégica enfocada en personas, es decir fundada en relaciones entre dos personas, y cuyo impulso lo proporcionan las necesidades de la industria. JPL responde a las necesidades técnicas de las compañías miembros transfiriéndoles tecnología, llevando a cabo estudios de

factibilidad, impartiendo conferencias y seminarios privados y apoyando el intercambio de información técnica. Cada uno de los miembros industriales deposita fondos en una cuenta común de la cual se pagan estos eventos, de modo que no es necesario entrar en negociaciones largas para tareas aisladas. En este último caso, la negociación se entabla entre miembros del equipo técnico de la compañía y el JPL. En JPL se imparten seminarios privados, sin cargo alguno, para proporcionar elementos de evaluación a los futuros participantes en torno a la capacidad de JPL para coadyuvar en la solución de problemas técnicos existentes en determinada compañía. La participación en este programa ha sido excelente porque JPL dispone de un gran número de tecnologías fundamentales para brindar apoyo a las compañías participantes. En los últimos 3 años han formado parte del programa 41 compañías, la mayoría de ellas ajenas al ramo aeroespacial. 21 de ellas son grandes corporaciones y las 20 restantes empresas pequeñas. Alrededor de 80 trabajos se concluyeron o están en curso. Una gama amplia de tecnologías se han transferido gracias a este procedimiento. Puede verse, pues, que la experiencia de Caltech en la transferencia de tecnología es el resultado neto del esfuerzo de varias dependencias, tanto de la propia universidad, como del JPL. Es claro que son posibles varias combinaciones y modificaciones, cada una adecuada a una situación específica.

Por ejemplo, el notable éxito del Programa de Afiliados a la Tecnología, de JPL, sugiere la posibilidad, adicional a las actividades que actualmente se desempeñan, de aprovechar su capacidad técnica y sus contactos para comercializar derechos sobre patentes. No obstante los logros obtenidos en el pasado, Caltech está revisando continuamente sus procedimientos de transferencia de tecnología en busca de nuevas vías para mejorar su desempeño. Ya sea que se creen mecanismos centralizados o diversificados para llevar a efecto la transferencia de tecnología según las modalidades de "impulsar" y "jalar", les deseo el mejor de los éxitos en el refinamiento de los modelos de transferencia de tecnología óptimos para México.

BIBLIOGRAFÍA SELECTA DE OBRAS ACERCA DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Libros y monografías:

- The Practical Aspects of Technology Transfer: A Legal Compendium, National

Association of College and University Attorneys, Washington, D.C., 1990.

- Intellectual Property in Academe: A Legal Compendium, National Association of College and University Attorneys, Washington, D.C., 1991.

- Transfer of Technology from Publicly Funded Research Institutions to the Private Sector, U. Government Printing Office, Washington, D.C., 1991.

- Industrial Perspectives on innovation and interaction with Universities, Government-University-Industry Research Roundtable, Washington, D.C., 1991.

Artículos

- Callaghan, Rooney y Stevens, "Commercialization of Federal Laboratory Developed Technology", en Proceedings of the Technology Transfer Society, 15th Annual Meeting, Technology Transfer Society, Indianapolis, IN, 1990.

- Delgado, "Mexico's New Law Affects Licensing", en Les Nouvelles, 174, diciembre de 1991.

Anexo 1.			
Notificaciones de inventos recibidas			
AÑO FISCAL	CALTECH	JPL	TOTAL
1986	22	244	266
1987	31	247	278
1988	31	297	328
1989	24	251	275
1990	37	267	304
1991	23	287	310

Anexo 2.
Solicitudes de patente y patentes propiedad de Caltech

AÑO FISCAL	SOLICITUDES	PATENTES CONCEDIDAS
1983	26	17
1984	29	15
1985	46	13
1986	42	23
1987	33	29
1988	89	24
1989	39	48
1990	52	41
1991	60	26

EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y ACREDITACIÓN PROFESIONAL

Dr. Juan Casillas Garcia de León
Secretario General Ejecutivo de la
Asociación Nacional de Universidades e
Institutos de Enseñanza Superior.

1. MARCO DE REFERENCIA.

1.1 Crecimiento acelerado de la educación superior entre 1960 y 1985.

a) Crecimiento explosivo de la matrícula

En licenciatura:

1960: 76,000

1985: 1'107,000

1991: 1'201,849

En posgrado:

1960: 350

1985: 37,040

1991: 44,946

b) Crecimiento de IES:

1960: 31

1991: 763

c) Descentralización en licenciatura:

Estudiantes en el D.F.:

1970: 53.2%

1985: 24.6%

d) Establecimiento de programas de posgrado y de investigación.

1960: 1 de cada 40

1985: 1 de cada 7

- Concentración excesiva en el D.F.:
 - 42% de alumnos.
 - 40% de programas.
 - 85% de alumnos de doctorado.

b) Posibilidad de estudio en cualquier entidad federativa.

c) Diversificación de instituciones:
Universidades
Tecnológicas (públicas, privados)

e) Crecimiento en ingeniería.

Matrícula de Licenciatura:

1964: 26,743

1991: 283,509

d) Estudios de posgrado e iniciación de trabajos de investigación en todo el país.

Matrícula de Posgrado:

1964: 357

1991: 4,727

1.3. Problemas principales.

Número de Instituciones que imparten Licenciatura:

1964: 39

1991: 208

a) Crecimiento sin planeación.

- En atención a la demanda social.
- Poca orientación sobre necesidades del país.
- Duplicaciones innecesarias.
- Poco impulso a nuevas carreras.
- Concentración de alumnos en disciplinas tradicionales.
- Concentración del crecimiento en ciertas zonas del país.

Total de programas a nivel Licenciatura:

1964: 110

1991: 1,096

b) Improvisación.

Número de Instituciones que imparten Posgrado:

1964: 4

1988: 56

- De instituciones (bachilleratos a universidades).
- De Programas Académicos (creación por imitación, sin bases reales).
- De profesores (sin estudios superiores, sin experiencia profesional).
- De la función de investigación (sin formación; sin prioridad; sin ligas con el entorno social y productivo).

1.2. Principales aspectos positivos.

a) Incremento significativo en atención a jóvenes (20-24) "Democratización" en el acceso.

- c) Deficiencias en infraestructura.
 - d) Deficiencias en administración y en normatividad.
 - atención a lo cotidiano.
- 1.4. Modificaciones en el entorno de las IES.
- a) Crisis económica a partir del 82.
 - Reducción en la demanda de profesionales.
 - Saturación en ciertas áreas.
 - Reducción real de recursos económicos.
 - Disminución en tasas de crecimiento de matrícula.
 - Estancamiento del posgrado.
 - b) Apertura Comercial, ingreso al GATT e internacionalización de la economía.
 - Competencia internacional en servicios.
 - Competencia directa con productos extranjeros.
 - c) Impulso a la modernización del país.
 - Reducción del aparato estatal y paraestatal.
 - Impulso al sector privado.
 - Salida al mercado internacional.
 - Atención a los grupos marginados.
- 1.5. Implicaciones en educación superior de estos cambios.
- a) Actualización de programas.
 - b) Profesionales con nuevas características.
 - Creatividad.
 - Innovación.
 - Capacidad de adaptación, etc.
 - c) Impulso a programas de posgrado.
 - d) Impulso a educación continua.
 - e) Impulso a investigación y desarrollo tecnológico.
 - f) En resumen, "mejoramiento de la calidad".
- 1.6. Acciones de cambio en las IES.
- a) Compromiso conjunto en mejorar calidad (ANUIES).
 - b) Evaluación como estrategia para el cambio.
 - c) Elaboración de programas especiales de mejoramiento y reordenación.
 - d) Identificación de líneas de acción prioritarias.
 - e) Realización de acciones conjuntas:
 - Redes de formación de profesores.
 - Redes de bibliotecas.
 - f) Impulso al trabajo regional.
 - Programas de posgrado de carácter regional.

- Corredores culturales.
- Proyectos interinstitucionales de investigación.

2. PROCESOS DE EVALUACIÓN EN OPERACIÓN

2.1. Aspectos generales.

- Mecanismo aceptado por consenso en la CONPES, ratificado en ANUIES.
- Creación de CONAEVA.
- Proceso cíclico, recurrente, con mayor profundidad cada vez.
- CONAEVA acordó realizar, simultáneamente, tres procesos:
 - Institucional (a cargo de cada institución).
 - De los subsistemas universitario y tecnológico, y del sistema de educación superior en conjunto (a cargo de SESIC, SEIT y ANUIES, respectivamente).
 - Interinstitucional, por áreas del conocimiento (a cargo de "pares académicos").

2.2. Evaluación institucional.

- Integral (de todas las funciones y de todas las dependencias).
- Participativa: con los miembros de la comunidad responsables y representantes de los distintos sectores.

c) Orientada a la toma de decisiones para realizar acciones.

d) Con criterios generales, adoptados por consenso.

e) Elementos del estudio:

- Análisis del estado actual.
- Establecimiento de un estado deseable y viable.
- Determinación de procesos y acciones de cambio.

f) Definición de la "vocación institucional".

- Características deseables en los egresados.
- Áreas prioritarias para investigación y posgrado.
- Atención a las necesidades del entorno.

2.3. Evaluación de los subsistemas y del sistema en su conjunto.

- Detectar "fortalezas y debilidades" de los subsistemas y del sistema en conjunto.
 - Deficiencias comunes.
 - Duplicaciones y carencias.
- Congruencia de los "productos" con necesidades del país.
- Organización de acciones conjuntas para optimizar use de recursos.

d) Armonizar el Sistema Nacional de Educación Superior.

e) Estudios de prospectiva y sus implicaciones en las IES.

2.4. Evaluación interinstitucional por áreas del conocimiento.

a) Esencialmente académica.

- Identificar logros y deficiencias para apoyar o corregir.

b) Abarca las funciones de docencia (Licenciatura y posgrado), de investigación, y de difusión y extensión.

c) Busca realizar una evaluación diagnóstica en un área específica y recomendar acciones para su mejoramiento.

d) Llegará hasta la "acreditación" de programas y unidades académicas.

e) Definirá criterios, indicadores y parámetros para facilitar comparaciones objetivas.

f) Establecerá requisitos y niveles mínimos:

- Conocimientos.
- Habilidades.
- Actitudes.

g) Valoración de proyectos para apoyos adicionales.

h) Asesoría, a solicitud de las instituciones.

2.5. Comisiones interinstitucionales de evaluación (CIEES).

a) Por áreas del conocimiento: 6

- ✓ Ciencias Agropecuarias.
- ✓ Ciencias Naturales y Exactas.
- Ciencias de la Salud.
- Ciencias Sociales y Administrativas.
- Educación y Humanidades.
- ✓ Ingeniería y Tecnología.

b) Por funciones adicionales:

- Difusión y Extensión de la Cultura.
- ✓ Organización y apoyo administrativo.
- ✓ Comisiones en operación actualmente.

c) Características:

- Diez miembros en cada una (9 IES, 1 sector productivo).
- Actúan en lo personal.
- Renovación cada año de la mitad de miembros.
- Equilibrio (en disciplinas, regiones, tipo de IES).

2.6. Observaciones iniciales de los procesos realizados.

a) Deficiencias en el proceso de evaluación:

- Falta de información, poca sistematización, gran dispersión.

- Poca información sobre destino y desarrollo de egresados.
- Falta de indicadores confiables para determinar calidad (heterogeneidad de las instituciones).

b) Deficiencias en las instituciones:

- Insuficiente formación del personal académico.
- Deficiencias en infraestructura académica (bibliotecas, talleres, laboratorios, equipo cómputo, planta física).
- Deficiencias en la organización y administración.
- Poca relación con el entorno (especialmente con los sectores social y productivo).
- Necesidad de actualización curricular e innovaciones en métodos educativos.
- Necesidad de revisar oferta educativa y readecuar programas.
- Insuficiencia en financiamiento y poca diversificación de fuentes.

3. ACREDITACIÓN

3.1. Situación actual.

- a) En México, acreditación a cargo de las IES directamente, que expiden "títulos profesionales".
- El Estado solamente registra y lleva control nacional.
 - En algunas áreas, requisitos adicionales supervisados por colegios

(Responsables de obra y Corresponsables en el D.F.).

- b) En otros países, "licencia" otorgada por asociaciones profesionales.
- Grado académico necesario pero no suficiente.
 - Experiencia práctica supervisada.
 - Exámenes específicos.

3.2. Razones que justificaron el sistema existente.

- a) Atribución legal de esta facultad a las IES.
- Autonomía.

- b) Gran concentración en dos instituciones en el D.F.

- c) Gran uniformidad en programas y características de alumnos y profesores.

- d) Poco desarrollo de asociaciones profesionales en aspectos relacionados con la calidad del ejercicio profesional.

- e) Lento ritmo de transformación de la actividad profesional.

- f) Creencia de que el plan de estudios definía calidad (planes de estudio muy similares).

3.3. Necesidad de cambio.

- a) Razones mencionadas no son validas en la actualidad.

- Gran heterogeneidad.
 - Gran dispersión.
 - Avances acelerados en ciencia y tecnología.
- b) Necesidad de garantizar, a la sociedad y a los usuarios, mínimos de calidad en egresados.
- c) Conveniencia de establecer referentes objetivos para que IES conozcan su situación relativa.
- d) Propiciar niveles de calidad competitivos internacionalmente.
- 3.4. Características deseables de un "sistema de acreditación" en México.
- a) Orientado esencialmente a formación de profesionales y especialistas.
- b) Objetivo primario: garantizar mínimos de calidad.
- c) Objetivo adicional: orientar cambios en programas académicos para adecuarlos a nuevas circunstancias.
- d) Carácter nacional (para IES públicas y privadas; para subsistemas universitario y tecnológico).
- e) Adhesión voluntaria (respeto a la autonomía).
- f) Que tome en cuenta:
 - Las condiciones del país y de su desarrollo.
- Las características y heterogeneidad de las IES.
- g) Flexible (que estimule la diversidad).
- h) Con reconocimiento internacional por su seriedad y calidad.
- i) Que tome en cuenta características particulares de distintas disciplinas.
- 3.5. Acreditación de programas de ingeniería.
- a) Posibilidades de avance más rápido que en otras áreas.
 - Antecedentes de trabajos conjuntos.
 - Existencia de una Asociación reconocida (ANFEI).
 - Relación con Asociaciones Profesionales.
 - Creciente relación con sector productivo.
- b) Conveniencia de coordinar procesos y evitar duplicaciones.
 - Ligar con los trabajos de CIEES (carácter nacional).
 - Extensión de los trabajos del Comité de Ingeniería y Tecnología.
- c) Propuesta: Creación de subcomités por especialidad.
 - Integrados por:
 - Profesionales (Colegios).
 - Académicos (IES).

- Grupo coordinador en cada especialidad:
 - 7 a 9 miembros. Por dos años. Sustituidos anualmente.
 - Establecer criterios indicadores y parámetros específicos.
 - Grupos de evaluadores para aplicar el proceso a cada programa de cada institución.
 - Visitas a instituciones por "grupos evaluadores interdisciplinarios" para observar todos los programas del área.
 - Dictámenes elaborados por "grupo coordinador" de cada programa, con consideración de observaciones de visita.
- d) Integrar un grupo "ad-hoc" que elabore el modelo de acreditación definitivo, que incorpore:
- 1 representante de la CONPES (CONAEVA).
 - 2 representantes de CIEES.
 - 1 representante de ANFEI.
 - 1 representante de UNAM.
 - 1 representante de IPN.
 - 4 representantes de principales colegios y asociaciones
 - 2 representantes del sector productivo.
- e) El modelo de acreditación deberá tomar en consideración:
- Aportaciones de las IES (ANUIES, ANFEI).
 - Aportaciones de las asociaciones profesionales.
- f) Consensado y suscrito por quienes deseen participar.
- g) Tratamiento especial entre participantes.
- h) Incluir tema financiamiento.
- 4. CONSIDERACIONES FINALES.**
- a) Urge establecer mecanismo confiable de acreditación.
- Que garantice a la sociedad y a los interesados niveles de calidad superiores a mínimos establecidos.
 - Que estimule y oriente cambios en las IES para elevar la calidad de egresados.
 - Que permita diversidad para atención a distintas necesidades.
- b) Conveniencia de citar un grupo "ad hoc" para definir propuesta definitiva del modelo de acreditación.
- En coordinación con CIEES y CONPES.
 - Con participación de IES, ANFEI, Colegios y Asociaciones profesionales.
- c) Competitividad internacional se lograra únicamente con niveles de calidad similares a los países desarrollados.
- Solamente con calidad las facultades y escuelas de ingeniería podrán forjar los ingenieros que requiere la modernización del país.**

FORMACIÓN DE PROFESIONALES DE EXCELENCIA PARA LA INGENIERÍA

Ing. José Manuel Covarrubias Solís
Director de la Facultad de Ingeniería, de
la UNAM.

Las sociedades, en general, se enfrentan a una gran variedad de problemas para su constante desarrollo y progreso, siendo los más importantes los que corresponden a la educación en todos sus niveles. Es cierto que ninguna nación está satisfecha en su totalidad con su sistema educativo; de ahí proviene, entonces, la preocupación, la necesidad y los esfuerzos que se desarrollan para que, cada vez, mejores instituciones educativas propicien y asuman conscientemente su función y su destino dentro de la sociedad.

Mucho se ha escrito y dicho hasta ahora para referirse al problema educativo, sin embargo, entre los expertos internacionales existe cierto consenso con respecto a lo que hace exitosa a una institución de enseñanza. Es claro que los programas educativos son importantes, pero más importante es el conjunto de acciones que se instrumentan para llevar a cabo la actividad docente. Se considera, asimismo, que es muy importante la forma en que se manejan los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso

enseñanza-aprendizaje "en cuanto al monto de lo invertido"; esto, sin menospreciar la necesidad de mayores presupuestos para lograr un nivel de alta calidad en la enseñanza.

La consistencia entre lo que se pretende y lo que se ejecuta es también un factor clave para alcanzar el éxito en la labor educativa. Las instituciones que definen con precisión qué enseñar y cómo hacerlo tienen más éxito, sin lugar a dudas, que las que no lo hacen. En México es cada vez mayor la convicción de que el porvenir está indisolublemente ligado al desarrollo y a la calidad de la educación; en el siglo XXI el verdadero progreso entrañará un sistema educativo eficiente y eficaz, a la vez altamente calificado.

La problemática del desarrollo de la ciencia y la tecnología en México se puede considerar a partir de lo ocurrido en la Nueva España, cuando apenas transcurridos unos cuantos años de la caída de la Gran Tenochtitlán se crea la Real y Pontificia Universidad, a semejanza de instituciones ya establecidas en el continente europeo con algunos siglos de anterioridad. Dicha institución dio un timbre de orgullo al Virreinato durante los años en que se impartieron en ella las cátedras sobre filosofía y teología, que enriquecían el nivel cultural de la Colonia. Sin lugar a duda, las humanidades captaron la mayor atención no sólo aquí, sino en general en el mundo. Los cambios suscitados durante el siglo XVIII mostraron que los

aspectos técnicos no estaban lo suficientemente atendidos, por lo que en el caso particular de la Colonia dan lugar a la creación del Real Seminario de Minería.

El Real Seminario inicia una tradición educativa acorde con los avances de la ciencia y la tecnología, situación que hoy en México, las escuelas técnicas herederas del seminario, debemos continuar y acrecentar. En este sentido es significativa la labor de la Universidad Nacional y en ella de la propia Facultad de Ingeniería, que les permite estar acordes a los retos que se presentan en la formación de excelencia de los futuros profesionales mexicanos.

Se habla mucho de excelencia, pero para poder tender a ella debemos concretar de una manera sencilla cual es el significado del término.

Como formación de excelencia entendemos aquella que genera a los profesionales que poseen el mayor grado de cualidades requeridas para un ejercicio profesional actualizado, demandado por las condiciones sociales y económicas presentes y futuras; quedando el problema de definir cuáles son las características que el mundo de principios del siglo XXI exigirá a los ingenieros.

Conforme a lo expuesto anteriormente, el problema de la formación académica en todas sus ramas y más aun en la educación terminal en general, se trate de ingenieros, bibliotecarios, arquitectos o administradores, presenta un duro reto a

cumplir no solo para México, sino para el mundo entero en un futuro próximo.

La pregunta que se plantea es: ¿Existe un modelo de educación superior que garantice, sin duda, la calidad del total de egresados?; modelo que, además, deberá garantizar que se cumplan las condiciones y necesidades del sector productivo, de la investigación y del desarrollo tecnológico. Además, ¿es posible formar un profesional que inmediatamente sea productivo?

Estas y otras preguntas surgen y buscamos las respuestas en instituciones de gran prosapia a nivel internacional, con la intención de adaptar métodos y sistemas a nuestras condiciones e idiosincrasia. De todas estas reflexiones surge otra cuestión: ¿estos modelos educativos son por sí solos, la solución a nuestros problemas?

La respuesta, y estoy seguro que ustedes coincidirán, a la que hemos llegado, es "No" ¿Por qué? Simple y llanamente porque no hay un sistema educativo que garantice por sí solo, aun en su país de origen, el éxito en la formación, se trate de un ingeniero o de un publicista.

Todo esto lleva al planteamiento de cual deberá ser el modelo más conveniente para México y como es conveniente instrumentarlo.

El modelo que planteamos está basado en el concepto de un mayor rendimiento y excelencia académica en la formación de ingenieros. No siendo un concepto solo aplicable a la elite formada por aquellos

candidatos que presenten las mejores condiciones de formación previa y de aptitudes por arriba de la media de la población escolar, sino que deberá ser posible hacerlo extensivo a la gran mayoría de los alumnos.

Para justificarlo, nos apoyaremos en parte en los comentarios expresados en la brillante exposición del Dr. Emilio Rosenblueth y que fue presentada en este foro con una lectura no menos expresiva por el Dr. Alonso Concheiro, en la sesión correspondiente al Entorno Futuro de la Ingeniería.

En esta platica, a través de algunas exageraciones de tipo castrense expresadas por el Dr. Rosenblueth sobre la formación de ingenieros soldados rasos y de ingenieros generales, hablando en términos metafóricos, se puede comparar la estructura de producción, diseño o desarrollo tecnológico, toda proporción guardada, con la estructura organizacional de un ejército. El mejor ejército no es aquel que cuenta únicamente con los estrategas más brillantes, sino que será aquel donde todos sus miembros, desde el último de sus soldados rasos hasta sus generales, tengan el mejor entrenamiento para cubrir las funciones con la eficiencia y eficacia que se les han asignado. No puede existir un buen ejército si todos sus miembros son generales, ni tampoco si todos son soldados rasos. Cada uno de ellos tendrá diferencias en su formación, pero todos deberán tener como denominador común la mayor calidad en

ALTA EXIGENCIA ACADÉMICA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

¿Existe un modelo educativo superior que garantice sin duda la calidad del total de egresados?

¿Es posible formar un profesional que inmediatamente sea productivo?

¿Cual deberá ser el modelo más conveniente en México y como es necesario instrumentarlo?

¿El concepto de excelencia en la educación deberá aplicarse sólo a un élite o se trata de un principio de aplicación global?

¿Cualquier programa de alta excelencia que se implemente deberá cubrir a la totalidad de los candidatos que tienen las aptitudes necesarias?

¿Como poder distinguir al candidato sin aptitudes y vocación de aquel cuya formación previa deja que desear?

Esto se podría realizar a través de:

- Curso teórico-práctico Preingeniería.
- Exámenes Psicológicos, Psicométricos y de aptitudes.
- Programas de formación complementaria.

"El que no sabe a qué puerto se dirige ningún viento le es favorable"

Condiciones y retos bajo los cuales se desarrollaran los profesionales en los umbrales del siglo XXI:

- Rápido cambio en la tecnología.
- Tendencia hacia una mayor especialización en el ejercicio profesional.
- Procesos más eficientes y menos contaminantes.

Características del futuro profesional:

- Formación profunda en las ciencias básicas.
- Autoestima y creatividad.
- Sólidos conocimientos en informática.
- Capacidad para poder transmitir sus ideas de manera concreta y precisa tanto en forma oral como escrita.
- Capacidad para comunicarse, con corrección, en varios idiomas.
- Espíritu innovador.
- Conciencia de los valores nacionales.
- Capacidad para desarrollarse en el ambiente altamente competitivo.
- Actualización autodidáctica y por medio de programas de educación continua.

Para lograr lo anterior es necesario:

- Revisar el contenido de los programas de licenciaturas, especializaciones, maestrías y doctorados.

- Revisar el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Promover la vinculación escuela-industria.
- Mayor exigencia y disciplina académica.
- Desarrollar un cuerpo docente.

¿Cómo establecer un programa de alta exigencia y excelencia académica? Esto se podrá lograr a través de exigencias adicionales, como:

- Asignaturas complementarias.
- Estudio obligatorio de lenguas extranjeras.
- Lecturas adicionales.
- Estancias industriales intersemestrales.
- Participación en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.
- Asistencia a congresos, simposios y conferencias.
- Participación en actividades deportivas y culturales.

¿Los programas que aquí se han planteado darán como resultado un mayor costo por alumno?

No, ya que el incremento en la eficiencia de la institución, aunado con la calidad del producto, compensa con creces cualquier inversión.

Eje central para una formación de alto nivel.

- Mayores conocimientos de los actualmente contemplados.
- Desarrollo de habilidades más intensamente.
- Formación de actitudes con mayor profundidad.
- Tutoría para seguimiento personal.

Estrategia que la Facultad de Ingeniería ha puesto en marcha.

- Programa de Alto Rendimiento Académico.
- Curso Propedéutico o Preingeniería.
- Programa de Estimulo al Desempeño Académico de los Estudiantes.

su desempeño, en forma tal que puedan realizar sus tareas y cometidos lo mas adecuadamente posible, permitiendo que el sistema marche de la mejor forma. No todos los soldados tendrán la misma capacidad para ser estrategas. Por experiencia sabemos que no todos los hombres tenemos las mismas habilidades y capacidades, pero debemos estar en

capacidad de reconocerlas, para orientarlas de la manera más provechosa hacia el desarrollo personal.

Aplicando estos conceptos a la formación de ingenieros, hemos concluido con respecto a programas de alta excelencia, que pueden abarcar a la totalidad de los candidatos que tengan las aptitudes necesarias; debiendo por el contrario,

en el caso de los que no tienen la vocación ni las aptitudes necesarias, reorientarlos, a la brevedad, hacia otras tareas; esto es, antes de transcurrido el primer ciclo lectivo.

Un problema que se presenta, en primer lugar, es el de fijar el criterio para distinguir a un candidato sin aptitudes y vocación, de aquel cuya formación previa deja que desear o no reúne los requisitos adecuados para ser candidato a programas de mayor exigencia y rendimiento académicos.

Lo anterior puede intentar resolverse mediante la instauración de una serie de cursos teórico-prácticos, agrupados en un ciclo de preingeniería que debe ser impartido en el primer semestre de la carrera.

También, el establecimiento de pruebas de carácter psicológico, sicométrico, o de actitudes y de aptitudes, cuyos resultados aunados a las evaluaciones obtenidas en los cursos de preingeniería, permitirán a la institución desarrollar programas más ambiciosos al contar con alumnos más preparados y homogéneos en cuanto a sus conocimientos y actitudes.

En el caso de que el alumno demuestre, desde su ingreso a la licenciatura, que su nivel de conocimientos y aptitudes son tales que no requiera del ciclo de preingeniería, el requisito se podrá dar como cumplido.

A aquellos candidatos que demuestren condiciones muy por encima de la media, deberá orientarse a un programa de

formación complementaria, que permita un mayor desarrollo de sus potencialidades, formando así a los generales de este peculiar ejército productivo.

Es necesario identificar las condiciones y retos bajo los cuales se desarrollaran los profesionales de la ingeniería en los umbrales del siglo XXI:

Rápido cambio de la tecnología.

Tendencia hacia una mayor especialización en el ejercicio profesional.

Procesos más eficientes y menos contaminantes del ambiente.

Exigencia de una mayor calidad y oportunidad de bienes y servicios.

Como consecuencia de lo anterior, las características del futuro profesional deberán ser:

1. Una formación profunda en las ciencias básicas que le permita tener bases firmes para su desarrollo, sin importar los cambios en la tecnología.
2. Autoestima y creatividad.
3. Sólidos conocimientos en informática que le permitan utilizar esta herramienta a su máxima capacidad.
4. Capacidad para transmitir sus ideas de manera concreta y precisa, tanto en forma oral como escrita.
5. Capacidad para comunicarse con corrección en varios idiomas, además del castellano. Es indudable que uno de estos deberá ser el inglés, razón por la cual será necesario exigir su aprendizaje;

no conformándose con solo este idioma, sino promover el estudio y dominio de otras lenguas extranjeras.

6. Espíritu innovador y emprendedor.
7. Conciencia de los valores nacionales.
8. Capacidad para desarrollarse en un ambiente altamente competitivo.

Aunado a lo anterior y dada la rapidez con la que la tecnología se está modificando, deberá estar consciente de la necesidad de la actualización autodidacta y mediante programas de educación continua.

Formación en licenciatura: Aun cuando no se esperan cambios substanciales en la configuración de las licenciaturas, la mayor cantidad de ingenieros será contratada por empresas medianas, en las cuales su función como ingenieros no podrá ser de alta especialización. Es por tanto conveniente que sea generalista, orientando al estudiante sobre la necesidad de recurrir a las especialidades como opción de superación profesional una vez que haya egresado de la licenciatura.

Especialidades: Deben tener una clara orientación teórico-práctica, por lo que una parte debe ser cursada en el campo de trabajo bajo tutoría académica y otra en la escuela; esto permite el aprendizaje de los conceptos teóricos necesarios para una mayor profundización en el conocimiento y su correcta aplicación.

Posgrados: Para las tareas de alta especialización y desarrollo tecnológico, es necesario orientar a un número cada

vez mayor de candidatos al posgrado, razón por la que deben fortalecerse los posgrados y vincularlos con las necesidades del sector productivo, de tal manera que se ahorren recursos a la nación al dejar de importar tecnología, y sean dichos recursos canalizados a los centros de estudio, dando lugar a un círculo virtuoso.

Para lograr lo anterior, es importante modificar los paradigmas establecidos en la formación de ingenieros; siendo necesario:

1. Revisar el contenido de los programas de licenciaturas, especializaciones, maestrías y doctorados.
2. Revisar el proceso enseñanza-aprendizaje, dando mayor énfasis a la formación en laboratorios y talleres.
3. Promover la vinculación escuela industria a todos los niveles.
4. Mayor exigencia y disciplina académica.
5. Desarrollar un cuerpo docente donde se combine la figura del profesor investigador con la del profesor de tiempo parcial.

La cuestión que queda por resolver es la del apoyo para desarrollar las capacidades de aquellos candidatos que han mostrado características sobresalientes; esto es, establecer un programa de alta exigencia y excelencia académica.

Como se planteo desde un principio, es necesario que todos los ingenieros que se

formen tiendan a la excelencia y no solo unos cuantos. Por ello, los postulantes sobresalientes deben estudiar bajo las mismas condiciones generales que el resto; es decir, en lo concerniente a planes de estudio, profesores, laboratorios, etc., pero con exigencias adicionales, como podrían ser:

- Asignaturas complementarias.
- Estudio obligatorio de lenguas extranjeras para llegar a garantizar su correcto dominio.
- Lecturas adicionales que coadyuven a su formación en general.
- Estancias industriales intersemestrales
- Participación en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico
- Asistencia a congresos, simposios y conferencias, tanto de tópicos ingenieriles como de aquellos que permitan la complementación de su formación.
- Participación en actividades deportivas y culturales que promuevan su correcto desarrollo físico y mental.

Un programa de este tipo demanda dedicación de tiempo completo al estudio y, para lograrlo, es necesario que la problemática económica sea resuelta mediante mecanismos adecuados.

¿Los programas que aquí se han planteado darán como resultado un mayor costo por alumno? La respuesta indudablemente es "No"; ya que el incremento en la eficiencia de la institución, así como la calidad del

egresado compensan con creces cualquier inversión que la instrumentación de estos programas pudiese representar.

Las acciones centrales para una formación de alto nivel deben abarcar los siguientes aspectos:

- Mayores conocimientos de los actualmente contemplados.
- Desarrollo de habilidades con mayor intensidad.
- Formación de actitudes con mayor profundidad.
- Tutoría para seguimiento personal.

La estrategia que la Facultad de Ingeniería ha puesto en marcha para la formación de Excelencia en Ingeniería consta de tres programas:

1. Programa de Alto Rendimiento Académico.
2. Curso de Preingeniería.
3. Programa de Estímulo al Desempeño Académico de los Estudiantes.

PROGRAMA DE ALTO RENDIMIENTO ACADÉMICO

Este programa, iniciado por la Facultad de Ingeniería con 75 alumnos de primer ingreso de la generación 1992, fue concebido inicialmente por la Vocalía de Prospectiva de la Ingeniería de la Sociedad de Exalumnos de la propia Facultad y posteriormente se

integró al programa general que, simultáneamente, desarrolla la Universidad Nacional Autónoma de México en 9 Facultades y Escuelas, teniendo diferentes modalidades su instrumentación en cada una de ellas.

Proceso de Selección: La selección de los candidatos se hizo a partir de los resultados obtenidos en el examen diagnóstico aplicado a la totalidad del primer ingreso. Este examen evalúa los conocimientos del bachillerato que debe poseer el alumno en contenidos de Álgebra, Geometría y Trigonometría, Geometría Analítica,

Cálculo y Física. Asimismo, se practicaron pruebas que detectan aquellos factores adicionales a la formación escolar y que más influyen en el éxito en los estudios y en el campo profesional, como son: coeficiente intelectual, hábitos de estudio y rasgos de personalidad. Para tal fin, se aplicó una batería de exámenes psicométricos y psicológicos, tales como: test de matrices progresivas de J.C. Raven;

Cuestionario de factores de personalidad, así como otros cuestionarios y actividades de diseño particular que permiten determinar las actividades y comportamientos sociales.

Con los resultados anteriores se invitó a los alumnos con mejores características generales a participar en el programa, habiéndose seleccionado 75 candidatos.

Estructura Organizacional del Programa: La instrumentación y seguimiento del programa está a cargo de un Comité

Coordinador integrado por los responsables de las áreas de Ciencias Básicas y Profesionales, los tutores y el Coordinador General, con los cuales se integra el Comité Coordinador. El Comité se encarga de determinar las acciones y normatividad del mismo, así como los criterios de aceptación y permanencia tanto para alumnos como para docentes. Dicho comité determina las actividades que, de forma adicional al plan de estudios en vigor, deberán cubrir los candidatos. El Coordinador tiene como función llevar el seguimiento del programa, así como vigilar que se proporcionen los apoyos necesarios para el buen desarrollo del mismo. Por último, dentro de la estructura de organización del programa, se tiene a los tutores, cuya presencia es fundamental para alcanzar los objetivos del mismo. Sus actividades se orientan al seguimiento directo del desempeño del alumno, a su orientación en la asignación de las labores extracurriculares como actividades deportivas, culturales y lecturas complementarias.

Materias adicionales en el Programa de Alto Rendimiento Académico: El alumno involucrado en este programa cursa las asignaturas correspondientes a su plan de estudios de manera idéntica a la del resto de los estudiantes, con la obligación adicional de llevar cursos que complementen su formación de acuerdo con su especialidad. Para este primer semestre se determine Geometría Descriptiva y para el Segundo semestre

se ha proyectado un curso de Cálculo Tensorial. Para los subsiguientes semestres no se han determinado aún las asignaturas extracurriculares que deberán ser cubiertas por este grupo de Alto Rendimiento Académico, siendo función del Comité Coordinador determinarlas; de momento se analiza la conveniencia de incluir un curso de Química con objeto de preparar al profesional a entender el problema del deterioro ambiental, así como el robustecimiento de su cultura informática y la participación en proyectos de investigación.

Desarrollo de habilidades: con este fin el alumno será introducido, a partir del cuarto semestre, en actividades de investigación; contemplando que los tutores llevaran a efecto actividades que coadyuven al desarrollo de las habilidades del candidato, como es el caso del hábito de la lectura en el primer semestre y el aprendizaje del uso de la computadora desde el inicio.

Formación de actitudes: estas se desarrollaran a través de conferencias, cursos y talleres intersemestrales, de tal manera que se obtenga un profesional con espíritu innovador, creativo, con conciencia cívica y social, así como con fuerte espíritu emprendedor.

Tutoría: el alumno tiene que estar en contacto continuo con su tutor, ya que a través de esta relación no solo obtendrá la asesoría y el apoyo necesarios para el mejor desarrollo de sus actividades, sino

además la orientación necesaria para su formación cultural complementaria. Con la obligación de tener el tutor un contacto continuo con el alumno, se persigue que se tomen acciones correctivas de manera inmediata. Es por tanto, sin lugar a dudas, el eje central del programa y en buena manera su éxito está supeditado al correcto desempeño de los tutores.

CURSO DE PREINGENIERÍA

Las características de los alumnos al ingresar a una licenciatura son en general heterogéneas, lo que se traduce en una serie de problemas para la institución, para los maestros y para los propios alumnos, con consecuencias que van desde el rezago y la falta de eficiencia, hasta la disminución en el nivel educativo o el abandono de los estudios.

Con la finalidad de tratar de corregir esta situación se ha establecido un curso propedéutico con carácter voluntario, el cual se ofrece a todos los alumnos de primer ingreso que han mostrado, en su examen diagnóstico, deficiencias en su formación previa en temas relativos a las áreas básicas. Dicho curso tiene duración de un semestre y se lleva en lugar de las asignaturas de física y matemáticas reglamentarias.

Esta acción queda perfectamente comprendida en el proceso global de formación de ingenieros de excelencia, ya que al contar con alumnos mejor prepa-

rados desde sus bases, se tendrá la consecuencia de un mejor avance y aprovechamiento, así como una mayor eficiencia de la institución.

PROGRAMA DE ESTÍMULO AL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES

Hay alumnos que por voluntad propia consideran inconveniente el participar en el programa de alto rendimiento académico, pero cuyo nivel y condiciones alcanzados les permiten también ser candidatos idóneos a programas de investigación y de posgrado. Con estos candidatos se ha puesto en marcha un programa para ser aplicado en los periodos interanuales, cuyos objetivos además de los mencionados anteriormente, son los de estrechar los vínculos de los estudiantes con la práctica profesional y motivarlos para que continúen con un buen desempeño académico.

El programa procura que los alumnos realicen estancias en Institutos y Centros de Investigación, en industrias, obras y proyectos relativos a su área.

Los programas aquí descritos y que se desarrollan en la Facultad de Ingeniería de la UNAM a partir de septiembre de 1991, son una primera respuesta a la preocupación de formar ingenieros con

la calidad y en la cantidad que los retos de un crecimiento económico, con características diferentes, se ha planteado la sociedad mexicana con motivo de su ingreso a una economía globalizada.

La demanda es ahora formar ingenieros de calidad internacional, con base en una competencia de calidad en el ejercicio profesional. El reto para las instituciones educativas de nivel superior es de gran importancia, ya que desde ahora deben dar respuesta a nuevas exigencias ante la situación de estudiantes que ingresan y son producto de un sistema educativo que aun no se transforma para ser congruente con esas exigencias, y se ha caracterizado por su aislamiento en plan internacional y su deterioro como consecuencia de la crisis económica de la década de los ochenta en nuestro país.

Sin embargo, a lo largo de doscientos años la ingeniería mexicana ha respondido cabalmente a las exigencias y necesidades que le ha planteado la sociedad mexicana; hay capacidad, hay talento y hay deseo de seguirlo haciendo en las nuevas condiciones. En esta voluntad de respuesta deben inscribirse las acciones que se toman en estos momentos. Nuestra historia es palanca para orientar nuestras acciones con miras al futuro.

PAPEL SOCIAL Y HUMANISTA DE LA INGENIERÍA

Dr. Carlos Escandón D.
Director de la Universidad
Iberoamericana

Fue en el siglo XVIII, en pleno apogeo de la modernidad, que ahora los pensadores creen que esta llegando a su fin y denominan como el momento del paso a la post-modernidad, cuando se crea, en la ciudad de México, El Real Seminario de Minas, institución cuyos 200 años ahora conmemoramos y que entonces formo a los técnicos o ingenieros en la importante industria de la extracción de metales preciosos.

Felicito a los organizadores de este Congreso Internacional sobre el Futuro de la Enseñanza de la Ingeniería y agradezco la invitación inesperada del Ing. Gilberto Borja a compartir con ustedes el interesante tema de la relación entre las ciencias duras y las ciencias blandas, entre las ciencias aplicadas de la naturaleza y las ciencias del hombre. Signos de nuestro tiempo son las designaciones de ingeniería de la conducta, ingeniería financiera e ingeniería biomédica.

Los hongos de fuego de Hiroshima y Nagasaki con sus secuelas de muerte, enfermedad y destrucción, son obra de la ingeniería y del genio de Openheimer.

La construcción y la urbanización de todas las otras ciudades de la tierra, también son obra de la ingeniería y de la inteligencia de millones de hombres que llamamos ingenieros.

Esta contradicción y a cientos de ejemplos que cada uno de ustedes sin duda ya tiene en su memoria, podríamos aducir para afirmar que la ingeniería como la aplicación de los conocimientos científicos, teóricos o empíricos para efectuar un cambio en la naturaleza que se concreta en una realidad utilitaria, es de suyo indiferente; es la intención del hombre que lo crea, la que puede destinarlo a la destrucción y la muerte como instrumento militarista y bélico o como construcción y satisfactor social, en forma de producto o de servicio a la persona o a la comunidad.

De esta relación intrínseca entre la creatividad, el proyecto, el prototipo y la intencionalidad del hombre sujeto de la ciencia y de la historia, podemos afirmar que:

Hoy más que nunca es necesaria la conciencia social y la formación humanista en el perfil del ingeniero.

Tratare en los momentos siguientes de fundar esta afirmación y sacar con ustedes algunas de las consecuencias más importantes.

EL INGENIERO EN EL PROCESO CULTURAL Y CIVILIZATORIO DE LA HUMANIDAD.

Si aceptamos la hipótesis antropológica que afirma la existencia del hombre so-

bre nuestro planeta por ya 2 millones de años, es dramático y además es objeto de importante reflexión ver la aceleración progresiva del avance civilizatorio y tecnológico.

El hombre, como Homo Faber, durante el primer millón de años: 10,000 siglos, solamente usó piedras y garrotes como instrumentos y su hábitat fue la caverna definida con ramas o palizadas. ¡Que cercanos vivieron estos antepasados a las otras especies animales! Sin embargo, quien transformo la primera cueva en habitación y quien usó la primera rama de árbol o la primera piedra para defensa o ataque, fue ya un ingeniero. Usó el ingenio para transformar su medio en su propio beneficio. Su conocimiento empírico lo aplicó para resolver problemas y para efectuar cambios en forma útil para sí y para su incipiente tribu, su familia o grupo cercano. Diez mil siglos o mil milenios ocupan el paleolítico o era de piedra. ¡Qué lejano, qué remoto y qué rudimentario nos suena hoy, pero allí ya se dio un inicio de ciencia aplicada y comenzó la cultura y la ingeniería!

En el segundo millón de años de nuestra historia antropológica, aquella pequeña piedra se desliza por una pendiente que crea una bola de nieve cada vez mayor. Se controla relativamente el fuego y con este descubrimiento aparece la era de los metales y el barro cocido, y con estos elementos el hombre sale de las cuevas para hacer, para construir sus casas y de allí la aldea. El mundo del hombre ha

cambiado y el hombre ha comenzado a cambiar el mundo en forma exponencial. El hombre se va diferenciando de las otras especies que siguen atadas a su medio sin transformarlo. El ingeniero usa sus saberes para transformar con sus manos. Esto le da más tiempo para pensar a su vez, usar sus descubrimientos para mayor utilidad de sí mismo. Se defiende de las inclemencias del clima y de las amenazas de la naturaleza, asimismo de animales de presa que le resultaban un peligro. Pero, también, se enfrenta pronto a sí mismo en el otro. Surge así la muerte del hombre por el hombre. La primera guerra fratricida, simbolizada en el mensaje bíblico por el enfrentamiento de Caín y Abel y la muerte de este último. De aquel momento ¡cuántos Caínes y cuántas víctimas ha habido en la historia! La construcción se volvió destrucción. La quijada de la bestia, la lanza y el fuego fueron instrumentos de muerte y devastación.

El hombre también aprendió a cultivar las semillas y almacenar víveres, con lo cual tuvo más tiempo para pensar, y, así, nace la ciencia teórica: han pasado muchos siglos del segundo millón de años. Entramos en la época histórica, que ha dejado huellas humanas para nuestra investigación.

Se potencian en ese momento los saberes empíricos con la razón de ellos; no sólo se saben qué y cómo para hacer las cosas, sino que se comienza a saber el porqué. Con esto se explican los casos

concretos y al entender el significado universal se vuelve al concreto con una enorme posibilidad de aplicaciones. La historia del hombre Salta cualitativamente y nace la ciencia teórica y la filosofía.

Ahora surgen las ciudades, se inventa la rueda, se dominan los caminos sobre los ríos y los mares, pero en ese nuevo universo urbanizado surgen también los ejércitos y la ciencia de la guerra. Caminamos, así, de la Edad Antigua a la Edad Media y, pasando por el Renacimiento, llegamos al siglo XVIII que hoy celebramos en relación con la ingeniería en México. No es de extrañar que la ingeniería se desarrolle al inicio en las instituciones de Educación Superior como Ingeniería Militar. Fue para diferenciarse del servicio castrense, orientado a la guerra, que surge la Ingeniería Civil, madre de las ingenierías contemporáneas.

Con la evocación de estas pinceladas, podemos afirmar que es la ingeniería la profesión que ha transformado nuestro mundo; que es la profesión a la que debemos toda la Infraestructura del desarrollo y la civilización de la humanidad; pero, también, todos los instrumentos de muerte desde la primera piedra y el primer garrote que hirió a otro hombre, hasta la sofisticada guerra de las galaxias y la amenaza nuclear con la tecnificada red electrónica que guio la pasada Tormenta del Desierto, en la guerra del Medio Oriente; solamente que la dimensión de la destrucción es expo-

nencialmente superior. Por esto, afirmamos que hoy, más que nunca, es necesaria la conciencia social y la formación humanista en la enseñanza y ejercicio profesional del ingeniero.

EL UMBRAL DEL MILENIO Y EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA.

Estamos al final del siglo XX, en el cual hemos pasado más de la mitad de nuestras vidas. Encaramos el inicio de un siglo y de un milenio, y aquí ahora estamos pensando, en este congreso, sobre el futuro de la enseñanza de la Ingeniería.

El siglo que está terminando ha sido escenario de dos guerras mundiales con decenas de millones de muertos y destrucciones masivas, hasta culminar con la bomba atómica de la cual hice mención al inicio. También ha sido nuestro siglo mudo testigo de la guerra fría, con un costo absurdo de armamentismo que ha quitado el pan y ha generado angustia y muerte en muchos millones de gentes.

En 1989, con la caída del Muro de Berlín, hemos sido testigos del fracaso de esta política mundial en donde los dos países, líderes de la industria militar, están agotados y curiosamente han sido vencidos en el terreno industrial y económico por quienes perdieron la lucha armada en 1945 ¿No es esto dramático, ridículo y contradictorio?

En esta perspectiva tenemos que reflexionar sobre el ejercicio de la ingeniería en el umbral del nuevo milenio y la formación de los futuros ingenieros. ¿Será para la construcción o para la destrucción? ¿Para la paz o para la guerra?

Vivimos un momento de gran desarrollo tecnológico. Muchas ideas científicas que surgieron como teorías en el siglo XIX se han convertido en objetos y servicios concretos. Nuestro siglo también ha creado sus propios saberes teóricos, pero se caracteriza por las aplicaciones prácticas de la ciencia y su use en forma masiva. Vivimos el mundo de la sofisticación tecnológica.

La comunicación es prácticamente instantánea a través de todo el mundo y difunde no solamente noticias de eventos sino que también promueve un rápido movimiento de ideas y experiencias que amplían el campo de acción, tienden a uniformizar los criterios y a favorecer el aumento en la eficiencia del desarrollo humano.

Los productos de la industria moderna, mediante las redes de intercambio comercial, son accesibles, como bienes de consumo, a una gran cantidad de personas. Estos bienes, cuando son diseñados con espíritu de servicio social, satisfacen necesidades, facilitan la actividad humana y promueven el bienestar de la humanidad.

El gran desarrollo de la tecnología trajo consigo la diversificación de las profesiones y la proliferación de las especialidades, para poder satisfacer las demandas en los nuevos campos de aplicación del conocimiento.

Una de las áreas en donde este efecto es más impresionante es el área de ingeniería, en donde surgen nuevas disciplinas que contribuyen muy significativamente al desarrollo tecnológico.

Este partaguas de la perspectiva mundial, en la última década del siglo, nos confirma que hoy más que nunca es necesaria la conciencia social y la formación humanista en el perfil del ingeniero.

CONCLUSIONES

Saquemos ya algunas conclusiones de las ideas que hemos expuesto en este rato de reflexión, para poder hacer alguna aplicación a los programas y metodologías en la formación de los profesionales de la ingeniería.

Comencemos con nuestra responsabilidad ecológica. En la visión que les he presentado, la acción inmediata y directa del ingeniero afecta y transforma el medio ambiente, cambia la naturaleza en beneficio o en perjuicio de los mismos ecosistemas y, finalmente, del hombre. Si hacemos un balance, me atrevería a afirmar que nuestra acción transformadora ha degradado en muchas áreas el medio ambiente; hemos devastado y contaminado mucho nuestro

mundo. Pondría a su consideración esta responsabilidad ecológica como la primera conclusión de nuestra propuesta y esta conclusión deberá tener un reflejo en los programas y en los métodos de la enseñanza y del ejercicio profesional del ingeniero.

La segunda consecuencia la ubicaría yo en la productividad. Los recursos naturales son limitados y la población mundial ha llegado a una dimensión en algunos casos crítica. Por otra parte hay desperdicio y pérdida de cosechas en agricultura, hay falta de planeación y cuidado en la captura de especies marinas, hay descuidos en el uso de recursos energéticos y posibilidades no exploradas de aplicación de los conocimientos teóricos; asimismo, hay ineficacia en los métodos y procedimientos de muchas empresas con el consiguiente costo que afecta a la sociedad. Las especialidades tienen como objetivo lograr el cambio en la naturaleza con la mayor eficiencia posible. El concepto de eficiencia implica el aprovechamiento óptimo en la aplicación de los conocimientos, los recursos y el tiempo empleado en el proceso de cambio. La eficiencia, como meta operacional, es otra característica común en todas las ramas de la ingeniería. ¿No serían estos y otros tópicos, materia de los currícula de las ingenierías que ayudarían al bienestar social?

Otra consecuencia digna de mencionarse es la responsabilidad del ingeniero en el problema de los sectores marginados, sobre todo en lo que toca al tercer mundo.

Es manifiesto y doloroso ver el desequilibrio de la distribución de la riqueza en el mundo y en las naciones en particular, lo que genera tensiones Norte-Sur; pueblos ricos y pueblos en la miseria; grandes cinturones de extrema pobreza y desequilibrio en la calidad de vida rural y urbana. En este contexto la ingeniería, como profesión que produce bienes útiles y prepara la infraestructura, puede sacar efectivamente de la marginación a millones de seres humanos y encontrar soluciones a los problemas que surjan en las grandes ciudades para dotarlas de los servicios necesarios.

Al mismo tiempo, la ingeniería propicia fuentes de trabajo para todos los niveles de capacitación, desde la mano de obra menos calificada en la industria de la construcción y el sector primario de la producción, hasta los técnicos altamente preparados en las industrias con tecnología de punta.

Cabe también señalar como consecuencia, la relación entre la mayor especialidad del ingeniero y sus relaciones sociales.

A mayor especialización mayor eficacia en la producción de satisfactores, de nuevos materiales y herramientas eficaces para propiciar con precisión y rapidez el cambio del entorno humano, pero si no hay una concepción humana del seguimiento técnico que se realiza pueden producirse efectos negativos, como el oncólogo que ve un interesantísimo carcinoma y se olvida del enfermo.

La técnica especializada puede absorber la sensibilidad y estropear las relaciones sociales con la pareja, con la familia y con la comunidad. La exclusiva atención de un árbol impide ver el bosque.

La técnica debe estar al servicio del espíritu, al servicio de la persona humana. El ingeniero, por tanto, debe tener una formación multidisciplinaria y un desarrollo de sus habilidades psicosociales para poder convivir y compartir.

La última conclusión que quisiera dejar señalada, para el tema que nos ocupa, es la ética del ingeniero: como todo ejercicio profesional, la actuación del ingeniero en su desempeño debe estar regida por un código ético, esto supone en el sujeto la introspección de una escala de valores de donde debe brotar una actitud fundamental ante su entorno, los demás hombres y sobre todo ante sí mismo.

La carencia de eticidad ha llevado a la opción por la destructividad, por la guerra, por la devastación ecológica y la corrupción tanto en el contrato de la obra o del servicio, como en su ejecución. Todo esto tiene un fuerte y grave costo social. La pérdida de esta brújula ética explica: la investigación y la industria bélicas, el desprecio y el despilfarro de los recursos financieros que son producto de la contribución ciudadana para el erario público, y, finalmente, en muchos casos, el precio en vidas humanas por fraudes en la ejecución de un proyecto concreto.

En resumen, hoy más que nunca es necesaria la conciencia social y una formación humanista en el perfil del ingeniero, lo cual propicia la vida auténticamente universitaria.

El perfil actual del ingeniero debe hacer consciente en el profesional que su extraordinario papel como productor del cambio, supone una gran responsabilidad social y un gran respeto a la persona

humana. El cambio tecnológico debe satisfacer una necesidad real, debe estar respaldado por un valor ético y proteger los diversos ecosistemas. El ingeniero, en su ejercicio profesional, es un agente de servicio a la comunidad; por esto, es necesario que su formación y su perfil sea humanista, en el sentido del pensador latino: soy hombre y por eso me interesa todo lo humano.

LA FORMACIÓN DEL INGENIERO Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Ing. Guillermo Fernández de la Garza
Secretario Técnico de la Comisión
Nacional de Ahorro de Energía,
Secretaría de Energía, Minas e Industria
Paraestatal

I. INTRODUCCIÓN.

1. Por qué es importante la formación del ingeniero para el desarrollo tecnológico.

- La ingeniería es, cada vez, más dinámica en cuanto a las tecnologías y a las herramientas que utiliza. El ingeniero debe estar preparado para entender y aprovechar las nuevas tecnologías y también para utilizar eficientemente las herramientas modernas que hacen más productivo el trabajo de ingeniería.
- La sobrevivencia y el desarrollo de las empresas depende de sus estrategias tecnológicas, que deben poner especial atención en la utilización óptima de todos los recursos tecnológicos a los que la empresa tiene acceso y al desarrollo de los elementos tecnológicos necesarios para que la empresa pueda identificar las tecnologías que mejor le sirven e integrarlas a sus sistemas de producción.

- La función de investigación y desarrollo es un elemento importante dentro de las estrategias tecnológicas de las empresas. Los ingenieros juegan un papel central dentro de estas funciones y requieren de una preparación que les permita ayudar a definir, realizar y utilizar las tareas de investigación y desarrollo, como apoyo y complemento a la adquisición y asimilación de las tecnologías que requiera la empresa.

Por qué es importante tratar este tema en un seminario sobre los 200 años de la Enseñanza de la Ingeniería en México.

- El Real Seminario de Minería, origen de la enseñanza de la Ingeniería en México, se funda con el propósito de ayudar a la minería de la Nueva España a salir de una profunda crisis, a través de la formación de especialistas; hacer investigación, como la que llevó al descubrimiento del Eritronio (Vanadio); y ayudar con servicios técnicos a que la minería mexicana contara con la tecnología mas avanzada de su época y tuviera los elementos de apoyo locales necesarios para hacer la investigación que le permitiera mantener un flujo continuo de innovaciones tecnológicas.
- Las estrategias tecnológicas de la minería novohispana, a finales del siglo XVIII, fueron de las más avanzadas de su época y siguen

siendo un modelo digno de análisis. Uno de los elementos básicos de esta estrategia fue, sin duda, la formación de los ingenieros con una base científica muy solida y con la preparación adecuada para entender y aprovechar los avances tecnológicos.

- Considerando la importancia actual de la formación de los ingenieros para que las empresas aprovechen al máximo los avances tecnológicos, y la trascendencia de la celebración de los 200 años de la enseñanza de la Ingeniería en México, resulta especialmente oportuno que dentro de esta celebración se trate el tema que nos ocupa.

II. El papel del ingeniero en el México del siglo XXI.

1. La Ingeniería como medio para mantener competitivos los sistemas de producción a través de la actualización tecnológica de los mismos.

- Las estrategias de desarrollo planteadas para México se basan en la inserción de nuestro país a la economía mundial y su éxito dependerá de la capacidad que se desarrolle para ampliar continuamente su competitividad internacional.
- La competitividad internacional depende, cada vez en mayor medida, de la capacidad para incorporar rápida y eficazmente los avances tecnológicos en los sistemas de pro-

- ducción. Por eso, México requiere acelerar el desarrollo de la infraestructura tecnológico-empresarial que permita asimilar, mejorar, desarrollar y comercializar la tecnología que haga más competitivas a las empresas de nuestro país.
- La ingeniería es un elemento esencial de la infraestructura tecnológico-empresarial y corresponde a los ingenieros jugar, en forma creciente, el papel de motores e instrumentos clave de los procesos de innovación tecnológica de las empresas.
2. El ingeniero como promotor e instrumento de la innovación tecnológica.
- El ingeniero, como responsable de diseñar, construir, operar y mejorar los sistemas de producción, es el elemento más importante en los procesos de innovación tecnológica.
 - Es el ingeniero quien tiene que integrar las oportunidades que se derivan de los avances científicos y tecnológicos con las condiciones empresariales que permitan a las empresas competir a base de tecnologías que, aun siendo genéricas, les den margen para aprovechar al máximo las ventajas que el país les ofrece; y que, también, en las circunstancias adecuadas, les den ventajas directas derivadas del dominio de tecnologías núcleo en empresas de avanzada.
- El diseño de estrategias tecnológicas adecuadas, a nivel de las empresas y de sus cadenas y redes productivas, es una tarea prioritaria en nuestro país. Los ingenieros, conocedores de la realidad mexicana y de las oportunidades derivadas de la tecnología mundial y del potencial para alianzas empresariales internacionales, deben ayudar a que se cuente con estrategias tecnológicas que den a las empresas mexicanas competitividad creciente.
 - Estrategias como las que se han diseñado en Mabe y Vitro, empresas mexicanas que han instrumentado alianzas exitosas para exportar aparatos electrodomésticos, apoyándose en la capacidad tecnológica y empresarial con que ya cuenta nuestro país.
3. La administración de la tecnología como uno de los retos más importantes para las empresas mexicanas y el papel de los ingenieros para optimizarla.
- Independientemente del tamaño y el tipo de empresa, la creciente competencia y el dinamismo de las tecnologías, los productos, los mercados y el ambiente empresarial, están haciendo indispensable un alto

grado de profesionalismo en la administración o gestión de la tecnología de las empresas mexicanas.

- La administración de la tecnología significa, por una parte, la definición de estrategias tecnológicas consistentes con la planeación general del desarrollo de la empresa, y también todas las medidas y acciones que permitan instrumentar eficientemente dichas estrategias. Un aspecto esencial de la administración de la tecnología, es asegurar la disponibilidad de personal preparado e integrado adecuadamente para cumplir con las actividades tecnológicas de la empresa; esto tiene implicaciones importantes no solo dentro de la misma sino también fuera de ella. En particular, es importante la vinculación de la empresa con las instituciones educativas que pueden preparar al personal que requiera, para darles a estas últimas orientación y apoyo.
- Los ingenieros son los responsables de que haya una adecuada administración tecnológica de las empresas; conocen lo que se requiere en cuanto a tecnología y deben tener la visión empresarial para ubicar y promover eficazmente las medidas de administración tecnológica dentro de la empresa.

Las empresas de base tecnológica, su importancia para México y el papel del ingeniero para crearlas y desarrollarlas.

- El concepto de empresa de base tecnológica o EBT, está adquiriendo creciente importancia mundial. Se trata de empresas con un alto contenido tecnológico, que basan su éxito en la capacidad para incorporar muy rápidamente los avances tecnológicos, frecuentemente, con una aportación tecnológica propia sustancial.
- Se caracterizan por contar, entre su personal, con un alto porcentaje de profesionistas especializados, por tener excelentes relaciones con grupos de investigación y desarrollo independientes y de otras empresas, disponiendo frecuentemente de una base empresarial débil y requiriendo de importantes inyecciones de capital de riesgo para desarrollarse.

III. La formación curricular y la actualización permanente del ingeniero para el desarrollo tecnológico.

1. Objetivos.

- Para que el ingeniero pueda cumplir adecuadamente con el papel que le tocará jugar en el siglo XXI, aprovechando al máximo los avances científicos y tecnológicos en las empresas mexicanas, requiere una formación con los siguientes objetivos:
 - Conciencia de su papel, del desarrollo tecnológico y de los conocimientos que requiere.

- Sólida formación científica.
 - Dominio de los aspectos esenciales de las tecnologías de su especialidad.
1. 2. Preparación del ingeniero para que sea el motor y el instrumento principal de los programas de innovación tecnológica de las empresas mexicanas, asimilando, mejorando, desarrollando las tecnologías que optimicen su desarrollo.
 2. Para lograr lo anterior, la preparación escolar de los ingenieros debe dar especial atención a su formación científica, a la realización de proyectos escolares relevantes en el contexto de modernización de las empresas mexicanas y estimular el trabajo en equipos multidisciplinarios.
 3. Se requiere que en cada escuela o sistema de escuelas de ingeniería, haya un responsable de promover estas mejoras y contar con el apoyo de cuando menos un núcleo, en el país, que concentre la información y tenga capacidad de difusión, asesoría y análisis en base en las mejores experiencias del país y del extranjero.

**IMPORTANCIA DE LA
FORMACIÓN DEL INGENIERO
ANTE EL DESARROLLO
TECNOLÓGICO**

- Cambios en la ingeniería cada vez más dinámicos por los avances tecnológicos.

- El ingeniero debe estar preparado para entender y aprovechar las nuevas tecnologías.
- El desarrollo de las empresas depende, cada vez más, de sus estrategias tecnológicas.
- Los ingenieros juegan un papel central y necesitan de una preparación que les permita ayudar a definir, realizar y utilizar las tareas de investigación y desarrollo, como apoyo y complemento a la adquisición y asimilación de las tecnologías que requiere la empresa.

**IMPORTANCIA DE ESTE TEMA EN
LOS 200 AÑOS DE LA ENSEÑANZA
DE LA INGENIERÍA EN MÉXICO**

- El Real Seminario de Minería, origen de la enseñanza de la ingeniería en México, se funda con el propósito de ayudar a la minería de la Nueva España a contar con la tecnología más avanzada.
- Las estrategias tecnológicas de la ingeniería novohispana, a finales del siglo XVIII, fueron de las más avanzadas de su época.
- Puso énfasis en dar a los ingenieros una base científica muy sólida y la preparación adecuada para entender y aprovechar los avances tecnológicos.
- Importancia actual de la formación de los ingenieros para que las empresas aprovechen al máximo los avances tecnológicos.
- Trascendencia de que en la celebración de los 200 años de la enseñanza de la ingeniería en México se trate el tema que nos ocupa.

PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- México necesita acelerar la modernización de la enseñanza de la ingeniería para integrarse competitivamente a la economía mundial.
- Preparación del ingeniero para que sea el motor y el instrumento principal de los programas de innovación tecnológica de las empresas.
- Especial atención a su formación científica, a la realización de proyectos, al dominio de tecnologías esenciales y a entender el contexto de la modernización de las empresas mexicanas.
- Necesidad de formar responsables para promover estas mejoras.

EL PAPEL DEL INGENIERO EN EL MÉXICO DEL SIGLO XXI

- La ingeniería como medio para mantener competitivos los sistemas de producción a través de la actualización tecnológica de los mismos.
- El ingeniero como promotor e instrumento de la innovación tecnológica.
- La administración de la tecnología como uno de los retos más importantes para las empresas mexicanas y el papel de los ingenieros para optimizarla.

- Las empresas de base tecnológica, su importancia para México y el papel del ingeniero para crearlas y desarrollarlas.

LA INGENIERÍA COMO MEDIO PARA MANTENER COMPETITIVOS LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS MISMOS

- Inserción de nuestro país a la economía mundial.
- Capacidad para desarrollar y ampliar su competitividad internacional.
- Capacidad para incorporar rápida y eficazmente los avances tecnológicos en los sistemas de producción.
- México requiere acelerar el desarrollo de la infraestructura tecnológico-empresarial.
- La ingeniería es un elemento esencial de la infraestructura tecnológico-empresarial y corresponde a los ingenieros ser el motor o instrumento clave de los procesos de innovación tecnológica de las empresas.

EL INGENIERO COMO PROMOTOR E INSTRUMENTADOR DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

- El ingeniero, como responsable de diseñar, construir, operar y mejorar los sistemas de producción, es el elemento más importante en los procesos de innovación tecnológica.

- Los ingenieros, conocedores de la realidad mexicana y de las oportunidades derivadas de la tecnología mundial y del potencial para alianzas empresariales internacionales, deben ayudar a que se cuente con estrategias tecnológicas que den a las empresas mexicanas competitividad creciente.
- Empresas mexicanas, como Mabe y Vitro, han instrumentado alianzas exitosas para exportar aparatos electrodomésticos, apoyándose en la capacidad tecnológica y empresarial con que ya cuenta nuestro país.

**LA ADMINISTRACIÓN DE LA
TECNOLOGÍA COMO UNO DE LOS
RETOS MÁS IMPORTANTES PARA
LAS EMPRESAS MEXICANAS Y EL
PAPEL DE LOS INGENIEROS PARA
OPTIMIZARLA**

- La creciente competencia y el dinamismo de las tecnologías están haciendo indispensable un alto grado de profesionalismo en la administración o gestión de la tecnología de las empresas mexicanas.
- Un aspecto esencial de la administración de la tecnología es asegurar la disponibilidad de personal preparado e integrado adecuadamente para cumplir con las actividades tecnológicas de la empresa.
- Es importante la vinculación de la empresa con las instituciones

educativas que puedan preparar al personal que requiera, para darles a estas últimas orientación y apoyo.

- Los ingenieros, conocedores de lo que se requiere en cuanto a tecnología, son los responsables de que haya una adecuada administración tecnológica, y deben tener la visión empresarial para ubicar y promover eficazmente las medidas de administración tecnológica dentro de la empresa.

**LAS EMPRESAS DE BASE
TECNOLÓGICA, SU
IMPORTANCIA PARA MÉXICO Y
EL PAPEL DEL INGENIERO PARA
CREARLAS Y DESARROLLARLAS**

- Las empresas de base tecnológica:
 - Basan su éxito en la incorporación rápida de avances tecnológicos, frecuentemente con aportaciones tecnológicas propias.
 - Cuentan con profesionistas especializados y tienen excelentes relaciones con grupos de investigación y desarrollo.
- Para México significa una gran oportunidad aprovechar el potencial empresarial de investigadores y especialistas. Igual que en otros países, pueden ser un estímulo importante para modernizar y activar la planta productiva.
- Los ingenieros, con una preparación moderna, juegan un papel central en su creación y desarrollo.

LA FORMACIÓN CURRICULAR Y LA ACTUALIZACIÓN PERMANENTE DEL INGENIERO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Objetivos:

- Conciencia de su papel, del desarrollo tecnológico y de los conocimientos que requiere.
- Sólida formación científica.
- Dominio de los aspectos esenciales de las tecnologías de su especialidad.
- Visión histórica, retrospectiva y prospectiva de los cambios en las tecnologías de su especialidad y de los cambios en su ámbito de aplicación.
- Conocimiento de la empresa como sistema de producción y de las características que le permitan aprovechar eficazmente los avances científicos y tecnológicos.

ALGUNAS EXPERIENCIAS MEXICANAS

- UNAM: CIT, Centros de Diseño, Programas de Vinculación.
- UAM: Carreras con enfoque a Problemas, Incubadora de Empresas.
- ITESM: Centro de Competitividad Internacional, Programa Emprendedor, etc.
- UIA: Programa de Vinculación, Instituto de Ingeniería.
- IPN: Programas de Formación Empresarial, Programas de Vinculación.

- Universidades de Guadalajara, Chihuahua y Veracruz.
- Sistema de Institutos Tecnológicos, - CENIDET.

DESARROLLO DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA EN MORELOS (I)

Del Instituto de Investigaciones Eléctricas surgen:

- SIMEX: Sistemas de Instrumentación y Control.
- SINTEC: Equipo electrónico para adquisición de datos y supervisión.
- SIDETEC: Simuladores de entrenamiento.

El Instituto contribuye con:

- Personal y tecnología.
- Plan de negocios y contactos con usuarios.
- Apoyo para la organización y el inicio de operaciones.

DESARROLLO DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA EN MORELOS (II)

En segunda etapa, se establece el Fideicomiso para el Parque Tecnológico de Morelos, el cual está formado con la participación de:

- Gobierno del Estado de Morelos.
- Nacional Financiera.
- Asociación de Industriales y Empresarios del Estado de Morelos.

- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.
- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Instituto de Investigaciones Eléctricas.

**DESARROLLO DE EMPRESAS DE
BASE
TECNOLÓGICA EN MORELOS (III)**

Se van a desarrollar las siguientes entides y programas:

- El Parque Tecnológico de Morelos.
- La Incubadora para Empresas de Alta Tecnología.
- El Programa para Formación de Empresas Tecnológicas (con el apoyo de la UNAM, el ITESM, y el RPI, entre otros).
- Establecimiento de Capital de Riesgo Compartido (Joint Venture).
- Club de Empresarios.

- Mecanismos para Colaboración Internacional (Encuentro de San Antonio Texas, SHPE).
- Búsqueda de financiamiento y apoyo internacional (PNUD, OAS y Secretaria de Relaciones Exteriores de México).

**DESARROLLO DE EMPRESAS DE
BASE
TECNOLÓGICA EN MORELOS (IV)**

Se acelera la formación de empresas:

- DOCUMENTA
- DEPTAC
- RESTEL
- IPRODET
- DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN ELECTRÓNICA
- CADME
- MICROINEL
- TECPRO
- PROATEC
- ICH

LOS VÍNCULOS ENTRE LA INDUSTRIA Y LA ENSEÑANZA

Dr. G. Kemble Bennett
Decano Asociado de Ingeniería
Universidad A&M de Texas

Presidente Calva, distinguidos ponentes, colegas, damas y caballeros:

Es para mí un gran placer estar de vuelta en México. El año pasado estuve varias veces de visita en este su hermoso País y me siento honrado por haber sido invitado a participar en esta Conferencia Internacional sobre el Futuro de la Educación en Ingeniería.

En mi última visita a México vine acompañando a la gobernadora de Texas, Ann Richards. Como miembro de su comitiva recorrí el país de costa a costa entrevistándome con líderes de la industria y académicos prominentes. Fue para mí una experiencia maravillosa y hoy me alegra ver entre el público a algunos de mis nuevos amigos.

En mi calidad de decano asociado de Ingeniería y director adjunto de la Estación Experimental de Ingeniería de Texas (TEES), tengo bajo mi responsabilidad los programas de investigación en ingeniería y la coordinación de los programas en ingeniería establecidos entre el Sistema

Universitario de Texas A&M (TAMUS), y México y América Latina. Estos programas abarcan desde intercambios de estudiantes y profesores hasta programas de enseñanza e investigación. Como puede apreciarse en el cuadro 1, TAMUS es un sistema universitario amplio que cubre todo el estado de Texas.

Cuadro 1
Universidades pertenecientes al Sistema Universitario de Texas A&M
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Estatal del Oeste de Texas • Universidad Estatal de Tarleton • Universidad de Texas A&M • Universidad de Prarie View A&M • Universidad de Texas A&I • Universidad Estatal de Corpus Christi • Universidad Estatal de Laredo

El sistema consta de 7 universidades, y la Universidad de Texas A&M (TAMU) es la institución insignia. El Colegio de Ingeniería de TAMU es uno de los mayores en los Estados Unidos, con una población superior a 10 mil estudiantes. TAMUS incluye también 8 dependencias estatales con oficinas por todo Texas (cuadro 2).

El programa de Ingeniería de la TAMU administra tres de estas dependencias. Ellas son el Instituto de Transportación de Texas (TTI), el Servicio de Extensión de Ingeniería de Texas (TEEX), y la Estación Experimental de Ingeniería de Texas (TEES).

Cuadro 2
Sistema Universitario de Texas A&M
Programas estatales de ingeniería y agricultura
Instalaciones del programa de ingeniería:
TEES
TEEX
TTI
Instalaciones del programa de agricultura:
TAES
TAEX
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN TAES/TAEX

El TTI es la principal institución para la investigación del transporte en el mundo, con un presupuesto anual para la investigación de más de 20 millones de dólares. El TEEX ofrece capacitación técnica, abierta a Texas y al resto del mundo, en oficios que van desde la extinción de incendios hasta la electrónica. El TEES es el brazo de investigación y de transferencia de tecnología del programa de ingeniería. Su presupuesto anual para la investigación se aproxima a los 40 millones de dólares. México atraviesa por una época emocionante. Impulsado por las reformas económicas, el crecimiento cobra velocidad y la asociación comercial entre México y los Estados Unidos vive una bonanza. (Ver cuadro 3).

Cuadro 3
Asociación México-E.U.A.

Comercio:

- 70% de las exportaciones mexicanas van a E.U.A.
- 64% de las importaciones mexicanas proceden de los E.U.A.
- México es el 3er. mercado en importancia para las exportaciones de los E.U.A. (ha tenido un incremento del 95% desde 1987).

Las reformas económicas promovidas por el presidente Carlos Salinas de Gortari han tenido también un profundo impacto en Texas. Texas, que es el estado más grande de la Unión Americana y tiene frontera con cuatro estados de la Republica Mexicana, se ha beneficiado del crecimiento económico de México. Hoy en día, dos tercios del total de los bienes de consumo estadounidenses que se exportan a México pasan por Texas, y las exportaciones de Texas se han incrementado en un 106 por ciento desde 1987.

México está en primer lugar entre los destinatarios de las exportaciones de Texas. En el cuadro 4 se enlistan los 10 principales destinos de las exportaciones texanas.

Según las estimaciones, para 1995 el comercio con México crecerá en un 41 por ciento, y para el año 2000 superara los 29 mil millones de dólares, un incremento del 74 por ciento en relación a 1990.

Evidentemente, somos socios en el mercado global. Socios en un mundo propulsado por la tecnología. Nuestros destinos están entrelazados y cada uno de nosotros debe ser competitivo en esta economía global.

Para ser competitivo globalmente y construir sus propios mercados internos, México requiere una fuerza de trabajo ingenieril altamente entrenada, familiarizada con la tecnología de punta.

Cuadro 4
Los 10 destinos más importantes para las exportaciones de Texas (cifras en miles de millones de U.S.D.)

1. MÉXICO	13.3
2. CANADÁ	3.4
3. JAPÓN	2.2
4. REINO UNIDO	1.8
5. COREA DEL SUR	1.3
6. PAÍSES BAJOS	1.3
7. SINGAPUR	1.2
8. BÉLGICA Y LUXEMBURGO	1.1
9. CHINA (Taiwán)	1.1
10. ALEMANIA OCCIDENTAL	0.867

Si México ha de proseguir por la senda del crecimiento económico, debe desarrollar sus recursos ingenieriles. Tiene que desarrollar una masa crítica de ingenieros profesionales de calidad internacional, y para esto se precisa de la inversión de la industria en la infraestructura académica mexicana.

Concretamente: la industria mexicana debe invertir y asociarse al desarrollo de profesionales, académicos e investigadores competentes.

(Ver cuadro 5).

Hoy en día existen muchas razones por las cuales la inversión extranjera se ve atraída a México. Una de ellas es una

Cuadro 5
Desarrollo de recursos humanos.
<ul style="list-style-type: none"> • Profesionales • Cuerpo docente • Investigadores

mano de obra poco costosa y trabajadora. Las industrias pueden reducir sus costos sin perder competitividad tanto en México como globalmente si trasladan el ensamblaje de sus productos a plantas mexicanas. Este escenario, sin embargo, no durara para siempre. A me-

Cuadro 6
Los recursos humanos garantizan
<ul style="list-style-type: none"> • Bienes y servicios competitivos a nivel global <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación del conocimiento actual - Ingenieros bien preparados para la industria • Nuevos productos y mercados <ul style="list-style-type: none"> - Innovaciones fundamentales en el conocimiento - Investigadores y profesorado con gran preparación

Cuadro 7
Invertir en nuestro futuro
Vínculos industrial/educación:
<ul style="list-style-type: none"> • Programas de desarrollo para el profesorado - Docencia - Investigación y desarrollo <ul style="list-style-type: none"> • Programas de intercambio de estudiantes - Preparar nuestros futuros líderes <ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de tecnología - Grupos de asesoría a industrias - Programas de intercambio profesorado/industria - Programas de cooperación - Programas de educación continúa - Capacitación - Consorcios industriales <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo <ul style="list-style-type: none"> - Laboratorios - Complementos salariales para el profesorado - Instalaciones - Apoyo a estudiantes • Reclutamiento de profesores/estudiantes - Nuestra simiente

didada que México continúe desarrollándose, sus costos por salarios a trabajadores aumentarían y los márgenes de utilidad de los inversionistas irían reduciéndose. Y conforme se reduzcan los márgenes de utilidad, México estará en peligro de perder inversión y su economía

podría verse seriamente obstaculizada. México debe evitar esta posible contracción económica teniendo preparada una fuerza de trabajo técnica bien entrenada y de gran talento. Esta fuerza de trabajo podrá garantizar: 1) Bienes de consumo competitivos a nivel global y 2) Productos y mercados nuevos e innovadores. (Ver cuadro 6).

En suma, la demanda debe ser el motor de la educación en Ingeniería, y las industrias mexicanas deben invertir en capital humano si quieren tener el futuro asegurado. ¡Es preciso formar estos vínculos educativos!

Quisiera ahora compartir con ustedes mi opinión acerca de algunas áreas en las que pueden formarse sólidos vínculos industria-educación. Estos vínculos se desprenden de mis experiencias como educador que ha trabajado en estrecho

contacto con la industria. Espero sinceramente que algunas de estas sugerencias les resulten de utilidad. Son todas ellas acciones que pueden emprenderse para **INVERTIR EN NUESTRO FUTURO**. (Ver cuadro 7).

CONCLUSIÓN

Es emocionante vivir en México en estos tiempos que corren. Como Texano, comparto esta emoción. Texas y México han forjado un vínculo en la encrucijada misma del comercio americano.

Ahora que se acerca la firma del TLC, estamos ante la oportunidad de asegurar la estabilidad económica y la prosperidad para nuestra región. Ambas tendrán lugar si trabajamos juntos en la construcción del más valioso recurso de la Ingeniería: el capital humano.

POR UN HUMANISMO INGENIERIL

Ing. Enrique Krauze
Subdirector de la Revista Vuelta

Estamos acostumbrados a pensar que existen dos territorios básicos del saber humano: por un lado las ciencias y la técnica, por otro las humanidades. El primero se ocupa de los aspectos cuantitativos e instrumentales de la vida, el segundo de lo cualitativo e irreductible. Si hubiese que concentrar en una sola fórmula el lugar común al que me refiero, cabría decir, para simplificar, que los científicos y técnicos conocen y experimentan con el cuerpo del mundo, mientras que los humanistas son los exploradores del alma.

Aunque esta división del saber es útil, quisiera mostrar que no se trata de territorios alejados o ajenos sino íntimamente comunicados, sobre todo si la ciencia, la técnica y las humanidades de las que estamos hablando son auténticas. El teorema que me propongo demostrar se formularía, entonces, del siguiente modo: el buen científico, el buen técnico, debe ser un humanista e, inversamente, el buen humanista, sobre todo el universitario, tiene por fuerza que abreviar de la ciencia y la técnica.

Para abordar el teorema no acudiré a formulas sino a un par de biografías representativas. La primera es de mi primer maestro de matemáticas en la Facultad de Ingeniería. La segunda es la de un historiador que he leído desde hace décadas. Los dos fueron, a un mismo tiempo, indisolublemente, científicos, técnicos y humanistas.

Era una fría mañana de febrero de 1965. Don Enrique Rivero Borrel estaba sentado al lado del escritorio. Vestido de manera impecable, tomaba paciente y minuciosamente la lista de sus futuros alumnos. Tendría entonces poco más de setenta años. Fue la única vez en su curso que tomó asiento. Como los oradores romanos, daba su cátedra de pie, pero su cátedra no tenía un spice de retórica.

Era sustancia pura. No faltó una sola vez a su clase. Con letra "palmer", de izquierda a derecha del pizarrón y sin jamás voltear a mirar a su público, literalmente dibujaba las demostraciones matemáticas. Desde los pupitres, los jóvenes rapados, los famosos y sufridos "perros", seguíamos aquella melodía matemática con silencio respetuoso y hasta con fascinación. Lo que nos fascinaba era la claridad, el rigor, la sencillez con que el maestro nos guiaba para entender, desde su esencia -no mecánicamente-, los conceptos.

El pizarrón era una especie de mural matemático. Un elemento estético nos atraía a él. El rigor, el equilibrio, la pulcritud de aquel pensamiento era una

experiencia de clasicismo. Nadie, que tomase en serio la teoría y el método intelectual de Rivero Borrel, podía salir al mundo de otras disciplinas, por más remotas que fueran, sin una estructura, o al menos una exigencia de estructura. Lo que el maestro transmitía no era solo un conocimiento sino una ética y una estética del conocimiento.

A través del año, su método de ponderar el aprovechamiento no consistía en palomear o tachar exámenes, sino en ver el desempeño de los estudiantes frente al pizarrón. Al final de los cursos nos reuní en el auditorio -éramos más de cien- y nos dictó el único examen que formuló en el año. Inmediatamente después abandonó aquel gran salón dejándonos solos. Hubo, como es de imaginar, un copiadero copioso. Los que sabían casi voceaban las respuestas a los ignorantes. Todos salieron soñando en su pase automático y hasta en una alta calificación. A los pocos días, en la entrega de las boletas, nos dimos cuenta que el maestro había aprobado a un 30 o 40% del salón. Las calificaciones que había puesto eran sencillamente perfectas. Nos conocía a todos. No nos había juzgado por un papel sino por una trayectoria en el salón de clases y frente al pizarrón. No sé si conocía aquella "Oda a las matemáticas" del célebre filósofo y doctor porfiriano Porfirio Parra, pero sé que nos enseñó a amar a las matemáticas como se ama a la poesía o a la historia. Como una musa que no exige inspiración sino imaginación,

precisión, constancia, diafanidad, coherencia. Nos transmitió un código ético cuyos dos pilares son la observación y la fundamentación. Nos regaló, en suma, el método científico, predicando en cada clase el amor a la verdad.

El Maestro Rivero Borrel era un científico humanista. Mi otro biografiado fue un humanista científico: el ingeniero e historiador Francisco Bulnes. Nacido en 1847, se destacó como maestro en la Escuela Nacional Preparatoria y la Escuela Nacional de Ingeniería. En 1874 fue miembro de una comisión que viajó a Japón para transcribir el tránsito de Venus por el disco del Sol. Fue miembro de varias comisiones sobre cuestiones bancarias, mineras, hacendarias. Pero la verdadera fama de este maestro de mineralogía se fincó en sus obras de historia polémica. Con la misma precisión matemática con que describió el tránsito de Venus, Bulnes investigó los temas centrales de la historia mexicana. Los títulos hablan por sí mismos. El verdadero Juárez, El verdadero Díaz y la Revolución, Los grandes problemas nacionales y, sobre todo, Las grandes mentiras de nuestra historia.

Las humanidades en tiempos de Bulnes incurrieron frecuentemente en lo que el bautizó como "los caramelos literarios", libros dulces, románticos, idealizantes, fantasiosos y, a fin de cuentas, mentirosos sobre la realidad nacional. Su afán de

ingeniero e historiador -o de ingeniero de la historia- fue aplicar el método científico al sujeto de la historia. Y hacerlo, además, como buen ingeniero, con un propósito práctico: el de modificar y mejorar la vida del país. No siempre las teorías a las que se afilió resultaron válidas -creía, por ejemplo, en el determinismo racial por las diferencias de alimentos entre las etnias-. Pero a lo largo de su obra el impulso dominante fue siempre la búsqueda de la verdad demostrable. Fue polémico y hasta iracundo porque reaccionó frente a un entorno caracterizado por inmensos vicios intelectuales que enturbiaban la comprensión clara y cabal de la realidad y la historia. Aún ahora, el extraño lector que se asoma a sus textos percibe un tono y un propósito refrescante. Pocos mexicanos se han atrevido, como Bulnes, a llamar al pan pan y al vino vino. Era un destructor de mitos. Tengo para mí que su entrenamiento de ingeniero se integró orgánicamente a su labor historiográfica. No eran dos vocaciones separadas sino complementarias.

La conclusión es sencilla. Claro que los ingenieros requieren abrir ventanas a las humanidades. De hecho, en México ya lo están haciendo. Hace mucho tiempo me tocó en suerte ser de los primeros alumnos de la cátedra de "Recursos y Necesidades de México" que discurrió mi querido maestro Adolfo Orive Alba y

recuerdo el entusiasmo que provocó en muchos de nosotros esa inclusión humanística en el currículum de Ingeniería.

La celebración de una Feria del Libro en Minería, auspiciada por la Facultad de Ingeniería, es ya una tradición que beneficia a las humanidades en su corazón mismo: la lectura. Pero si este puente con las humanidades es sano y necesario para los ingenieros, tengo la convicción de que en México sus contrapartes, los llamados científicos sociales, están mucho más necesitados de una autentica apertura a la ciencia y la técnica. No exagero al afirmar que un porcentaje altísimo de lo que se circula en México como "ciencias sociales" -en libros, en artículos, en revistas especializadas, en cafés, en programas de televisión- no es más que un cúmulo insustancial hecho de vaguedad, imprecisión, fantasía, doctrina, ideología, revestidas de una falsa autoridad de conocimiento. No caramelos literarios sino purgantes intragables; incomprensibles. Catálogos de opiniones o mentiras con pie de imprenta respetable.

Quizás es excesivo pensar que esta enfermedad afecta en general, a las humanidades en México. Quizá fuera más justo atribuirla solo a las pedantes ciencias sociales. Con todo, creo que cabe aplicarla a la mayor parte de nuestros intelectuales. "Quiero el Latín para las izquierdas", escribió Alfonso Reyes. Se podría parafrasearlo de este modo: "Quiero la ciencia y la técnica para los intelectuales".

No sé si estas dos biografías y sus respectivos escolios merezcan las tres palabras mágicas con que Rivero Borrel rubricaba sus murales matemáticos. "queda esto demostrado". Espero, cuando menos, haber demostrado que los humanistas mexicanos requieren de una ética de la verdad científica y una sensibilidad para ver los problemas en términos prácticos. De ser así, uno de los papeles sociales del ingeniero es intervenir intelectualmente en la vida pública confiando en sus propios instrumentos de observación y análisis. Olvidarse de las falsas sociologías y aplicar, resueltamente, la ingeniería de la sociedad.



Dr. Jaime Martuscelli, Dr. Luis Esteva y Dr. Roberto Villarreal, comentaristas en la mesa titulada La formación del Ingeniero y el desarrollo tecnológico.



Asistentes al Congreso Internacional sobre El futuro de la enseñanza de la Ingeniería.

LA ACREDITACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN EUROPA OCCIDENTAL

Dr. Claude Maury

Secretario General del Comité de
Estudios Sobre la Formación de
Ingenieros de la Comunidad Económica
Europea, Francia

En esta sesión, dedicada al tema de la acreditación de los programas e instituciones que imparten estudios de ingeniería, se me ha pedido presentar un panorama de la situación que priva hoy en Europa Occidental.

El tema resulta del mayor interés: en una época en que la cooperación internacional y el intercambio son preocupaciones generalizadas, la Comunidad Europea se impone también como el modelo de un campo de experimentación, a escala completa, de la construcción de un mercado de trabajo unificado para los ingenieros.

Sería un error craso olvidar que cada uno de los doce países comprendidos a la fecha en la Comunidad Europea conserva sus propias vías para formar a sus ingenieros y revalidar sus capacidades profesionales. (Si este no fuera el caso, las cosas serian mucho más sencillas).

La meta propuesta de lograr una autentica movilidad de los ingenieros en el área de la Comunidad, representa pues un verdadero reto, por no decir un asunto

enredado, y sin duda habrá de invertirse una energía considerable para concretar una respuesta satisfactoria.

Supongo que a estas alturas tendrán ya una primera impresión de la complejidad del problema que enfrentamos.

Con objeto de poder seguir el hilo de esta ponencia, es preciso tener en cuenta dos hechos fundamentales:

1) Por encima de una unidad cultural en lo general, los países de Europa Occidental tienen entre sí diferencias importantes: cada vez que se cruza una frontera, se tiene la impresión de estar en un mundo nuevo, aun, en ocasiones, al pasar de una a otra provincia.

Es fácil imaginar que estas diferencias tienen lugar también entre los sistemas educativos, que son específicos de cada país, y en la forma en que los ingenieros se cotizan en el mercado de trabajo.

2) La educación no está comprendida entre los acuerdos de la Comunidad, que por ahora solo cubren aspectos económicos y tecnológicos si bien probablemente, a partir de enero de 1993, tocarán también aspectos monetarios y algunas cuestiones políticas.

La educación se ha preservado como un asunto que compete a los gobiernos nacionales, cuando no a los regionales. En este contexto, las autoridades europeas intervienen en dos formas:

- A través de recomendaciones, o, a veces, de reglamentos, en torno al procedimiento de incorporación de las llamadas "profesiones reglamentadas" (como, por ejemplo, los médicos).
- A través de programas de financiamiento, alentando la movilidad transnacional mediante modestos incentivos materiales.

Es crucial tener presentes estos dos hechos básicos antes de adentrarnos en materia.

Dividiré en adelante mi ponencia en dos partes:

Primera: ¿Cuáles son las principales familias de los sistemas educativos para los ingenieros? ¿Cuáles son sus procedimientos de acreditación y como operan estos?

Segunda: ¿Qué se ha hecho hasta ahora para superar las diferencias y construir un mercado de trabajo satisfactoriamente fluido?

Primera parte: La educación en ingeniería en Europa: algunos puntos básicos en torno al diseño y la acreditación de los currícula en ingeniería.

A) Los tres tipos principales de estudios en ingeniería:

Para simplificar un poco las cosas, puede considerarse que la educación en ingeniería, en Europa, obedece a tres tipos principales:

- a) El sistema continental, que podría también llamarse sistema alemán: este sistema se aplica en Alemania, Bélgica, los países escandinavos, Suiza, Austria y España.

Puede caracterizarse atendiendo a la existencia de dos tipos de currícula:

- Uno de tipo científico, con duración de 4 y medio a 7 años. Los solicitantes han recibido una educación general, con énfasis particular en materias científicas.

Los desarrollos tecnológicos se estudian siempre con el apoyo de todas las herramientas científicas necesarias. El proyecto de tesis dura uno o dos semestres y se lleva a cabo en un laboratorio de investigación.

En aras de buscar una equivalencia, estos programas podrían compararse con los programas MS* (aunque la correspondencia no es del todo satisfactoria).

- Uno de tipo tecnológico, con duración de 3 a 4 años. En su mayoría, los estudiantes tienen una formación educativa tecnológica. Las materias científicas se limitan a sus aspectos utilitarios (como herramienta de trabajo).

En ambos casos, los estudiantes reciben el título de ingeniero, con una pequeña diferencia:

*N. del T. Master of Science (Maestro en Ciencias)

En Alemania:

Los ingenieros científicos tienen la categoría de "Ingenieur TH"; los ingenieros tecnológicos, la de "Ingenieur FH".

En Bélgica:

La primera categoría es la de los "Ingenieur civil", y la segunda la de los "Ingenieurs techniciens".

- b) El sistema anglosajón, vigente en el Reino Unido y en Irlanda.

También en este caso existen dos niveles, pero con diferencias importantes.

El primer nivel es el nivel básico, que corresponde a los estudios de pregrado (casi siempre de 3 años).

El graduado recibe un título de bachiller: Bachiller en ciencias o en ingeniería, suficiente para ejercer profesionalmente. Existe un Segundo nivel, que puede considerarse avanzado, con énfasis en algún área específica y cierta participación en tareas de investigación.

Este es un grado de maestría, que también habilita a los graduados para incorporarse a la actividad profesional.

Hay que señalar que este sistema ha sido adoptado en todo el mundo (los Estados Unidos, México y Japón), no obstante lo cual en Europa es todavía minoritario.

- c) El tercer sistema es el sistema Francés (pueblo brillante, los franceses no vacilan en impulsar su propia solución).

En este caso, existe solo un tipo de programa, básicamente científico, y hasta cierto punto parecido a los programas científicos alemanes.

Hasta ahora no ha surgido un tipo distinto. Los puestos tecnológicos en la industria se ocupan con los llamados técnicos calificados, con un entrenamiento académico de dos años.

Como en casos parecidos, la clasificación anterior dista de ser perfecta.

Italia, por ejemplo, está tratando de poner en marcha un sistema de dos tipos, mientras que, por el contrario, los Países Bajos modificaron el suyo hace tres años para acercarse al sistema anglosajón.

España, quien se inspiró primero en Francia, ha pensado en adoptar el modelo norteamericano..., pero por el momento se ha orientado hacia una educación al estilo alemán.

A lo largo de esta descripción general, es preciso reconocer un modelo europeo basado en dos perfiles:

- Un ingeniero con toda la preparación científica para dominar el diseño de nuevos productos y nuevas técnicas; y
- Un ingeniero cuya preparación lo capacita para aplicar dichas técnicas y supervisar su desarrollo.

B) Los procedimientos de acreditación.

En los procedimientos de acreditación se encuentra un nivel de diversidad diferente.

Como resultado de la simetría con las familias educativas, hay también tres enfoques fundamentales para el proceso de acreditación.

a) El primer enfoque se basa en una separación franca entre el mundo universitario y el mundo industrial.

Aunque las escuelas tecnológicas se derivan en su mayoría de iniciativas empresariales, en algún punto del camino se ha decidido que la supervisión de los grados debe recaer exclusivamente en académicos.

- La institución otorga un grado sin injerencia alguna del mundo empresarial.
- Este grado lleva aparejado un título profesional de ingeniero, y no hay que hacer nada más.

b) El Segundo enfoque (el tradicional) es el que considera que son únicamente las instituciones profesionales las capacitadas para garantizar que se ha alcanzado un nivel profesional satisfactorio.

Este procedimiento continúa vigente en el Reino Unido, donde el grado académico es visto como un primer paso hacia el status del llamado chartered engineer*.

*N. del T. Se trata de un ingeniero a quien la Corona Británica ha otorgado la patente para ejercer.

Para obtener la aprobación de una institución profesional, el joven graduado tiene que recabar el respaldo de un tutor y dar pruebas concretas de su capacidad para ejercer como ingeniero.

Este título de chartered engineer es antes que otra cosa un signo de reconocimiento social. Pero también es necesario estampar la firma en los planos.

c) El tercer enfoque (actualmente el francés) se basa en los principios siguientes:

a) Las instituciones académicas otorgan un título de ingeniero, con validez oficial, pero tienen poco o nada que ver con la actividad profesional.

ii) Para obtener la autorización de expedir dichos títulos, cada institución debe primero recabar la acreditación de un comité especial, con reconocimiento oficial, integrado en parte por académicos y en parte por profesionales.

Esta solución dista mucho del enfoque empresarial. Permite una suerte de reglamentación laxa, que favorece la continua adaptación de los programas.

Segunda parte:

¿Qué hacer con la gran diversidad de grados en ingeniería, de cara a la construcción de una comunidad industrial operante?

Es preciso comenzar por recordar que las autoridades europeas no están facultadas

para intervenir en las cuestiones educativas, lo cual excluye la posibilidad de una solución directa.

Hay que tener presente también que la movilidad dentro de Europa es todavía incipiente, y que la mayoría de los casos pueden resolverse de manera pragmática. Pero existen casos en los que la actividad profesional en el campo de la ingeniería está sujeta a reglamentación estricta, y es necesario hacer algo.

Pautas para las actividades reglamentadas

Son varios los casos en los que se requiere de una autorización oficial para ejercer una actividad. Ocurre con la medicina y con la abogacía, por ejemplo. Para tratar estos casos, las autoridades europeas han publicado unas pautas oficiales, que supuestamente se convertirán después en reglamentos nacionales.

Estas pautas han sido publicadas para médicos, abogados, etcétera.

Hace pocos años, se dio a conocer una pauta general que recomendaba a los países aceptar (con algunas limitaciones) la equivalencia de los tres primeros años de estudios profesionales, siempre que estos fueran requisito para una actividad profesional regulada.

Estas pautas fueron motivo de un acalorado debate entre la gente que se ocupa del empleo en el campo de la ingeniería. La discusión se centraba en dos puntos:

¿Debe contarse la ingeniería entre las actividades protegidas (de acceso restringido)?

En caso de ser afirmativo lo anterior, ¿cómo debe aplicarse la pauta general?

(Quizá fueran necesarias guías más específicas).

No quisiera meterme de lleno en este debate, que ha dado pie a una enorme cantidad de discusiones.

Me arriesgare a dar un punto de vista más personal en tres aspectos:

1) El acceso a la profesión de ingeniero está reglamentado solo en unos cuantos casos, y este es un aspecto secundario del problema.

(Hay una confusión, de la que es responsable la existencia de instituciones profesionales).

Se dan situaciones específicas en las que para incorporarse a una actividad profesional es preciso mostrar un título digno de crédito. Pero el caso más importante es el de la práctica libre de la profesión (Reino Unido, España, Italia), que representa una proporción pequeña de los empleos.

En España no es posible ejercer como ingeniero si no se es miembro de un colegio profesional. Lo cual resulta enteramente natural si uno es español, pero se convierte en una restricción ilógica en el caso de ser italiano.

Las cosas son aun más enredadas, puesto que existen dos niveles de acreditación (un nivel inferior y otro superior).

Un miembro de la institución británica de ingenieros civiles será admitido en el nivel superior (habiendo cursado tres años de estudios), mientras que un graduado de una Fachhochschule alemana, con cuatro años de estudios, será admitido en el nivel inferior. Es bien evidente que hay que hacer lo posible por:

- establecer la totalidad de los casos; y
- procurar hallar una solución.

2) Los intentos por crear una suerte de equivalencia profesional, 7 u 8 años después de iniciada la educación superior, válida en toda Europa, no han tenido éxito.

Siguiendo el patrón inglés, puede considerarse que la competencia en ingeniería se basa en una educación académica complementada por una experiencia profesional.

Si se siguiera un esquema parecido, podría imaginarse un consenso para equiparar a un ingeniero alemán, con 6 años de estudios y 2 de experiencia, con uno inglés que ha estudiado 3 años y ejercido 5.

Esta clase de equivalencias fueron puestas a prueba por la Asociación Europea de Ingenieros con la creación del llamado "Título de Ingeniero Europeo".

Tras algunas discusiones, parecía que no habría dificultad en considerar este título como un documento único; se decidió hacer una distinción usando colores:

- con tres años de estudios podía obtenerse uno verde
- con seis años uno azul... (o al revés).

Este intento de llegar a un acuerdo común no quedó a salvo de las críticas, pues depositaba en un cuerpo profesional la atribución exclusiva para otorgar los documentos.

Pocos han sido los graduados que han solicitado este nuevo título (8 mil aproximadamente, 6 mil de ellos británicos y ¡ningún alemán!). Ello demuestra que cualquier esfuerzo encaminado a eliminar diferencias nacionales termina en un callejón sin salida.

3) Cómo apoyarse en el mercado y compensar sus limitaciones.

Si se tratara de limitar los casos de acceso restringido al ejercicio profesional de los ingenieros (según una tendencia general que también se observa en los Estados Unidos), y se descrea de las soluciones milagrosas, es preciso confiar en la regulación nacional del mercado (¡Y además es un concepto que está de moda!).

Cuando se plantea este problema a las compañías alemanas, italianas o francesas, dicen todas lo mismo: "Trataremos de ser pragmáticos. Tiene usted que darse cuenta primero de que no es nuestro objetivo sacar graduados

extranjeros de sus países, y de que la movilidad natural es muy escasa. Si el día de mañana llega un graduado alemán o italiano a tocar a la puerta, entonces consideraremos su caso".

En un contexto de sólido consenso en torno a la elevada eficiencia de las economías de mercado, todo mundo podría estar de acuerdo.

Pero...

Pero no hay que olvidar que en el intercambio de bienes y servicios es necesario asegurar la confianza del cliente.

Si se anuncia un queso bajo en grasas, tiene que ofrecerse un queso bajo en grasas y no un producto cremoso (por el reverso). Si se ofrece una botella de vino, provocara un disgusto enterarse de que el vino ha sido elaborado con manzanas, sin una sola uva.

Desde mi punto de vista, para obviar cualquier discusión táctica, la cuestión fundamental es: ¿Cómo conseguir un nivel mínimo de claridad entre sí plétora de grados que se otorgan en Europa Occidental, sin que ello obligue a imponer un marco de trabajo demasiado rígido?

Podría pensarse en la duración de los programas académicos, pero los ingleses se disgustarían.

En términos políticos, sería natural centrar las alternativas europeas en torno al modelo dominante, que es el alemán.

En tal caso habría que distinguir:

- Un título para los estudios científicos prolongados (más o menos equivalente a una maestría en ingeniería).
- Un título para estudios tecnológicos de menor duración.

Parecerá una broma, pero si se piensa en

una evolución semejante, el nuevo sistema europeo tendría que enfrentarse a una autentica brecha con el sistema que prevalece en la mayor parte del mundo (en México, por ejemplo), y habría que comenzar una nueva ronda de discusión. ¿Quién dijo que a los ingenieros no les gusta discutir?



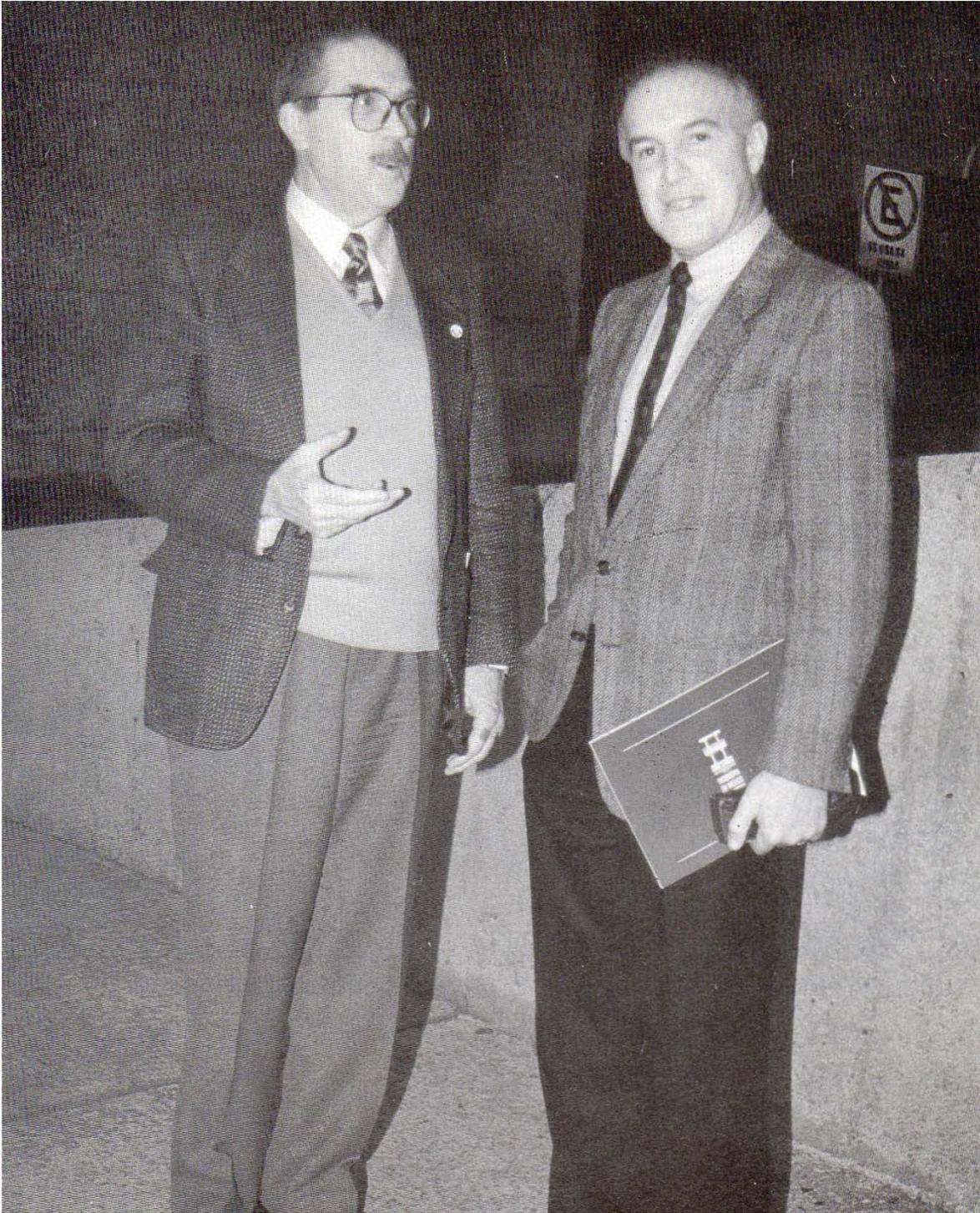
Dr. José Sarukán Kermez, Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México e Ing. José Manuel Covarrubias, Director de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, presentes durante la inauguración del Congreso.



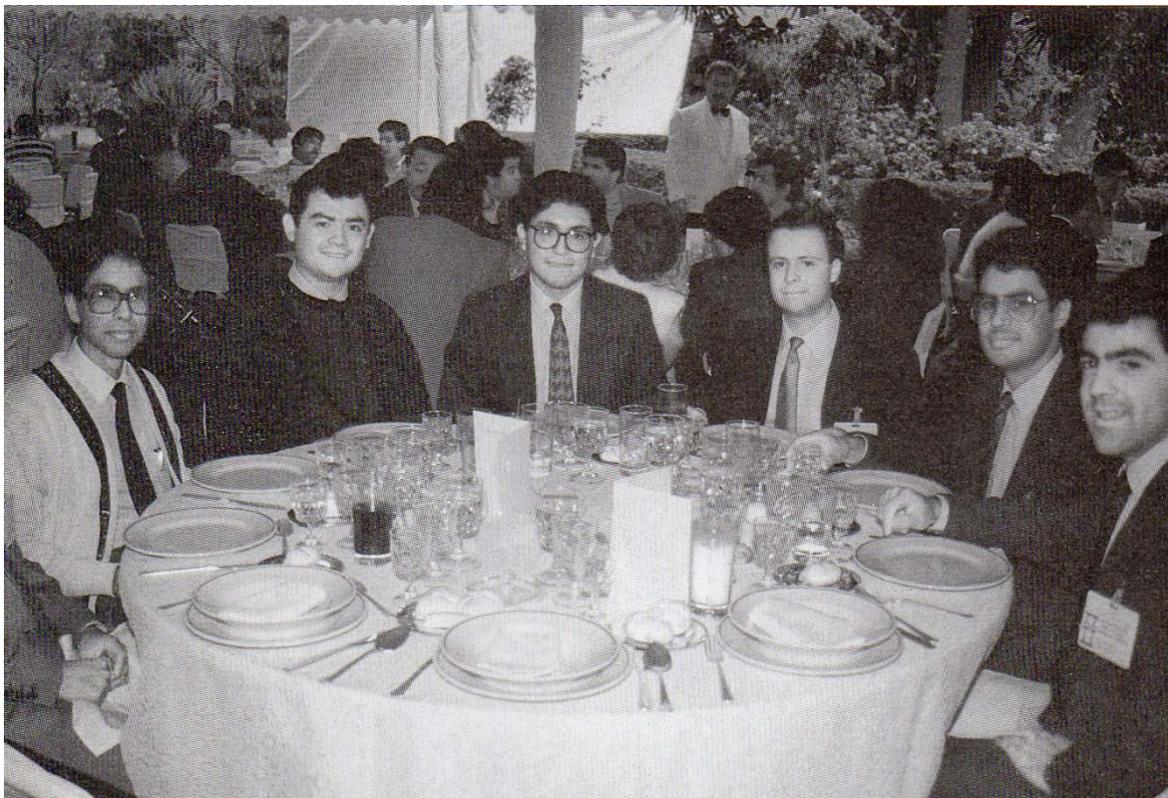
Ing. Héctor Calva Ruiz, Ing. Carlos Slim Helú, Dr. Kemble Bennett y Dr. Frederik Kunan quienes participaron en la mesa titulada Necesidad de Vinculación con el Sector Productivo. Formas de Vinculación de la Educación en Ingeniería con el Sector Demanda.



Dr. Salvador Malo, Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León e Ing. Ramón de la Peña en la inauguración de la mesa titulada Modernización de la Educación Superior.



Dr. José Ruiz de la Herrán e Ing. Gerardo Ferrando Bravo departiendo amistosamente.



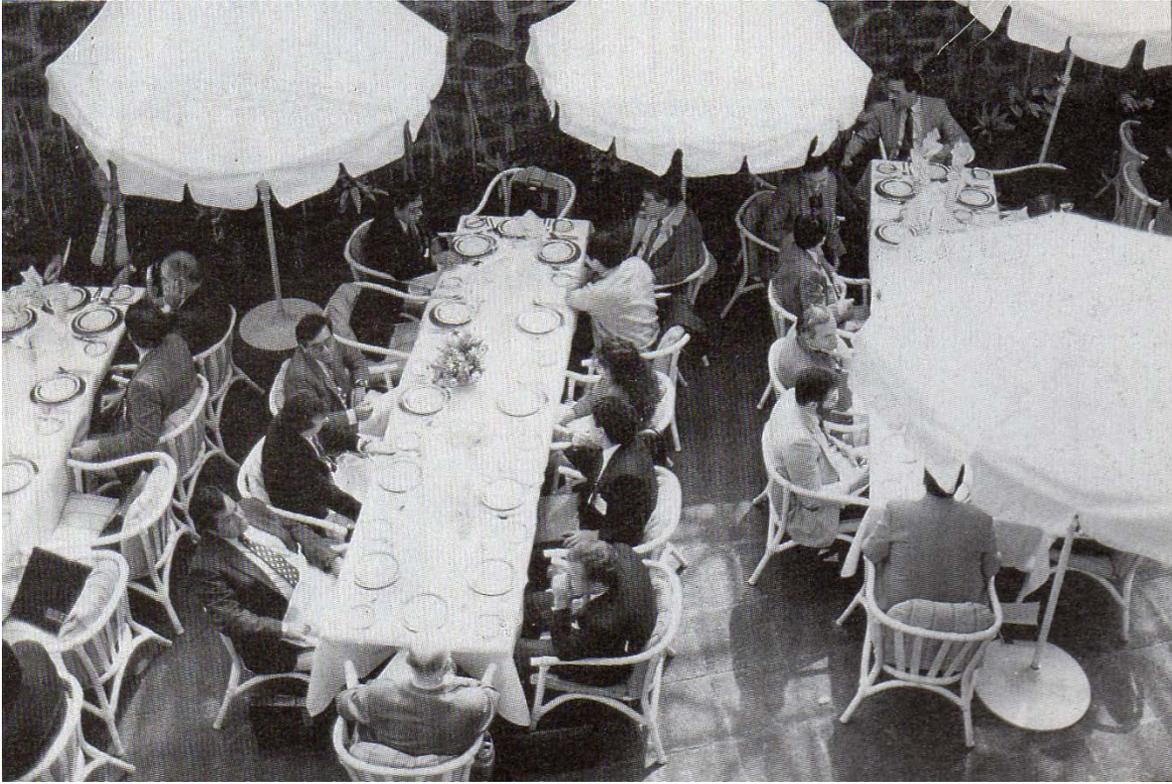
Estudiantes distinguidos durante la comida en la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez.



Personalidades distinguidas durante la comida en la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez.



Vista general de participantes en una de las comidas en el Hotel Radisson.



Toma aérea de participantes en una de las comidas en el Hotel Radisson.



Dr. Phillip H. Coombs, Presidente del Consejo Internacional para el Desarrollo de la Educación, E.U.A.



Mtro. en Ciencias Efrén T. Rojas Dávila, durante la presentación de su ponencia en la mesa titulada Modernización de la Educación Superior.



Ing. Ramón de la Peña, Rector del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

PROSPECTIVA DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

Dr. Felipe Ochoa Rosso
Coordinador de la Comisión de
Prospectiva de SEFI

El análisis del entorno mundial permite observar ciertos aspectos sintéticos esenciales:

- El crecimiento económico mundial y la necesidad de comercializar globalmente productos que demandan muy altas inversiones para su desarrollo, aceleran el proceso de globalización de la economía.
- Cada vez, en mayor medida, la producción de bienes y servicios será global, así como sus mercados y sus estándares serán también globales.
- Para satisfacer estándares globales se requerirá del acceso a la tecnología de todos los países, con su correspondiente costo de transferencia, así como la capacidad de realizar innovaciones tecnológicas propias.
- No sólo la tecnología global y el mejoramiento del capital humano permitirán la inserción de los países en la economía global. Asimismo, la tecnología y los recursos humanos modernos contribuirán a forzar, en la sociedad, un mayor pluralismo y una mayor libertad.

Y en materia de intercambio económico, es ya un hecho el advenimiento de la economía global.

La globalización, en este rubro, se refiere a la operación de la economía del mundo, como si este fuera un solo sistema, y no un conjunto de subsistemas independientes, asociados con cada país o ciertas regiones.

La revolución que está ocurriendo estriba en que las economías nacionales ya no pueden operarse internamente, solo pueden entenderse en vinculación con el resto de las demás economías. El aislamiento ya no es viable.

El Sistema de Economía global queda definido, entonces, como el conjunto de economías nacionales y sus interrelaciones.

El fenómeno de sistematización de la economía en el mundo es un hecho que seguirá avanzando, a pesar de cualquier esfuerzo para detener o frustrar el proceso. Este hecho se fundamenta en el grado de intercambio de bienes y servicios que se experimenta en el concierto de las naciones.

Lo inminente del cambio de siglo y ahora de milenio, ha vuelto a acelerar la historia, imprimiéndole sentido de urgencia al proceso de globalización.

Los acontecimientos en el ámbito político-social de los países del centro de Europa y de la Unión Soviética, así como el proyecto Europa 1992, son claros ejemplos del aceleramiento del cambio de la historia en la última década del siglo.

Es posible esperar, para los próximos años, una creciente interdependencia entre los países en: geopolítica, geoeconómica, energética y tecnológica que, se aprecia, no tendrá precedente en la historia.

En materia tecnológica el avance mundial de los últimos 25 años ha sido extraordinario, comparable al que se tuvo en los últimos 200 años. Los avances se han caracterizado por la diversidad de campos tecnológicos en los que han ocurrido: tanto en las telecomunicaciones, como en la microelectrónica; en la inteligencia artificial como en la biotecnología: en la robótica; en las computadoras neurales; en los aceros de calidad, las fibras ópticas y los nuevos materiales compuestos; la tecnología del espacio; la ingeniería genética, y la propia ingeniería financiera.

Los recursos de capital, que requiere la investigación y el desarrollo, están llegando a cifras que difícilmente pueden ya recuperarse sin tener en cuenta mercados globales para los productos tecnológicos. Esto imprime una nueva realidad económica al cambio de milenio: la necesidad de la globalización.

Señores Congresistas;

Señoras y Señores:

La Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería apoya, no solo desde el

punto de vista económico, a su Facultad, sino también con la experiencia conjunta de sus egresados, en razón del conocimiento y la práctica de la ingeniería en el ejercicio de su profesión. En 1989, ante la nueva apertura macroeconómica, SEFI solicitó a su Comité de Prospectiva que explorara el impacto de este cambio en el futuro de la ingeniería en México, así como los requerimientos consecuentes en materia educativa.

Sobre los resultados de estos estudios, basaré mi presentación en este Congreso. Difícilmente podemos hablar del futuro de la Educación en Ingeniería sin una visión, aunque sea aproximada, de lo

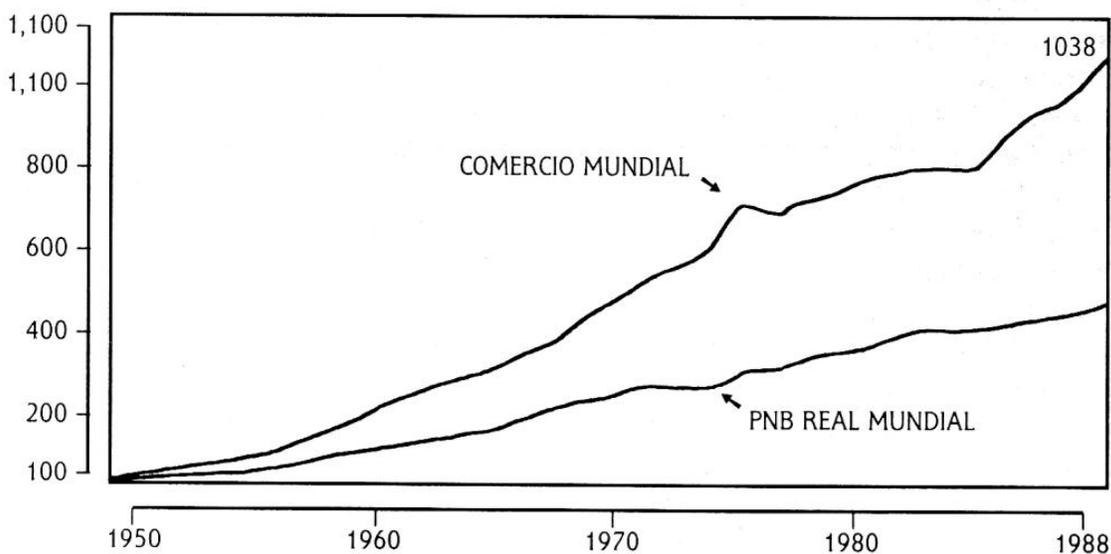
que será la ingeniería en el futuro; así como de las características de su sector demandante.

Y, por otra parte, resulta claro que la ingeniería, que habrá de requerirse en el futuro, estará condicionada por el entorno macroeconómico, no sólo del país, sino ahora, también, del entorno internacional. La realidad contemporánea conduce inexorablemente a la globalización de la actividad humana.

Nos recuerda Zwicky¹ que la física nuclear, después del lanzamiento de las bombas atómicas contra Japón, en 1945,

¹ Zwicky, F. Discovery, Invention, Research, The Macmillan Co. 1969.

EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA ECONOMÍA GLOBAL



Índice 1950 = 100

Fuente: How the world will change, FORTUNE, Enero, 1990.

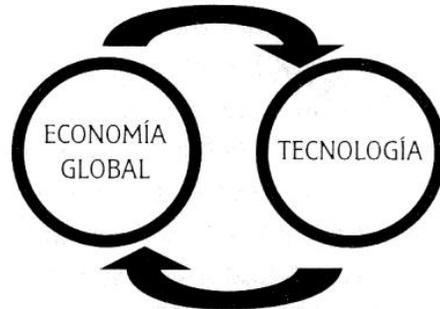
obligó a las naciones a confrontar la nueva opción real: Un solo mundo, o ninguno.

Esto es: o construimos nuestro mundo al unísono o, tarde o temprano, lo destruiremos nosotros mismos.

El mundo ha optado por la vía de la integración económica, para darle viabilidad a esa premisa; de ahí, la economía global. Esto constituye el cambio después de la gran conflagración. El primer paso de un proceso gradual, en un campo salpicado de minas y que, sin embargo, la humanidad ha considerado necesario transitar.

INTERACCIÓN ENTRE LA ECONOMÍA GLOBAL Y LA TECNOLOGÍA

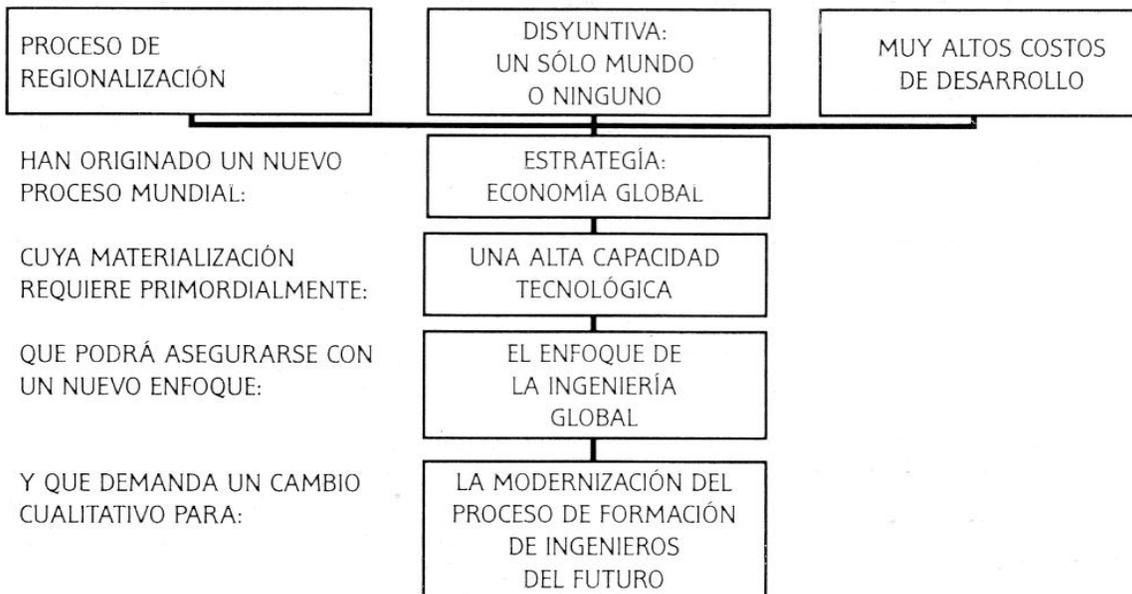
INYECCIÓN DEL PLURALISMO Y LIBERTAD A LA SOCIEDAD



DEMANDA DE TECNOLOGÍA

EL CAMBIO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SATISFACTORES DE LA SOCIEDAD

DIVERSOS FACTORES:



CARACTERIZACIÓN DE LA INGENIERÍA GLOBAL

- Es la ingeniería de un país, homologada con la ingeniería internacional.
- Es la ingeniería que, en todas sus especialidades, se ejerce de manera consistente con las normas, estándares y especificaciones internacionales.
- La formación para la Ingeniería Global requiere de un sistema educativo al nivel de la educación internacional en ingeniería.

DE EQUILIBRIO PRODUCCIÓN/POBLACIÓN

En el consorcio mundial, México ocupa el lugar:

- No. 16 con respecto a su PIB.
- No. 6 en población.
- No. 36 en PIB per cápita.

Para romper el desequilibrio, México necesita producir mucho más. De manera creciente y sostenida con tasas cercanas al 7-8% anual.

INSERCIÓN DE LA ECONOMÍA MEXICANA EN LA ECONOMÍA INTERNACIONAL

- México incrementara exportaciones con base, primeramente, en tecnología importada.
- Incurrirá en grandes desembolsos para adquirirla.

EL RETO

- Importar tecnología bajo licencia no resulta fácil.
- Requiere de razonamiento y juicio técnico del más alto nivel.
- Requiere de atención desmedida por el detalle.
- Debe tener una planta de ingenieros de alta calidad para absorberla.

EL CAMBIO PARA LA MODERNIZACIÓN PRESENTA PARA MÉXICO UN DOBLE DESAFÍO

- Alcanzar competitividad en los mercados internacionales.
- Necesidad de apoyar el crecimiento de su mercado interno.

FASES PRAGMÁTICAS DE LA EXPORTACIÓN

- México tendrá que adquirir la tecnología necesaria para entrar de lleno a la globalización.
- Pero,... deberá dar el giro, en el mediano plazo, hacia la exportación de productos con su propia tecnología.

EXPERIENCIA DE JAPÓN

- Entre 1950 y 1980, invirtió más de 10 mil millones de dólares para obtener la tecnología que necesitaba. (Posiblemente la mejor inversión hecha por nación alguna).

- En esas 3 décadas negocio del orden de 30 mil acuerdos independientes con compañías extranjeras. (Esfuerzo monumental para posicionar a su industria).
- Japón lo logró con base en el compromiso de su gobierno hacia la educación.
- Esto permitió construir un ejército de ingenieros tan grande como el de Estados Unidos.
- Invirtió, asimismo, en investigación y desarrollo al nivel de los países más avanzados.

CARACTERÍSTICAS QUE CONDICIONAN A LA INGENIERÍA DEL FUTURO

- La habilidad de apreciar los problemas de la ingeniería con visión sistemática.
- Un conocimiento científico /tecnológico riguroso.
- Con capacidad de use de tecnologías específicas para el aprendizaje y la práctica profesional.
- Con capacidad de asimilar la tecnología y de administrarla; de adaptarla y no solo de trasplantarla.
- Con la habilidad creativa que permita innovar en su práctica profesional y desarrollar tecnología.
- Una disposición motivacional a la actualización permanente de conocimientos.
- Con la experiencia de haber sido expuesto a las culturas y formas de vida del exterior.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA GLOBAL

FUNCIÓN DEL INGENIERO:

- Concepción y diseño.
- Construcción o manufactura.
- Supervisión y control.
- Operación y distribución.
- Conservación y mantenimiento.

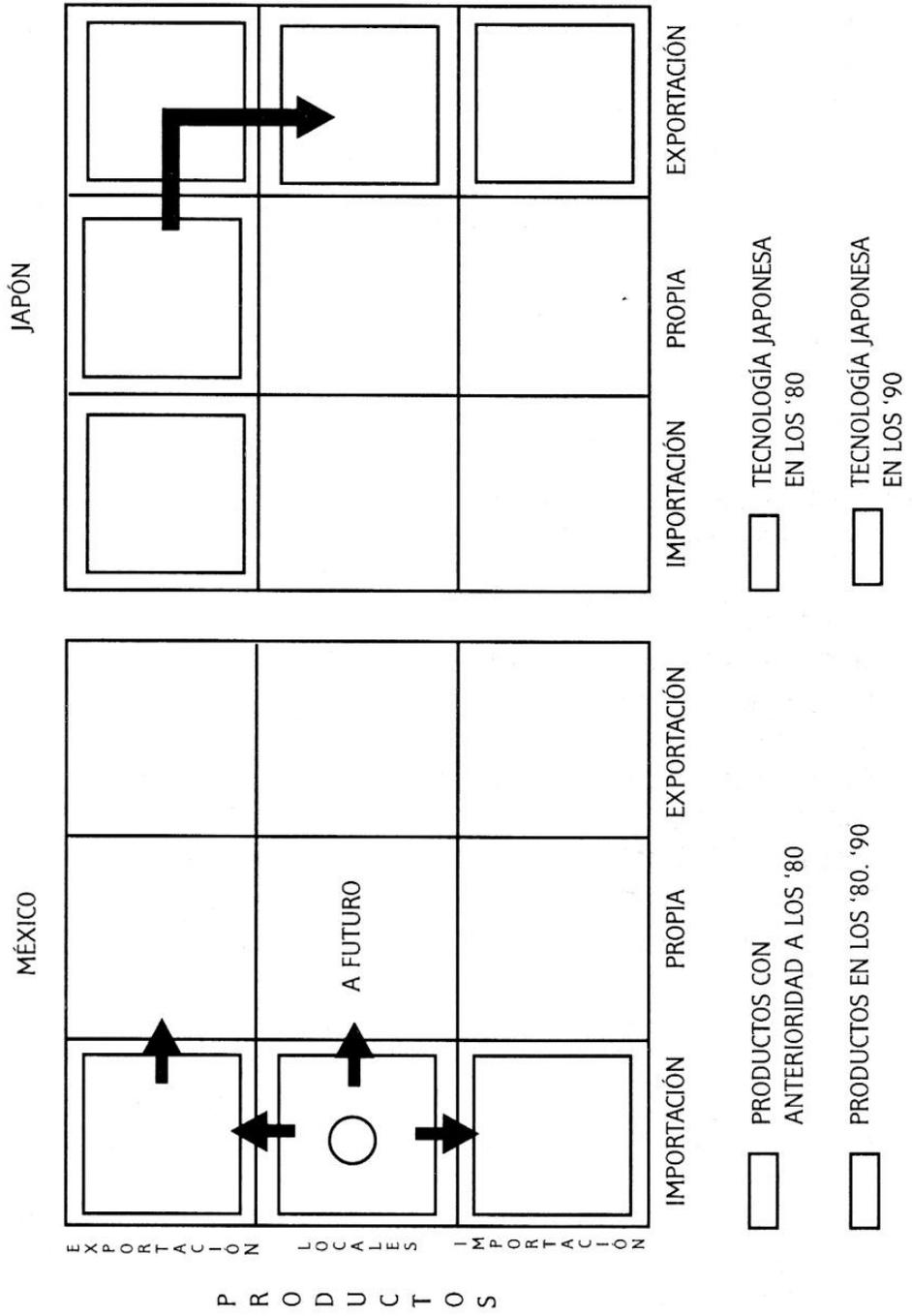
CARACTERÍSTICAS DE LA REORIENTACIÓN:

- Innovación permanente de productos orientada hacia las necesidades del mercado.
- Eficiencia internacional en el proceso.
- Eficacia internacional en el producto.
- Innovación permanente en el proceso.
- Con métodos, estándares y normas internacionales.
- Con mínimos inventarios y productividad.
- Preventivo y sistemático.

ATRIBUTOS ESPERADOS DE LOS PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA

- Visión holística de las disciplinas.
- Profesionales competentes, capaces de adaptar otras tecnologías.
- Capacidad de reflexión y análisis, a la vez que de creatividad y síntesis.
- Consciente del esfuerzo de superación necesario para mantenerse en la frontera de su profesión y de la evolución internacional.

EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA COMPARADA



- Capacidad de empatía para entender las necesidades y deseos de los usuarios de la ingeniería.
- Espíritu emprendedor y con perfil humano.

ASPECTOS QUE DEBERA TOMAR EN CUENTA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

- Toma de conciencia sobre la importancia del hombre y de su iniciativa personal.
- Rápida caducidad del conocimiento.
- Estado permanente de guerra económica.
- Mayor grado de intelectualización en la producción de bienes y servicios.
- Un mayor papel social de la tecnología.

EL CAMBIO EN LOS SERVICIOS EDUCATIVOS, CON EL OBJETO DE:

- Mejorar la permanencia y rendimiento escolar de los alumnos.
- Mejorar la calidad de los servicios educativos.

PARA LA CUAL ES NECESARIO REINVENTAR SUS COMPONENTES:

- La organización del sistema educativo.
- Los contenidos y métodos educativos.
- Las formas de participación de la sociedad.

EDUCACIÓN CONTINUA

- A medida que el conocimiento sea el

recurso central del futuro, la educación continua de ingenieros altamente preparados resulta más importante (Peter Drucker).

ESTRATEGIA

- Corto Plazo.
- Vehículo idóneo para atender el cambio con los "profesionales actuales de la ingeniería".
- Mediano y Largo Plazo.
- Cuando el conocimiento sea el recurso central, tendrán que revolucionarse los métodos de la educación continua.

ELEMENTOS DEL SISTEMA INTENSIVO DE EDUCACIÓN FORMAL

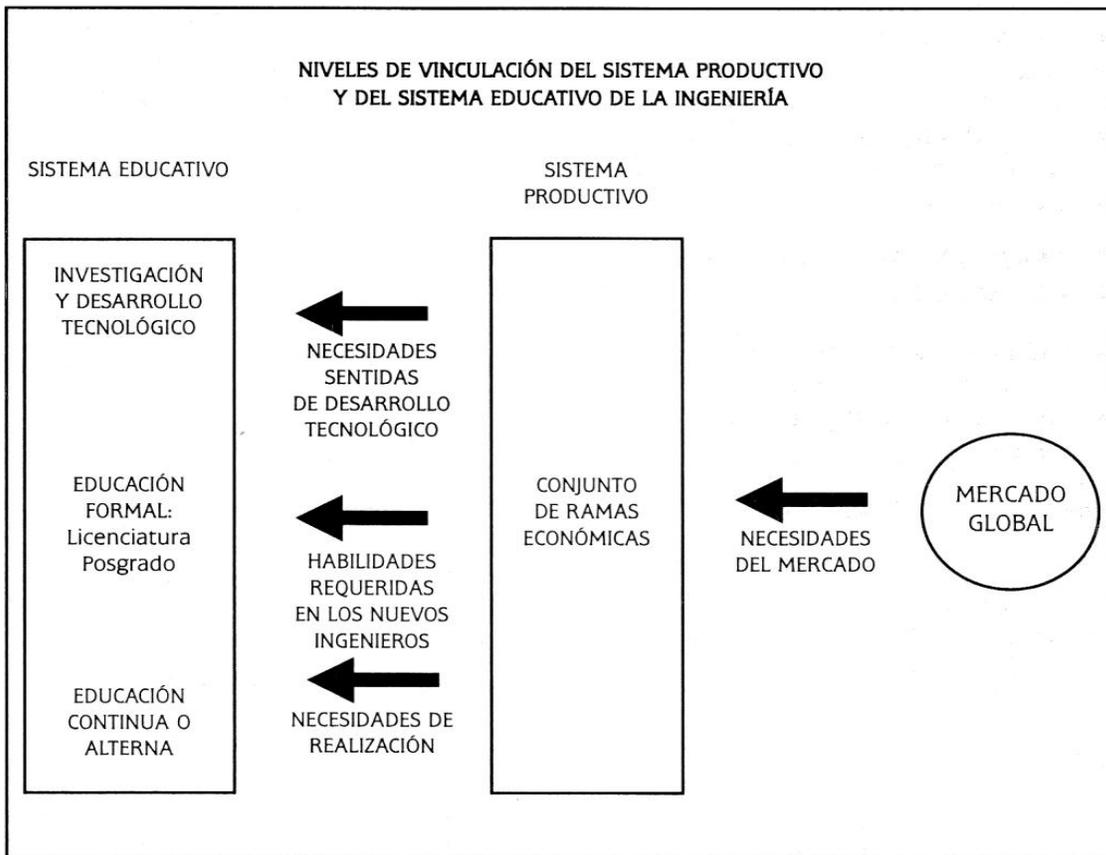
1. Introducción de competencia entre los distintos actores.
2. Énfasis en habilidades fundamentales.
 - Método de los Sistemas.
 - Creatividad.
 - Comunicación.
3. Inducción intensiva de conocimientos.
 - Idiomas extranjeros.
 - Lectura intensiva permanente.
4. Motivación del espíritu emprendedor.
5. Interés por la investigación y el Desarrollo Tecnológico.

6. Tecnología moderna para la absorción de conocimientos básicos.
7. Sistemas de información.
8. Modernización de Laboratorios y Talleres.

- 1.1 El mundo es la totalidad de los sistemas, no de los objetos o las cosas.
- 1.2 Un sistema es la combinación de objetos.
- 1.3 El mundo tendrá que ser un solo sistema.
- 1.4 Para ello tendrá que construirse con subsistemas que se integren gradualmente.

SÍNTESIS

1. El mundo es todo lo que viene al caso.



El primer subsistema global es el de la economía.

- 2.1 En la economía global, el mercado es uno solo: el mundo; la producción se realiza donde más convenga.
- 2.2 Los países tendrán que entrar en la economía global por decisión propia o condicionados posteriormente por los demás. México ya ha tomado su decisión.
- 2.3 Para insertarse en la economía global, los países requieren tecnología de frontera (tecnología global).

Modernización es la adaptación de los países a la nueva realidad mundial: la globalización.

Los países requieren de modernización tecnológica para la economía global.

- 4.1 La modernización tecnológica requiere de personal capacitado en el esquema mundial.
- 4.2 Para administrar la tecnología se requieren profesionales de la ingeniería.
- 4.3 Para administrar tecnología global se requiere ingeniería global.
5. La ingeniería global enfatiza el desarrollo tecnológico de procesos y la

materialización de nuevos productos.

- 5.1 La ingeniería global es la capacidad de concebir y materializar, con la oportunidad que exige el mundo moderno, bienes y servicios viables para un mercado mundial, con estándares internacionales.
- 5.2 El ingeniero del futuro requiere de educación en ingeniería global.
- 5.3 Las instituciones de educación superior de México deben adecuarse para la enseñanza/aprendizaje de una nueva ingeniería.
- 5.4 Esto implica un cambio educativo total.
6. El cambio debe iniciarse en las instituciones académicas con mayor cúmulo de ventajas comparativas y viabilidad para efectuar el cambio.

Y se requiere un sistema nuevo de interrelaciones que obedezca a una política de competitividad, de vínculo y orientación al mercado y de logro de resultados óptimos y concretos, en beneficio de la formación del profesional de la ingeniería. Este parece ser el Reto.

ENTORNO FUTURO DE LA INGENIERÍA. LA REFORMA UNIVERSITARIA

Dr. Rafael Portaencasa Baeza
Rector de la Universidad Politécnica de
Madrid

Constituye para mí una importante satisfacción poder participar en esta celebración de los doscientos años de la enseñanza de la Ingeniería en México, a través de este Congreso Internacional sobre el futuro de la Enseñanza de la Ingeniería.

Mi felicitación a todos los organizadores y en especial a la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería por tan importante iniciativa, donde se pretende concienciar a la sociedad de la importancia de contar con una masa crítica de ingenieros, debidamente preparados, como elemento necesario para la viabilidad del cambio producido en México, contrastar las experiencias de otros países en materia de enseñanza de la ingeniería del futuro y recoger la experiencia de instituciones con experiencias en la enseñanza de la ingeniería, en relación a las formas y mecanismos concretos utilizados para el logro de sus objetivos de excelencia académica.

Es también importante en el planteamiento del Congreso, el pensamiento de sus organizadores sobre

el sentirse obligados a analizar y reflexionar sobre la formación del ingeniero que tendrá que participar en el diseño y realización del futuro de México, en este momento, en la coyuntura de los 500 años del Encuentro de Dos Mundos y de los 200 años del inicio de la enseñanza de la Ingeniería en México y en América. Trataré en mi breve exposición, de reflexionar en alguna forma sobre lo que está suponiendo, según mi experiencia, la tecnología y las carreras universitarias de ingeniería en el desafío europeo, y a su vez la forma y el planteamiento de la Reforma Universitaria que estamos llevando a cabo en España durante estos últimos años.

No voy a entrar en los detalles específicos de la reforma española, que conozco muy bien, en mi condición de Presidente de la Comisión del Consejo de Universidades de España que está llevando a cabo la reforma de todos los estudios de ingeniería y arquitectura, ya que el tema sería muy amplio, aunque espero poder contestar posteriormente a las preguntas que sobre ello se puedan plantear.

Quizá resulte utópico hablar de tecnología y del futuro de Europa, en un momento en que tanto proliferan las intervenciones públicas sobre el Acta Única y demás revoluciones institucionales que se están engendrando en la Europa Comunitaria. Pero tengo la certeza de que si el futuro unido europeo se consolida, resolviendo satisfactoriamente todos los desafíos que

ello comporta, será en gran medida gracias a la Tecnología; que en este caso cito como concepto fundamental en la historia de Europa, y co-protagonista, junto a las carreras universitarias, de este artículo.

Deberíamos haber sido más justos en el pasado, y haberle reconocido a la Tecnología la importancia que ha tenido en el desarrollo de la humanidad, y por tanto de Europa, matriz de ese desarrollo y de América también. No hablo solo de como la Tecnología ha mejorado las condiciones de vida, sino como ha hecho posible que muchas utopías filosóficas se convirtieran en realidad. La propia emancipación de las gentes respecto diversos tipos de servidumbres, todas ellas antidemocráticas, solo ha sido viable en un marco social desarrollado tecnológicamente, donde al individuo no le sea obligado alienar su trabajo, sino a veces su propia persona, para poder subsistir.

Como ejemplo relevante, la incorporación de la mujer al trabajo, todavía por desgracia incompleta, ha sido posible no solo por las ideas filosóficas y políticas, sino también por las extraordinarias posibilidades ofrecidas por el desarrollo tecnológico, incluyendo efectos como la drástica disminución de la mortandad infantil, la facilidad en los transportes, la asequibilidad de la alimentación, etc.

No es una casualidad las imágenes de las sufragistas de comienzos de siglo

caminando en sus manifestaciones junto a los primeros automóviles y bajo los primeros alumbrados eléctricos.

Nombres como Henry Ford, Renault, Siemens o Edison acuden inevitablemente a nuestra mente como forjadores de un marco tecnológico donde el modo de vida cambió, e irreversiblemente, para ser mejor. La democratización madura de nuestra sociedad no hubiera podido darse en un mundo donde las servidumbres humanas, ante la escasez natural, hubieran seguido siendo la obsesión cotidiana del 99% de los mortales.

Alguien podrá argüir que ni Beethoven ni Velázquez necesitaron ambientes tecnológicos archidesarrollados para llevar a cabo sus inigualables creaciones; pero tendrán que convenir conmigo en que Beethoven no habría podido escribir su música si no le hubiera precedido una auténtica revolución tecnológica en la concepción y fabricación de instrumentos; y Velázquez no habría podido pintar como lo hizo si la humanidad no hubiera sabido iniciar un camino de auténtica revolución tecnológica hace más de 20.000 años, cuando el hombre ideó cómo mezclar el hollín, los óxidos naturales y las grasas animales para fabricar una pintura que se nos antoja imperecedera.

Toda Europa, tanto geográfica como históricamente, está impregnada de tecnología. Y algo similar podríamos decir de América. Tecnología eran las calzadas y los acueductos romanos, y los

métodos de navegación que permitieron a Colón iniciar el encuentro entre dos mundos.

Tecnología eran las construcciones arquitectónicas precolombinas de los aztecas y de las diversas culturas que poblaban América Latina. Y Tecnología será lo que cimente la unidad europea, dando por descontado la buena voluntad que de principio tiene que haber entre sus gentes. Y Tecnología será lo que permita a México y a toda América Latina alcanzar el pleno desarrollo que le corresponde. Intentar vaticinar el futuro y tratar de identificar qué aspectos tecnológicos serán más decisivos es tarea inútil, porque los avances científicos no son previsibles al cien por ciento (si no, no serían avances); pero está claro que no será vano el papel de tecnologías como las de la alimentación, tecnologías medioambientales, de comunicaciones, transporte, generación y distribución de energía, ingeniería genética, farmacología, explotación respetuosa de los recursos naturales, urbanismo, construcción, fabricación de nuevos materiales, informática y computación, ergonomía, navegación marítima y aérea (y astronáutica), y un largo etcétera que no cabe desarrollar aquí.

La mayor parte de las tecnologías que he citado, y la mayor parte de las que a ustedes se les puede ocurrir, se imparten en las carreras universitarias de la Universidad Politécnica de Madrid y en la mayoría de las Facultades de Ingeniería

de muchos países. Es público y notorio que en España se está llevando a cabo un proceso profundo de reforma de las enseñanzas universitarias, que no sólo cambiará el nombre de las titulaciones, sino el contenido de sus planes de estudio, la estructuración de las carreras, etc. Por importante y aparatoso que ello parezca, no será nada comparado con lo que el desafío europeo nos va a exigir en un futuro que está a la vuelta de la esquina. A quienes estamos inmersos en dicho proceso de reforma, los árboles a veces no nos dejan ver el bosque. No es la primera vez que digo, por ejemplo, que es relativamente intrascendente la elección de un modelo cíclico en las ingenierías superiores. Para unos casos se acoplará mejor un esquema, para otros el alternativo, dependiendo de cómo se articule globalmente el plan de estudios. En otras palabras, me parece menos importante el continente que el contenido. Me parece, sobre todo, radicalmente importante que dicho contenido se adecúe al desafío que tenemos delante, con una competitividad rampante. Las Universidades que no sintonicen con las necesidades del devenir, quedarán obsoletas, por no decir muertas. Lo relevante no será el título que se le conceda a un alumno cuando acabe, sino lo que haya detrás de dicho título: para empezar, en qué universidad ha estudiado. De ser una universidad de vanguardia, sintonizada con Europa, el

título tendrá validez. De no ser así, mucho me temo que el título será papel mojado.

Europa necesita un marco de mayor libertad en la elección, por parte del alumno, de la universidad en la que quiere estudiar; y de la propia universidad, a la hora de admitir a sus alumnos, siempre con puntual observancia del principio de igualdad de oportunidades.

Factores comunes en nuestras carreras politécnicas es su enorme atención y colaboración con el mundo empresarial circundante, buena disposición para flexibilizar y actualizar los planes de estudios, alto rigor académico y creciente internacionalización. Como ejemplos de esto último, no únicos en nuestra Universidad, cabe citar la posibilidad de que nuestros alumnos de la Escuela de Minas cursen parte de la carrera en l'Ecole de Mines de Paris, finalizando sus estudios con la doble titulación francesa y española. Cosa que también puede suceder a la inversa: alumnos del Politécnico de Milán (para no restringirnos a Francia) pueden venir a Madrid a cursar uno o dos años en nuestra Escuela de Industriales, concluyendo sus estudios con doble titulación igualmente. No es ocioso dar ejemplos también de la primera de las características citadas, la colaboración Universidad-Empresa, enmarcada básicamente en el campo del desarrollo de la investigación y de las aplicaciones tecnológicas. Un dato puede

ilustrar este fenómeno: nuestra universidad firma anualmente contratos de este tipo por valor superior a los 60 millones de dólares.

No quiere esto decir, en absoluto, que nuestros profesores estén exclusivamente abocados a la investigación y desarrollo tecnológico, pues bien sabemos que nuestra función esencial es la docente. La universidad tiene que ser fábrica generadora de conocimientos, pero eso resultaría inútil si no hubiera, ante todo, transmisión de conocimientos.

Nuestros propios equipos de investigadores se nutren de las nuevas generaciones de estudiantes, que sin duda alguna son el principal foco de nuestra atención.

El empuje tecnológico europeo va a necesitar de esas nuevas generaciones, que aporten savia renovadora, ilusión, fuerza, coraje ante la adversidad, pues el camino del desarrollo tecnológico no está exento de dificultades. Se habla mucho, quizá demasiado, del modelo japonés de tecnología y del modelo norteamericano. Los europeos tenemos de encontrar nuestro propio modelo, y hacerlo tan socialmente útil como los dos mencionados, e incluso más. En ese empeño, la capacidad de nuestros profesores y la ilusión de nuestros alumnos serán las piezas claves.

De igual modo cada país, en este caso particular México, deberá desarrollar su propio modelo, adecuado de modo real a las necesidades auténticas de su sociedad,

sin tratar de transplantar modelos que podrían no funcionar en entornos diferentes.

Voy a referirme, ahora a algunos de los aspectos fundamentales que están siendo llevados a cabo en España dentro del proceso de Reforma Universitaria en que hemos estado inmersos durante los últimos años.

El concepto de reforma va unido históricamente a algunos procesos de crisis social y cultural, a menudo con importantes convulsiones que no siempre afloraron en sus resultados tanto como se esperaba de las expectativas iniciales. También es cierto que a los procesos de reforma se han asociado procesos de contrarreforma, llegándose en algunos casos a situaciones paradójicas.

Es indudable que todo proceso de reforma, tal como se aprecia en estos momentos en el ejemplo de los países del Este de Europa, puede ser condicionado por intereses y presiones no inherentes a la finalidad que, en principio, inspiraba la reforma. Con ello no se quiere decir en absoluto que dichos intereses no sean loables y filantrópicos; ahora bien, son intereses que perturban la armonía inicial requerida por la reforma, corriéndose el grave riesgo de que por falta de paciencia de los grupos sociales involucrados no se lleve a buen fin lo que en principio se había considerado como un proceso positivo, con el cual actualizar los conceptos sociales y la normativa legal sobre un tema concreto.

Hace falta actuar con cautela y pedir tanta paciencia y prudencia como sea necesario, de tal manera que no se malogre lo que, en principio, puede dar unos frutos extraordinarios para la modernización de un país como el nuestro, que está abocado a un futuro lleno de esperanzas, pero también lleno de incertidumbre.

Me han de perdonar la digresión inicial sobre la reforma, pero estimaba necesaria esta posición filosófica de principio, en la cual no me cansaré de repetir que las palabras prudencia, paciencia y amplitud de miras son, entre otras, las que deben guiar la dinámica de los procesos de reforma.

El proceso de Reforma Universitaria que se ha iniciado en España durante la década de los 80, no es peculiar ni exclusivo de nuestro país, pues con mayor o menor antelación ha sido abordado en prácticamente todos los países de la Comunidad Europea. En algunos casos, como Holanda, dicha reforma prácticamente ha concluido ya, tras casi un decenio de discusiones internas entre todos los grupos sociales involucrados en la enseñanza universitaria y en los procesos productivos del país, pues estos sectores son los más directamente afectados por la calidad de los alumnos formados en las aulas tecnológicas.

En otros casos, como es el francés, la reforma está en cierto modo retrasada respecto a la nuestra, sobre todo por lo que corresponde a las enseñanzas

técnicas. Es bien conocido que la estructura de la enseñanza tecnológica francesa obedece al llamado modelo conocido como continental o napoleónico, muy distinto del modelo anglosajón, más flexible, de menor duración y de carácter eminentemente más práctico, aun cuando su tercer ciclo o doctorado sea, sin embargo, de altísimo nivel o simbolice a más altas cotas de conocimiento y de investigación en las diversas áreas.

En nuestro proceso de reforma no todas las áreas del saber han podido ser tratadas con igual celeridad. Podría decirse que una gran mayoría de temas han quedado ya resueltos, aunque no haya sido a satisfacción de todos.

Cuanto hemos participado en el proceso de reforma podríamos entonar un mea culpa para reconocer que quizá no lo hemos sabido hacer lo suficientemente bien. Añado a propósito la palabra quizá por entender que, sin llegar a la certidumbre plena, que no es intelectualmente mantenible, si nos queda constancia de haber hecho cuanto hemos podido por actualizar los marcos en los que se debe desarrollar la enseñanza universitaria, cuyos programas también deben ser actualizados.

La reforma en España no acabará de plasmarse en hechos objetivos hasta que las nuevas promociones de alumnos estudien los nuevos planes de estudio, con nuevas condiciones estructurales, y asimismo nuevos contenidos programá-

ticos. Los reformadores universitarios del Ministerio y del Consejo de Universidades han intervenido fundamentalmente en lo relativo a la primera parte de la reforma, pero corresponde a cada Universidad, a cada Facultad, a cada Escuela, la cristalización del proceso de reforma mediante el establecimiento de unos nuevos planes de estudio que no solo sean actualizados, sino también actualizables, dinámicos, flexibles, tan profundos como quepa adecuar el nivel de enseñanza al que se están refiriendo y tan prácticos y pragmáticos como se puedan llegar a obtener, de tal modo que los alumnos que egresen de nuestras aulas puedan acomodarse rápidamente a los procesos productivos que España necesita.

Cierto es que no todos los temas de la Reforma Universitaria han quedado resueltos por el momento. Si en general las reflexiones que me he permitido hacer al comienzo son aplicables a cualquier proceso de reforma, considero que son especialmente aplicables en los casos en que la reforma encuentra una problemática mayor.

Aceptar la existencia de esa problemática no es acusar a ningún colectivo de querer llevar sus intereses más allá de lo que es un planteamiento razonable sino, por el contrario, reconocer que su problemática tiene un fundamento tal que merece la pena estudiarla con el tiempo y el sosiego necesarios; eso sí, sin perder de

vista que la reforma obedece a una exposición estructural que está marcada en la propia Ley de Reforma Universitaria y en los Decretos que la desarrollan. A mi entender, y a pesar de los defectos que se puedan encontrar en ellos, representan un terreno de juego suficientemente amplio en el que las universidades nos podemos desenvolver con una autonomía no desdeñable, y en la que podemos labrar nuestro futuro de tal manera que España siga contando con profesionales de Arquitectura y de Ingeniería de tan alta calidad como el país exige y merece.

Debo sin embargo, advertir que en este marco o terreno de juego en el que nos corresponde desarrollar la reforma y llevarla a aplicación, estamos encontrando un serio obstáculo, que puede minar por completo su viabilidad. Este obstáculo es de tipo presupuestario, pues hay cierta tendencia a considerar que la Reforma Universitaria se debe hacer a coste casi cero. Llanamente hablando, esto es imposible. Si en la reforma hablamos de actualización, flexibilización, sentido pragmático, etc., nada de eso se podrá conseguir sin una filosofía presupuestaria diferente.

Invertir en la Universidad es sembrar para el futuro, y ningún país desarrollado se podrá permitir el lujo de congelar y menos aun disminuir sus presupuestos universitarios, pues de lo contrario verá seriamente mermada la competitividad de su sociedad en los años venideros.

En definitiva, llevamos tanto tiempo inmersos en la reforma, y somos tan optimistas en cuanto a los resultados que nos pueda deparar, a pesar de las dificultades de su gestión, que nos sentiríamos abrumados si dichos resultados se vieran malogrados por una política presupuestaria que no respondiera a las exigencias reales y objetivas que la reforma plantea.

Quisiera acabar mencionando que nuestra reforma no podrá cubrir todas las aspiraciones y expectativas que, en un principio, se suscitaron al iniciarse este proceso. Mencionaba en mi introducción que la reforma se plantea fundamentalmente para contemplar el futuro, pero en el desarrollo de dicho proceso intervienen unas condiciones de contorno y unas condiciones iniciales (perdóneseme mi jerga matemática) que modifican la orientación inicial y hace que la reforma se aboque a unas soluciones no tan ambiciosas como las que se pensaron de partida, aunque Si más realistas.

En lo que nos queda aún por realizar, debemos ser perseverantes en nuestra actitud positiva y constructiva, escuchando cuanta información quieran

aportar los interlocutores del proceso, pero sabiendo también que existen principios, en la propia reforma, que no se pueden tergiversar, so pena de perder el futuro. Bien es cierto que nadie goza de capacidad profética que le permita vaticinar con exactitud la demanda de dicho futuro. Pero no cabe duda de que si planteamos la reforma con amplitud de miras y sabemos concretar sus soluciones en planes de estudio y programas de asignaturas, mas actividades practicas, complementos docentes, planes de investigación, etcétera, todos saldremos ganando.

Creo que el espíritu constructivo de la reforma no ha de verse empanado por una lucha dialéctica comparativa entre unas carreras y otras o entre diversos sectores de la ciencia y la tecnología.

La Reforma Universitaria española es el marco en el cual podemos mejorar todos hacia el futuro. Para conseguir esta reforma, me parece imprescindible que auscultemos bien nuestras capacidades, identifiquemos bien nuestros objetivos, y nos aprestemos a desarrollarnos en calidad, pues solo así conquistaremos el futuro del que tanto hemos hablado.

**EL PAPEL DEL
DEPARTAMENTO
UNIVERSITARIO DE
DERECHOS EN LA
TRANSFERENCIA A LA
INDUSTRIA DE LA
PROPIEDAD
INTELECTUAL**

Sr. John T. Preston

Director del Departamento de Derechos
de Tecnología del Instituto Tecnológico
de Massachusetts, (MIT).

INTRODUCCIÓN

En los Estados Unidos, las universidades tienen un impacto importante en el mundo de los negocios a través de la transferencia de tecnología. Esta transferencia de tecnología reviste diversas modalidades, entre ellas: las actividades de comunicación del cuerpo docente (tales como conferencias o la publicación de resultados de investigación), las consultorías y la transferencia directa de tecnología a la industria a través de la cesión de patentes, derechos de reproducción y otras instancias de propiedad intelectual.

Los estudiantes sólidamente formados y los miembros del cuerpo docente que dejan la universidad para trabajar en la industria probablemente representan la más importante contribución de las universidades a la industria. Estas personas estimulan la creatividad y aportan a la industria nuevas ideas y perspectivas.

Quizá la modalidad más radical de transferencia de tecnología a partir del entorno universitario sea la creación de empresas nuevas.

Un estudio reciente de las compañías que se han derivado del MIT, reveló que su personal y sus aportaciones tecnológicas estaban presentes en 636 compañías ubicadas en el estado de Massachusetts. En 1988, estas compañías dieron empleo a más de 200 mil residentes del estado, y tuvieron ingresos anuales de 39,7 miles de millones de dólares. Si la totalidad de estos ingresos se hubiese generado en Massachusetts, su monto se habría acercado a una tercera parte del total de la economía de la comunidad. Estos datos no incluyen los empleos o las empresas creadas cuando los contratos de derechos suscritos por el MIT tienen por objeto la transferencia de inventos, lo que redundaría en un beneficio adicional para la comunidad.

Es interesante observar que por cada puesto de trabajo de alta tecnología creado, en una economía local se crean cuatro o cinco empleos regulares, magnificándose la derrama de estas compañías.

Entre las compañías que han emanado del MIT se cuentan Digital Equipment, Raytheon, Analog Devices, Lotus Development y muchas otras grandes empresas. Muchas de estas compañías alcanzan tasas de crecimiento impresionantes. Tales compañías se caracterizan a menudo por los siguientes rasgos: se garantizó un financiamiento importante de una fuente reconocida de capital; el personal ejecutivo de la compañía estaba integrado por un equipo de empresarios (entrepreneurs) de talento con formación y experiencias distintas y

complementarias; y las compañías eran dueñas de una tecnología básica con amplias posibilidades de aplicación, de numerosos productos posibles y con un potencial de crecimiento importante.

Estas compañías parecen desempeñar un papel fundamental en el estímulo de la economía y la creación de empleo.

ANTECEDENTES

El MIT es una universidad dedicada a la investigación que cuenta con una planta de cerca de mil profesores, 3 mil investigadores, 4,5 mil estudiantes de posgrado y 4 mil estudiantes a nivel licenciatura. El presupuesto anual para investigación que ejerce el MIT se aproxima a los 300 millones de dólares; además, el presupuesto para investigación del Laboratorio Lincoln, dependiente del MIT, es de 400 millones, y se dispone de otros 20 millones más en el Instituto Whitehead, una organización de investigación en biotecnología, afiliada al MIT. El gobierno patrocina aproximadamente el 80 por ciento de la investigación que se realiza dentro del campus.

El Departamento de Derechos de Tecnología (TLO) del MIT es el responsable de la preservación y la cesión de los derechos de propiedad intelectual producto de los 700 millones de dólares que anualmente se destinan a la investigación.

Las operaciones del TLO son administradas por profesionales con formación técnica y administrativa diver-

sa y complementaria, y muchos de ellos tienen experiencia en desarrollar empresas a partir de tecnologías embrionarias. Habiendo sido fundador, o asesor, de nueve compañías (además de 40 derivaciones a través del TLO), el proceso me resulta familiar. Cabe aclarar que cuatro de estas nueve compañías fracasaron, mientras que las cinco restantes están obteniendo buenos resultados, con un valor acumulativo neto superior a los 100 millones de dólares.

El TLO tiene catorce empleados, siete de los cuales son ejecutivos que ostentan el título de Gerentes de Derechos de Tecnología. Cada uno de estos últimos tiene una formación tecnológica y varios años de experiencia de trabajo en empresas. De hecho, dos de los siete presidieron antes alguna compañía y son entrepreneurs.

Estos gerentes de derechos tienen una capacidad de decisión considerable en la negociación de las cesiones.

El TLO recibe diariamente uno o dos inventos (o paquetes de software). El equipo ejecutivo los analiza para identificar aquellos que tienen un potencial comercial significativo, estos inventos son protegidos mediante el sistema de patente o de copyright. El análisis empresarial de inventos comercialmente viables que lleva a cabo el TLO se traduce en la requisitación de tres solicitudes de patente por semana, en promedio.

La función principal de los gerentes de derechos consiste en ceder los derechos

de explotación de estos inventos patentados. Actualmente, el TLO cede los derechos de dos inventos cada semana, aproximadamente. Su existencia data de 1932 -la cantidad record de contratos de cesión antes del actual formato, entre 1932 y 1985, es de 15 contratos en un año-. El MIT, Stanford y la Universidad de California, suscribirán cada uno este año más de 70 contratos. Según mis estimaciones, estas tres universidades, junto con la Universidad de Wisconsin, sumaran más de la mitad del total de los contratos de cesión de derechos, y de los ingresos por regalías, de las universidades de los EUA el año que viene.

Según datos de 1988, Stanford y Wisconsin, cada una con 9 millones de dólares, encabezan la lista de las universidades de la Unión Americana que reciben ingresos por concepto de regalías. Los ingresos por regalías del MIT fueron de 6.2 millones, incluyendo acciones de emisión reciente (valuadas al precio de la última transacción); los de la Universidad de California, de aproximadamente 5.4 millones. A continuación, incluyo una lista con las 7 universidades más importantes por este concepto. (Ver cuadro).

Estas cifras son probablemente engañosas a causa de algunos inventos aislados que producen ingresos cuantiosos, y es posible que ocurran cambios en el orden cuando expiren estas grandes patentes. Por ejemplo, de los 9.2 millones de la Universidad de Stanford, 3.6 provienen del uso de la patente de Cohen/Boyer

para segmentar genes, que comparte con la Universidad de California. De los 5.4 millones que recibe la Universidad de California (considerados todos los campus) por concepto de derechos, 3 proceden de la explotación de fresas logradas gracias a la ingeniería genética en el campus de Davis. En el caso de la Universidad del Estado de Michigan, la totalidad de sus ingresos de 3.3 millones proviene de la cesión de cis-Platin, un agente anticancerígeno sumamente efectivo y valioso. Los 3 millones de la Universidad de Florida se deben a la cesión de la marca Gatoraid. La mayor parte de los 9 millones de la Universidad de Wisconsin son producto de derechos de explotación de vitamina D. En una perspectiva global del negocio de cesión de derechos, las universidades norteamericanas suscribieron en 1988

alrededor de 400 contratos, de los que se derivó un ingreso por regalías de aproximadamente 45 millones de dólares. Este rendimiento, como producto de una inversión en investigación de 13 a 14 mil millones de dólares, evidencia un desempeño más bien lamentable. Estos resultados confirman el hecho de que las universidades no recurren a la cesión de derechos como mecanismo fundamental para la transferencia de tecnología. Los laboratorios gubernamentales generan un monto menor de regalías (4.4 millones en 1988) con una inversión mayor en investigación. Por añadidura, de ese total, 3.7 millones proceden de inventos cedidos por el Instituto Nacional de Salud, lo cual deja al resto de los laboratorios del gobierno la minúscula cantidad de 700 mil dólares. Esta situación está en vías de cambio, como lo refleja el hecho de que en los

Universidad	Número de licencias	Regalías (en millones de U.S.D.)
Universidad de Stanford	75	9.2
Universidad de Wisconsin	<20	9.0
MIT	92	6.2*
Sistema Universidad de California	65	5.4
Universidad del Estado de Michigan	<5	3.3
Universidad de Florida	8	3.0
Universidad de Columbia	<10	2.2
Laboratorios gubernamentales	?	4.4

* Incluye acciones

últimos diez años la venta de derechos, tanto por las universidades como por los laboratorios gubernamentales, ha experimentado un crecimiento notable. En 1981, por ejemplo, los laboratorios dependientes del gobierno de los EUA suscribieron apenas diez contratos de cesión de derechos. En 1990 fueron 95, una cantidad considerablemente mayor. El desempeño en este campo del MIT (entre 70 y 100 contratos por año) indica un potencial de crecimiento enorme para los laboratorios del gobierno y para otras universidades.

OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE DERECHOS DE TECNOLOGÍA

Cuatro son los objetivos principales del Departamento de Derechos de Tecnología del MIT. El primero de ellos es lograr la transferencia eficiente de la tecnología como una forma de ponerla al alcance del público. Para este fin, el MIT está en la mejor disposición de concesionar la tecnología sin costo alguno cuando ello redunde en el interés de la sociedad. Como lo he mencionado anteriormente, el MIT recibe anualmente del gobierno 700 millones de dólares en fondos para la investigación, de modo que la confianza del público y las obligaciones para con la sociedad son objeto de su mayor consideración. En el caso de ciertas tecnologías, el interés público se satisface de manera más idónea si aquellas son puestas bajo el régimen de dominio público, especialmente cuando dichas

tecnologías tienen un umbral de costos muy bajo para acceder al mercado. El software es en ocasiones un buen ejemplo de una tecnología de umbral bajo y, de hecho, uno de los paquetes de software más populares, X-Windows, ha sido cedido por el MIT sin costo alguno.

Para establecer un contraste: si los productos biomédicos fuesen puestos bajo el régimen de dominio público, podrían no llegar nunca al mercado, pues los costos y otros gastos relacionados con la autorización para el uso del producto en los que hay que incurrir para introducir al mercado un nuevo fármaco son elevadísimos. Por ejemplo, si hoy día alguien inventara la aspirina y no recabara la protección de una patente, una compañía se vería imposibilitada de recuperar los costos de desarrollar la tecnología. El costo de cumplir con los procedimientos que exige la FDA (Dirección Federal de Fármacos) puede acercarse a los 150 millones de dólares. Ninguna compañía estaría dispuesta a hacer esta inversión si una compañía rival pudiera inmediatamente dedicarse a producir lo mismo sin tener que incurrir en los gastos de investigación y autorización.

El Segundo objetivo es manejar los conflictos de interés inherentes a las interacciones academia-industria. El MIT ha creado un conjunto de políticas para manejar y prevenir conflictos. Este objetivo tiene la misma prioridad que el primero. En otras palabras:

la transferencia de tecnología no debe tener lugar a menos que puedan manejarse los conflictos potenciales.

El tercer objetivo del departamento de derechos del MIT es generar recursos para la institución y los investigadores. Además de servir de aliciente, la participación de regalías permite una retroalimentación positiva.

El cuarto objetivo es procurar el buen entendimiento tanto internamente, con el personal del MIT, como externamente, con los cesionarios.

LA FILOSOFÍA DEL MIT PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

El TLO ha sufrido un cambio radical en su filosofía, en los últimos cinco años, que se ha traducido en múltiples mejoras al proceso de transferencia de tecnología.

El primer cambio fue poner la comercialización de los inventos, de la que anteriormente se encargaban abogados, en manos de ejecutivos con experiencia en tecnología, expresamente contratados para esta función. Estos profesionales se han convertido en los catalizadores de la transferencia de tecnología. Por el contrario, los abogados se concentraban mayormente en la protección de la propiedad intelectual y muy poco en el proceso de transferencia.

El Segundo cambio en la filosofía consiste en que actualmente el MIT ha emprendido trabajos con un número

mayor de compañías pequeñas o de fundación reciente. Cuando se trata de una tecnología embrionaria, las compañías que figuran en la lista de Fortune 500 no suelen ser las más indicadas para la concesión y el desarrollo de dichas tecnologías. Son más bien compañías pequeñas que inician, las que pueden reunir las mejores condiciones para comercializar tecnologías nuevas e incipientes. Esto puede explicarse en parte si se examina la distribución y efectividad en el use de financiamientos para el desarrollo tecnológico entre las grandes y as pequeñas empresas. Las grandes compañías suelen disponer de montos de financiamiento considerables para llevar una tecnología desde la fase de prototipo a la de manufactura en gran escala. En las etapas anteriores, sin embargo, los fondos para desarrollar y poner a prueba el concepto del producto son escasos, particularmente cuando este no fue generado dentro de la compañía. Las empresas pequeñas están mejor dispuestas a "importar" ideas e invertir recursos o buscar capital de riesgo para desarrollar y probar conceptos de producto, salvando la brecha de financiamiento entre este y el prototipo. Tras salvar esta brecha, las compañías pequeñas a menudo buscan asociarse con compañías mayores para acelerar la penetración de mercados y obtener recursos para la producción masiva. Es importante observar también que cada dólar que se gasta en una empresa pequeña en el desarrollo de tecnología,

por lo general tiene mejor rendimiento del que se obtendría en una gran empresa. Esto se explicara más adelante como una diferencia en las respectivas pasiones.

Aproximadamente el 50 por ciento de los contratos que suscribe el MIT son con empresas pequeñas, con menos de 100 empleados. Diez por ciento involucran a compañías nuevas, creadas para explotar la tecnología en cuestión y el 40 por ciento restante se otorga a compañías grandes (típicas de la lista de Fortune 1000).

Para ofrecerles una perspectiva más amplia de las tendencias del MIT a comprometerse con empresas punta, les expondré algunos datos publicados por la firma Venture Economics. En los dote estados atlánticos del noreste, durante 1988, solo 23 inversiones de los grandes fondos de capital de riesgo fueron destinadas a fundar nuevas empresas de alta tecnología o de biotecnología. Es interesante subrayar que ocho de estas veintitrés compañías (y la mitad de los fondos Invertidos), se derivaron del MIT a través del Departamento de Derechos de Tecnología. Este porcentaje sugiere que otras universidades no han comenzado aun a fungir como catalizadores en la formación de nuevas compañías. El TLO ha apoyado la creación de 40 empresas en los últimos 4 años, reuniendo para ellas un total aproximado de 70 millones de dólares.

Estimamos que alrededor de ochocientos a novecientos empleos han sido genera-

dos por estas derivaciones en Massachusetts, uno de los pocos logros de una economía por lo demás triste.

Entre las compañías que se han originado recientemente en el MIT se incluyen algunas de las inversiones más importantes en el área de Boston, si se comparan atendiendo a la aportación para la primera etapa. Entre estas están la American Superconductor Corp., con un capital social inicial de 4.5 millones de dólares, la Immunologic Pharmaceutical Corp., con 3.25 millones, y Oculon Pharmaceutical, con 5 millones. MIT no aporta fondos. Su papel en el proceso es la evaluación de la tecnología en el MIT, su traducción al concepto de un producto y luego la búsqueda de recursos financieros y humanos en el sector privado para apoyar y desarrollar las nuevas compañías.

Con objeto de facilitar este proceso de formación de nuevas empresas (y la cesión de derechos a compañías establecidas), MIT comparte los riesgos de su desarrollo con los cesionarios. Si MIT exigiera un pago anticipado elevado a una compañía que adquiere la tecnología incipiente, le transfiere por completo el riesgo de un eventual fracaso. Si el pago en efectivo se difiere, si no se hace ningún cargo, o si se toman acciones a cuenta del pago, sin una cuota inicial por la cesión, el riesgo en el desarrollo de la tecnología se comparte con el cesionario. En el caso típico, MIT solicita un pago inicial -en ningún caso se cede el

derecho de explotar una tecnología a cambio solo de acciones y/o por una regalía- pero sus tarifas por adelantado son por lo general inferiores en comparación a las exigidas cuando el departamento era administrado por abogados, y asimismo en relación a otros departamentos de derechos.

Una razón adicional para limitar el monto de la cuota inicial por la cesión (y, de esta forma, compartir el riesgo y el éxito de la compañía recién creada) es el hecho de que las probabilidades de éxito de la compañía pueden incrementarse. Por ejemplo, si una nueva compañía dispone de 2 millones de dólares en capital de riesgo y tiene que desembolsar un millón como pago inicial por la cesión, la probabilidad de que consiga desarrollar adecuadamente la tecnología y cumplir con los objetivos que se ha fijado como empresa se reduce drásticamente, pues ahora cuenta solo con un millón de dólares para montar el negocio. Es importante tener en cuenta los factores de éxito. Para las nuevas compañías, pues la recompensa del cedente se ve impactada de manera muy importante por las posibilidades de éxito de la compañía. En mi opinión, el cedente debería preocuparse por dedicar tiempo y esfuerzo a incrementar las posibilidades de éxito del cesionario, antes que pensar en aumentar el porcentaje de la regalía. Dicho de otro modo: tiene mucho mayor valor crear una empresa con una probabilidad de éxito del 80 por ciento, y una regalía del 2 por ciento, que una compañía con una probabilidad de éxito

del 20 por ciento, y una regalía del 8.

FACTORES DETERMINANTES PARA EL ÉXITO EN LA FORMACIÓN DE NUEVAS COMPAÑÍAS

Son varias las variables que inciden en la probabilidad de éxito de cualquier compañía que se inicia. Entre ellas se incluyen la calidad de la tecnología (Ct), la calidad de los directivos que desarrollaran la tecnología (Cd), y la calidad del origen de los recursos o de los inversionistas (Cinv).

Cuando se inicia una compañía, la probabilidad de su éxito (Pe), es proporcional al producto de estas tres variables, y aunque no quisiera que esto se tome con excesiva formalidad, podría expresarse por medio de la fórmula siguiente:

$$Pe = Ct \times Cd \times Cinv$$

El rango de estas variables está entre 0 y 1, siendo 1 su mejor valor posible.

CALIDAD DE LA TECNOLOGÍA (Ct)

La tecnología alcanza un valor alto si el invento en cuestión tiene el potencial para dar origen a diversos productos nuevos ("ducto de productos"); si tiene una posición de patente o de copyright fuerte, y un potencial de mercado importante. Un invento con la posibilidad de concretarse en varios productos diluye

considerablemente el riesgo de un fracaso tecnológico en la compañía y brinda más oportunidades de éxito. Genentech, Inc. es un buen ejemplo de una compañía con un ducto de productos viable -su tecnología de partición de genes puede traducirse en muchos productos distintos, vgr. T.P.A. e Insulina-.

Naturalmente, hay excepciones a esta regla. Lotus Development Company, por ejemplo, tuvo un producto único y no obstante ha sido enormemente exitosa.

Yo sostendría, sin embargo, que Genentech tiene una mayor probabilidad de éxito en el largo plazo. Quizá los problemas que tuvo Lotus Development Company con jazz y Symphony (sus siguientes productos), se deben a que su tecnología base no la dota de grandes ventajas para el desarrollo de estos productos.

Otro factor crítico para el éxito se vincula con la necesidad de una posición de patente fuerte, que provee a una compañía un abanico más amplio de oportunidades para el desarrollo y la comercialización de sus productos sin enfrentar competencia directa. Una posición de patente fuerte otorga un monopolio al dueño de la patente, impidiendo a otras compañías explotar la tecnología protegida por ella. En ocasiones, los japoneses abordan una patente a la que desean tener acceso valiéndose de patentes de "cerco". Tal procedimiento consiste en que la compañía japonesa asegura patentes que

suponen pequeñas innovaciones de la tecnología base que pretenden adquirir. Si estas innovaciones resultan ser la vía preferencial para el aprovechamiento comercial de la tecnología base, se ha creado entonces una barrera para su uso efectivo. Estarán entonces en posición de forzar la cesión mutua de patentes y adquirir así la tecnología base. La planeación cuidadosa y un acervo de patentes amplio pueden prevenir esta situación: si se tienen 20 patentes, con 20 títulos (claims) cada una, será difícil sacar la vuelta al acervo de patentes, o patentar todas las innovaciones posibles. Esto fortalece considerablemente la posición del dueño de la tecnología base y le permite atraer socios, antes que competidores.

El potencial de mercado de una tecnología es obviamente importante. Una tecnología con un mercado potencial de 2 mil millones de dólares tendrá mayor probabilidad de éxito que una cuyo mercado sea de un millón.

CALIDAD DEL EQUIPO DIRECTIVO (Cd)

La calidad del equipo encargado de administrar la empresa es crucial para su éxito. La dirección de una empresa tiene calificaciones óptimas si mantiene un balance sano, una estrategia con objetivos claros y una visión realista de la comercialización. Un balance sano es la mejor garantía de que la comunidad

financiera tendrá interés en aportar inversión adicional en futuras etapas del desarrollo de la compañía. Casi cualquier compañía que crece con rapidez requiere recursos adicionales a la hora de fabricar los productos o bien, en el caso de productos biotecnológicos o farmacéuticos, cuando comienzan las pruebas clínicas de dichos productos.

Debido a la naturaleza maleable de una compañía de creación reciente, una estrategia clara es esencial: se pondrán a consideración diversas vías de desarrollo interesantes que deben pasar por el filtro de un plan estratégico bien concebido. Un cuerpo directivo que falle en este terreno desperdiciara enormes recursos en esfuerzos que distan de ser óptimos.

Los buenos directores deben tener una visión realista del mercado de sus productos. El análisis del mercado precisa de un gran empeño para comprender claramente porque los productos serán adquiridos o dejaran de serlo y cuál será la respuesta de los productos de la competencia.

Por ejemplo, cuando se invento el transistor, los productores de tubos de vacío redoblaron sus esfuerzos en investigación y desarrollo. Como consecuencia de ello, en los cinco años siguientes los tubos de vacío se redujeron de tamaño a la mitad, lo mismo en su consumo de potencia y también en precio. De hecho, la defensa de su mercado iba por muy buen camino hasta que Texas Instruments desarrollo una aplicación del transistor en la cual no podían emplearse fácilmente tubos de vacío, a saber, apa-

ratos para la sordera. Las ventas de aparatos para la sordera permitieron a los productores de transistores mejorar la relación precio/prestaciones del transistor lo suficiente para competir con los tubos de vacío en otros ramos. Un buen contraejemplo es la competencia entre el silicón (Si) y el arseniato de galio (GaAs), que dura ya tres décadas. El GaAs es mucho más rápido que el Si y, desde un punto de vista fundamental, debería haberlo desplazado. Sin embargo, el ritmo de innovación en el Si ha sido suficientemente rápido para mantener una relación precio/prestaciones mejor que la del GaAs en los mercados masivos, lo cual se ha prestado a la ironía de quien dice que el GaAs ha sido, es y será siempre el material del futuro. Anticipándose a la reacción de la competencia y posicionando adecuadamente en el mercado la nueva tecnología, los Buenos directores pueden comercializar con éxito nuevas tecnologías.

CALIDAD DEL INVERSIONISTA (Cinv)

Son varios los factores que influyen en la calidad del inversionista: primero, su historial en la constitución de empresas exitosas; segundo, su red de relaciones con socios o clientes potenciales; tercero, el nivel al que esté dispuesto a involucrarse personalmente en el negocio, y cuarto, el acceso que tenga a los recursos financieros y su visión de largo plazo.

Hay varios ejemplos de capitalistas que han fundado docenas de empresas nuevas en los últimos diez o veinte años, con apenas uno, dos o tres fracasos. Un fracaso se definiría como una compañía en la que el inversionista no consiguió recuperar su inversión o tiene pocas probabilidades de hacerlo. Claramente, la participación de un inversionista con un historial tan sólido incrementa la probabilidad del éxito.

Asimismo, la red de relaciones y la capacidad de influir en socios estratégicos de un inversionista incide en la probabilidad de éxito. La participación de un capitalista con contactos de alto nivel en la industria puede traducirse en diferencias sustanciales a la hora de desarrollar co-inversiones, cuando tales asociaciones pueden aumentar las probabilidades de éxito del proceso de desarrollo de la nueva tecnología. Kleiner Perkins*, por ejemplo, ha apoyado la constitución de asociaciones de este tipo en muchas empresas para las cuales aporta recursos. Una de ellas es la asociación de Genentech con Eli Lilly para producir insulina humana que contribuyó a establecer a Genentech a principios de los '80 Como líder entre las nuevas empresas de biotecnología.

El acceso a recursos adicionales puede ser determinante en el éxito o el fracaso de una nueva compañía. Federal Express, por ejemplo, tuvo que recurrir cinco veces a capital fresco antes de conseguir esta-

bilizarse y rebasar la necesidad de financiarse con recursos frescos. La necesidad de varias aportaciones de capital fresco suele ser "dolorosa" para la empresa incipiente e indicativa de que sus perspectivas a largo plazo son prometedoras, pero en el corto plazo los resultados pueden ser decepcionantes. En el caso de Federal Express, Rotschild Ventures encabezó la puesta en las cinco ocasiones -el hecho de que Rotschild tuviese acceso a grandes sumas de dinero fue, pues, un factor determinante del éxito-.

De no haber sido así, Federal Express podría haber fracasado por una razón de importancia secundaria: la falta de dinero.

LA PASIÓN POR EL ÉXITO (Pa)

La pasión de los distintos actores es determinante para el éxito. En otras palabras, toda nueva empresa se topa con cientos de obstáculos antes de alcanzar el éxito.

La gente sin pasión se valdrá del primer obstáculo como excusa para el fracaso, la gente con pasión hará todo lo necesario para superar todos los obstáculos.

Nuestra fórmula se modifica de la siguiente manera:

$$Pe = PatCt \times PadCd \times PainvCinv,$$

donde Pat es la pasión de los técnicos, Pad la pasión de los directivos y Painv, la

de los inversionistas. Nótese que en esta fórmula extremadamente gruesa, cualquier cero es garantía de fracaso, mientras que cada "uno" se lee como garantía de éxito.

Si a cualquiera de los tres grupos le es indiferente el éxito, el futuro de la compañía se verá seriamente comprometido. Algunas compañías consiguen salir adelante a pesar de tener puntuaciones bajas en alguna de las áreas, pero conforme las presiones competitivas aumentan, mayor es la importancia de que una compañía cuente con personal entregado a su tarea. La gente con pasión intensa conseguirá resultados espectaculares y hará cuanto sea necesario para lograr las metas previstas. En consecuencia, es importante valorar y modificar, si es posible, la fuerza, la determinación y el compromiso (o "pasión") de los técnicos, los directivos y los inversionistas.

Muchas son las formas de matar la pasión, pero la primera entre ellas es la codicia. La codicia vestida de composición accionaria es quizás el obstáculo aislado más importante para la creación de nuevas compañías. Todos los jugadores en una nueva compañía pugnan por maximizar su participación. Con frecuencia, los inversionistas albergan la noción de que deberían poseer el 100 por ciento de la compañía. Gente así ejerce fuertes presiones sobre el precio de las acciones cuando se busca acopiar capital fresco. Típicamente, esta actitud los

conduce a buscar capital en fuentes secundarias (parientes, amigos acaudalados o inversionistas amateurs). Esto va en detrimento de la calidad de los inversionistas (Cinv). En segundo lugar, ven con malos ojos los planes de incentivos con acciones para los empleados, lo cual de nueva cuenta se traduce en personal de segunda. Peor aún, además de contar con inversionistas y empleados de segunda categoría, la pasión de ambos se desvanece rápidamente a medida que caen en la cuenta de las escasas posibilidades que tienen de obtener buenos dividendos de las acciones infladas que adquirieron. Esto significa que los empleados no estarán dispuestos a jornadas largas y extenuantes ni los inversionistas a aportar recursos cuando (y no únicamente "si") la compañía necesite dinero.

La codicia puede revestir muchas otras formas. Dentro de una gran corporación, no hay acciones que repartir, solamente el reconocimiento al buen desempeño. Los directores que se arrogan todo el merito cuando las cosas van bien y eluden la responsabilidad cuando surgen los problemas están matando la pasión de los empleados bajo su mando.

Otra cosa que da muerte a la pasión es la crítica destructiva. Existen varios grupos dedicados a criticar proyectos para prevenirnos de posibles errores. Por ejemplo, el Departamento de Alimentos y Fármacos está diseñado no tanto para hacer expedito el arribo de

nuevos fármacos útiles al mercado, como para evitar que un fármaco que no cumple con determinados requisitos estándar sea puesto a disposición del público. En el interior de una compañía, la función de perro guardián la desempeñan los comités y los abogados. Estas personas cumplen una función importante, similar a la de los frenos en un automóvil, pero a menudo su labor puede tener efectos devastadores en las etapas tempranas de nuevos desarrollos empresariales. Según la psicología de estos individuos, solo recibirán crédito por "prevenir un suceso de consecuencias negativas", y no por "facilitar uno de consecuencias positivas". Dicho de otro modo: no comparten el crédito de la idea original, solo el de buscarle los defectos. Dosis altas de este tipo de crítica matan la pasión.

LA IMAGEN DE LA COMPAÑÍA (I)

La postrera complicación a la fórmula es añadirle la imagen o la credibilidad de la nueva empresa en su conjunto. La fórmula ahora es:

$$Pe = PatCt \times PadCd \times PainvCinv \times I,$$

en donde I denota la imagen. Este factor se refiere a la manera en que los socios, inversionistas, clientes o empleados potenciales perciben la empresa. Por ejemplo, una empresa de biotecnología en cuyo consejo directivo participa un premio Nobel, tendrá mayor credibilidad

al proponer un proyecto de coinversión a una compañía farmacéutica grande, que otra compañía formada por científicos sin reputación. Análogamente, a una compañía de computación asociada con IBM le será más fácil vender sus nuevos productos que a una compañía que no posee este respaldo. Asimismo, una compañía que adquiere su tecnología de Stanford, Harvard o MIT, tendrá una mejor imagen que aquella que contrate su tecnología con universidades menos conocidas.

Hay muchos ejemplos de cómo la imagen influye en los resultados. Si una compañía tiene una buena imagen, la gente albergará expectativas exitosas para ella y querrá invertir, asociarse o prestar sus servicios allí; este proceso da origen a un síndrome de éxito inducido por el éxito. Si la imagen de una compañía o un individuo es adversa, lo probable es el fracaso (fracaso que induce el fracaso). Antes de transcurrido el año de haberse introducido al mercado el Lotus 1-2-3, por ejemplo, otras compañías habían desarrollado productos competitivos, que según su relación precio/prestaciones deberían haber debilitado la posición de Lotus en el mercado empresarial de hojas de cálculo. Sin embargo, gracias a su campaña de mercadeo, Lotus había construido para sí una imagen inmejorable. Este esfuerzo de mercadeo fue enorme en comparación al de otros fabricantes de software, y fue enfocado exclusivamente a los usuarios empresariales. Con ello consiguió que

Lotus fuera prácticamente un sinónimo de hoja de cálculo. Un inversionista de riesgo, en 1985, definió a un "clon del 1-2-3" como la peor inversión.

NIVEL DE INVERSIÓN

Existen múltiples estrategias para invertir dinero en una compañía nueva.

Un extremo del espectro lo tipifican las compañías que adoptan un enfoque minimalista, es decir, aquellas que reúnen el monto mínimo requerido para poner en marcha la tecnología. Tales compañías pueden intentar incluso financiar sin recursos frescos una nueva empresa, sin aportaciones de capital. Una ventaja de este enfoque es que los fundadores tienen el control de la empresa y son dueños de la casi totalidad de ella. Estas compañías con frecuencia se acercan y se benefician de los servicios, espacios y equipo que ofrecen los parques científicos e instalaciones de incubación.

Si se aporta capital, la inversión es a menudo demasiado insignificante para despertar la pasión de parte de los inversionistas. Estas compañías minimalistas muchas veces no tienen la capacidad de competir eficazmente, porque sus desarrollos técnicos y empresariales progresan muy despacio. Muchas de ellas, además, emplean una cantidad desproporcionada de tiempo y esfuerzo del personal ejecutivo de primer nivel en la búsqueda de las pequeñas sumas de capital necesarias para mantener viva la compañía. Este mismo esfuerzo

pudo haberse dedicado al desarrollo de la empresa si inicialmente se hubiesen conseguido más recursos financieros.

El otro extremo del espectro (i.e., capital inicial en exceso) es a veces peor que el enfoque minimalista. Los ejecutivos de estas compañías a menudo pierden de vista el valor del dinero, típicamente pagan sueldos elevados, se montan suntuosas oficinas y pasan los fines de semana en sus yates aun en la víspera de fechas críticas. He bautizado este comportamiento como el "síndrome Taj Mahal". Luego de gastar enormes sumas de dinero, estas compañías provocan la frustración de los inversionistas cuando no logran presentarles resultados significativos. Esta frustración suele orillar a los inversionistas a cancelar inversiones futuras y con ello conducen a la muerte de la compañía.

A medio camino entre estas dos estrategias anteriores se encuentra el enfoque óptimo. Concretamente, es necesario disponer de los recursos suficientes para que la compañía pueda desarrollar rápidamente su tecnología, pero no tantos como para que los directivos pierdan la noción del valor del dinero.

La siguiente grafica muestra los tres escenarios. Es interesante observar que la pasión en la curva óptima se incrementa conforme transcurre el tiempo, mientras que en las compañías minimalistas tiende a perderse. La razón es que en el primer caso los inversionistas y empleados ven

a la compañía evolucionar hacia una oferta pública, mientras que en el Segundo las perspectivas para los empleados de la posible venta de sus acciones son poco alentadoras. Los capitalistas de riesgo Haman a este tipo de empresas los "muertos vivientes".

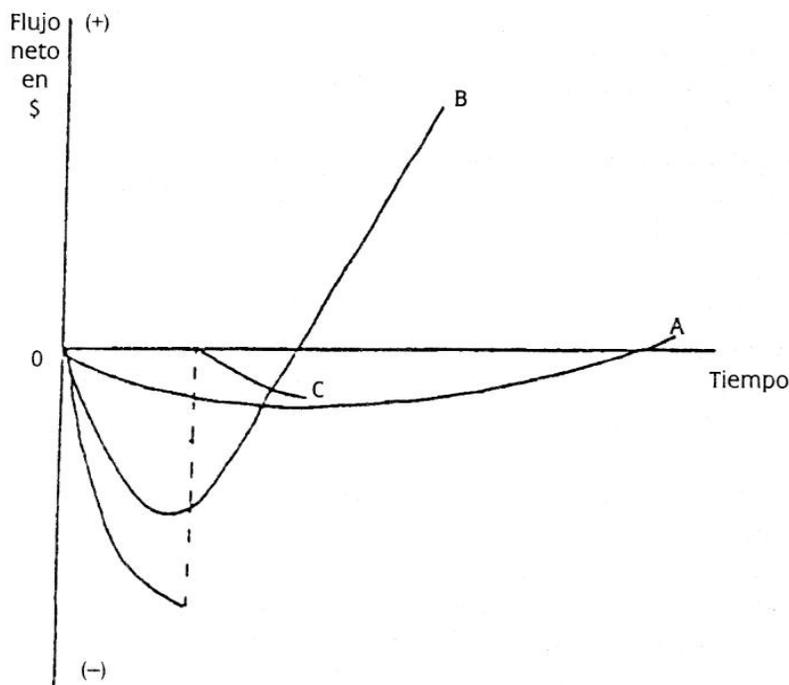
LA CESIÓN DE DERECHOS A COMPAÑÍAS MÁS GRANDES

Muchos de los factores que se han discutido previamente se relacionan directamente con la creación de nuevas líneas de negocio, o de productos, den-

tro de compañías establecidas. Tomando la formula desarrollada anteriormente, Ct y Cd conservan su significado. El termino Cinv, en cambio, se refiere ahora a la calidad del patrocinador dentro de la compañía.

La mayoría de las operaciones internas dentro de una gran corporación requieren por lo general de que alguien de los niveles altos, un patrocinador o paladín, provea de fondos y asesoría al nuevo empeño.

El papel del patrocinador es análogo al del inversionista de riesgo. Al igual que este último, el patrocinador debe tener



experiencia en la construcción de negocios y una sólida red de relaciones, especialmente dentro de la compañía. Estas relaciones son importantes para evitar presiones políticas dentro de la organización que desalentarían la innovación y el espíritu de empresa. Asimismo, las grandes compañías a menudo disponen de mercados internos, o del acceso a mercados externos de valor para la nueva unidad de negocio. El patrocinador desempeña un papel crucial en asegurarle el acceso a estas oportunidades internas. A diferencia del inversionista de riesgo, un patrocinador debe ser también diestro en el manejo de la política interna de la organización.

Las grandes compañías tienen múltiples ventajas sobre las recién iniciadas en el desarrollo de nuevos negocios. Entre ellas se cuenta el acceso a mercados, tanto internos como externos, así como también mayor acceso a recursos. Entre las desventajas está una estructura de incentivos que no siempre conduce al fomento de la pasión y una necesidad de mayor comunicación, la cual tiende a hacer las decisiones más arbitrarias y engorrosas.

El requisito de la pasión es mayor cuando la idea es extremadamente embrionaria y abre nuevos mercados. En estos casos, una empresa creada ad-hoc puede tener mayores probabilidades de éxito que una compañía establecida. Si la tecnología está más próxima a un producto final (digamos un par de años) y si los produc-

tos son prontamente puestos en el mercado por las compañías existentes, convendría al cedente contratar la cesión de la tecnología con una compañía establecida. En estos casos, el reto consiste en generar la pasión dentro de una compañía más grande y superar la inercia que se opone al cambio y a las ideas originadas fuera de ella.

Muchas compañías grandes dan mayor importancia a los resultados de corto plazo (vgr. la utilidad del siguiente trimestre). Esta estrategia se ve alentada por el mercado de valores, para el cual los resultados trimestrales tienen mayor peso que el potencial de largo plazo.

También orilla a la administración a comportarse según las pautas de la curva minimalista (curva "A", de la gráfica).

En otras palabras, un directivo no recibe recompensa alguna por invertir en la utilidad potencial a largo plazo (curva "B" de la gráfica); por el contrario, si los costos se reducen a la curva minimalista, la utilidad de la compañía mejora en el corto plazo. Yo he llamado a este comportamiento el "síndrome MBA". Los ejecutivos de esta clase pueden, en un periodo corto de tiempo, exhibir mayores utilidades y con frecuencia son promovidos o reclutados por otra empresa antes de que ocurra el desastre previsible en el largo plazo. Lo irónico del asunto es que, si recibe una promoción, el directivo tendrá la oportunidad y el incentivo para destruir un sector más grande de la compañía.

El síndrome MBA se presenta en las grandes compañías de los EUA por dos razones: 1) La antigüedad promedio en el trabajo en los EUA es breve (vgr. 3 años); y 2) Los inversionistas son especuladores a quienes solo les interesa el desempeño de una empresa en el corto plazo.

Por fortuna, hay grandes compañías que evitan la aparición de este síndrome.

Las compañías en las que un paquete importante de acciones está en manos de una sola familia están bien dispuestas a invertir pensando en el largo plazo. Las compañías familiares invierten apegándose a la curva B, porque la familia no tiene contemplado vender su participación; por el contrario, tienen previsto ceder sus acciones a sus herederos. Varias compañías que se cotizan en la bolsa, como Motorola, Corning y Ethyl* tienen grandes paquetes de acciones en poder de una sola familia. Las compañías cuyas acciones principales estaban en poder de familias en una proporción del 10 por ciento o más, y que cotizan en bolsa, tuvieron un desempeño dos veces superior al de las 500 compañías de Standard & Poors a lo largo de un periodo de cuatro años (1984-1988), según un estudio de Mark Cunningham, de Alliance Capital. Estos resultados hasta cierto punto inverosímiles se explican por la estrategia de inversión de largo plazo seguida por sus propietarios. Ello no obstante, el estudio de Cunningham arroja resultados

aún más fantásticos cuando el criterio de selección comprende la participación activa de la familia en la administración de la empresa. Cunningham encontró que estas compañías familiares elegidas tuvieron un desempeño 3 y media veces mejor al S&P 500 entre 1984 y 1988, y diez veces mejor entre 1968 y 1988.

RECOMPENSAS AL CEDENTE

Si la tecnología se desarrolla según las expectativas, la universidad, o el cedente, debería contar con una recuperación igual a la tasa de regalías, por el potencial de mercado realista de la tecnología, por la probabilidad de éxito.

Sin embargo, existen varias complicaciones que inciden en la recuperación del cedente. Por ejemplo, un contrato de cesión mal concebido podría eliminar los ingresos del cedente. Una ventaja en este respecto es el hecho de que las universidades pueden apoyarse sólidamente en la "buena fe". Las compañías vacilaran en despojar a la universidad porque la posibilidad de obtener los derechos para futuros inventos podría verse comprometida.

Un factor importante que limita los ingresos del cedente universitario es el nivel de hostilidad generado en las negociaciones. Si la compañía cesionaria llegara a enemistarse con el cedente por el hecho de que las negociaciones fueron unilaterales, el cesionario verá los pagos

de regalías como un impuesto que deberá evitarse a toda costa. Se dedicarán energías, a veces subconscientemente, para proceder al margen de la patente o de las cláusulas del contrato.

Es pues crítico que las partes lleguen a un contrato bien equilibrado. La mejor redacción de un contrato es aquella que prevé semejanzas entre los escenarios que benefician al cedente y al cesionario.

En el caso de una empresa nueva, esto crea un fuerte incentivo para que el cedente acepte acciones como abonos al pago de la cesión. Si el anticipo tiene un componente en acciones, el cesionario no resiente el pago de este componente porque no le resta recursos de la tecnología ni de la empresa. Además, los posteriores cambios en el diseño que podrían obviar la patente no impactan el valor de las acciones, con lo cual el cedente se vería beneficiado aún en el peor de los casos.

OTROS FACTORES DEL ÉXITO

Los factores del éxito en las cesiones se ven a su vez influidos por otros factores distintos a los analizados hasta ahora. Por ejemplo, la calidad de un invento se ve influida por la industria que lo aprovechara. Casi sería posible imaginar un parámetro llamado "industria", con valores entre 0 y 1, que describiría la "adoptabilidad" de las patentes en dicha industria. Algunas industrias, como la de herramientas o la automotriz, no son tan receptivas a tecnologías generadas exter-

namente como lo son otras industrias. Si una tecnología no ha sido probada y establecida por muchos años, son pocos en estas industrias los que quieren correr el riesgo de desarrollar el invento. Otras industrias, como la industria de la computación, han reducido la importancia de los inventos mediante una política de cesión mutua de patentes. Para muchas empresas de computación, la libertad para perseguir una estrategia de negocio es una preocupación de mayor prioridad que la utilización de una patente para proteger un monopolio. Además, para la industria de la computación resulta más sencillo saltarse una patente con diseños alternativos que para otras industrias.

En el caso de otras ramas industriales, como la biotecnología y la farmacéutica, las patentes son más apreciadas, porque es más difícil encontrar equivalentes.

La fórmula establecida puede también modificarse para dar cuenta de diferencias culturales. Por ejemplo, tanto la cultura japonesa como la europea están bien dispuestas a aceptar la importación de nuevas tecnologías a grandes empresas, mientras que en los EUA son las pequeñas compañías las que apoyan la importación de nuevas tecnologías.

Por último, el papel y la importancia de la sincronía son cruciales. Por ejemplo, la litografía de rayos X por fin surge como una tecnología comercialmente viable, ahora que las patentes fundamentales de MIT comienzan a caducar.

La importancia de los tiempos es difícil de ponderar. Desempeña un papel clave

en el desarrollo de mercados para las nuevas tecnologías y es, por lo tanto, un factor para evaluar la calidad de un invento.

RESUMEN

Las compañías nuevas y la transferencia de tecnología a compañías establecidas continuarán desempeñando un papel fundamental en el desarrollo económico. El impacto favorable de la creación de nuevos negocios puede incrementarse ubicando las tecnologías adecuadas, en-

contrando directivos sólidos e inversionistas o patrocinadores de calidad, realzando la imagen o la credibilidad del negocio y, finalmente, fomentando el comportamiento apasionado de los actores principales en torno al éxito del nuevo negocio. Estas cualidades, junto con un contrato bien escrito y equilibrado, y la buena fe de parte tanto del cedente como del cesionario incrementarán considerablemente la posibilidad de éxito de la empresa, así como la recompensa para el cedente.

EL FUTURO DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

COMENTARIO

Dr. Emilio Rosenblueth
Instituto de Ingeniería,
Universidad Nacional Autónoma de
México

Comedido cumpliré con el cometido de comentar. Exageraré un poco pues si no exagero no comento. Lo dijo Ortega y Gasset: "Quien no exagera que calle".

Algo de lo que diré se basa en el aporte de Antonio Alonso. Otro poco le es complementario.

Es claro el mensaje toral que nos transmite el estudio prospectivo preparado por SEFI: pronto sucumbirán las bardas que aun se yerguen en las fronteras de México. Cuando se derrumben veremos ampliado nuestro horizonte; alcanzará de uno a otro confín del mundo, es decir alcanzará un mundo sin confín. Prevemos que en ese futuro próximo seremos fácil presa de invasiones extranjeras económicas, culturales, intelectuales, profesionales; y también que podremos ser invasores en las mismas categorías. No se necesita prospectiva para saber que tanto invasores como invadidos estarán durante largo tiempo tenidos de un solo color ideológico hechizado, derechizado. El largo lapso durara hasta que se agote el ansia por la libertad, ansia que fomenta los cambios que ahora vemos, y la susti-

tuya, otra vez, la sed por la igualdad y la justicia social, sed que dio lugar a las revoluciones que conocimos o conocíamos y en que hasta hace poco creíamos; y vuelva a oscilar el péndulo, tal vez hasta que sus oscilaciones se amortigüen y hallemos y hollemos el sendero medio, con lo mejor de cada ideología.

De inmediato me preocupa más el que vamos a ser invadidos. Pero, en parte, solo contrarrestaremos lo negativo de esta perspectiva si también invadimos. Un hecho ira con el otro: solo exportaremos más ingeniería si aceptamos importar más.

Enfocare esta doble problemática con actitud a la vez fatalista y proactiva, reconociendo que el futuro será, en parte, inevitable, pero también que en buena medida podremos diseñarlo. Ello me lleva a tener que expresarme dialécticamente.

Va la primera tesis. Deseamos seguir siendo reyes en nuestra propia tierra. No en vano se ha dicho que la nacionalización de la industria de la construcción, que llevó a cabo Lázaro Cárdenas, fue más importante para México que la del petróleo. Ya no construiremos todas nuestras obras pero queremos seguir construyendo la mayoría. Ello requerirá intensificar y mejorar la preparación de nuestros ingenieros en los procedimientos de construcción que aquí son idóneos, quizás incluyendo los que emplean tecnología adecuada. Si no preparamos mejor a nuestros ingenieros geólogos, mineros,

petroleros y geofísicos, si no desarrollamos métodos avanzados para explorar y para interpretar los resultados de la exploración y enseñamos a usar esos métodos, serán empresas venidas de fuera quienes exploren nuestro territorio y se beneficien de lo que se encuentren; ya casi está sucediendo.

Hace decenios adoptamos la ya desgastada política de sustitución de importaciones. En buena medida subsiste. No contentos con copiar el producto hemos copiado sistemáticamente el proceso de manufactura, pudiendo haber desarrollado procesos propios, adecuados a nuestras condiciones. ¿Dónde está la tecnología mexicana? Si, hubo un día en que inventamos procesos que presentaban ventajas significativas con respecto a los hornos tradicionales para producir aceros, algo innovamos en la industria del vidrio, inventamos los pilotes de control, el procedimiento constructivo de descimbrar cimbrando, las defensas de los automóviles, los topes en la vía pública, la televisión a colores, pero de ello hace medio siglo. Hoy estamos convirtiendo a México en país maquilador. ¿Seguiremos enorgulleciéndonos solo de las glorias antiguas, que ya no nos benefician? ¿Qué se hizo nuestra inventiva?, preguntaría Jorge Manrique. ¿Declamaremos acerca de una feliz edad de oro, Como si fuéramos Don Quijote sin su Sancho? Antes que sonar en exportar y en conquistar tierras ajenas, deberíamos reconquistar las que están en nuestro territorio.

Para ello habremos de dar a nuestros ingenieros conocimientos y el espíritu innovador que les permitan configurar una ingeniería mexicana, y, para que la apliquen, fomentar en ese material humano el placer de emprender aventuras y tomarse riesgos.

Lo primero es que nos preparemos para conservar nuestros campos de acción y para que la ingeniería mexicana vuelva a ser el objeto de admiración que llego a ser. Hacemos buena ingeniería en México o nos la hacen otros. Así que las cosas deben cambiar para que sigan siendo iguales.

La correspondiente antítesis. Sera inevitable que nos invadan. ¡Ya nos están invadiendo! Lo único que podemos hacer es a nuestra vez exportar servicios de ingeniería.

Hace unos años di un curso intensivo de ingeniería sísmica en Santillana del Mar. Casi todos los alumnos eran ingenieros de países prácticamente asísmicos, Como los escandinavos, el Reino Unido, Holanda. Se trataba de consultores interesados en el diseño sísmico de plantas nucleares. Súbitamente habían descubierto que su oficio exigía conocimientos de ingeniería sísmica.

Pues bien, yo no pude competir con mis alumnos, no pude convertirme en consultor de diseño sísmico de plantas nucleares porque desconocía el diseño a secas de esas instalaciones. Si vamos a dar servicios de consultoría en el extranjero, los egresados de nuestras es-

cuelas deberán saber acerca de áreas para las que no hay demanda en México o para las que esta es aun limitada.

Tenemos excelentes geotécnicos e ingenieros de vías terrestres. Deberían ser capaces de diseñar túneles carreteros, que en varios países son el pan de cada día, si bien en México casi no ha habido necesidad de construir grandes túneles más que drenaje. Nuestra gente debería poder moverse en condiciones geográficas, geotécnicas y geológicas que aquí son poco usuales.

El panorama es parecido para otras especialidades en que nuestro país destaca: estructuras, ingeniería de cimentaciones, hidráulica, hidrología, ingeniería ambiental, especialmente en lo tocante al agua. Debemos reforzar la enseñanza en las áreas en que tradicionalmente hemos estado fuertes, a la vez que la complementamos con conocimientos pertinentes a otras partes del globo. En las áreas tradicionales tenemos, desde luego, muy Buenos maestros; para lo foráneo podríamos tener profesores visitantes. Tanto por designio ajeno como por diseño propio las cosas cambiarán, y no será aplicable la sentencia que cite de Lampedusa en boca del Gattopardo.

Ahora la síntesis. Por mucho de verdad que encierre la antítesis, si queremos primero defender lo nuestro. Ello requerirá que los futuros ingenieros mexicanos tengan tanto el saber como la actitud para crear tecnología propia,

apropiada a nuestras condiciones; así podremos hacer las cosas en México mejor que lo que puedan los extranjeros. Pero será inevitable que en cierta medida nos invadan, y deseable que los invadamos, así que si deberemos reforzar la enseñanza en nuestras áreas tradicionales y dar bases para actuar fuera de nuestro país.

No será posible ni particularmente deseable que todo estudiante se prepare para trabajar tanto aquí como en multitud de países extranjeros. La solución es la que ya conocemos: dar una sólida formación básica y ofrecer varias posibles especializaciones. Éstas deberán estar en el conjunto de nuestras escuelas de ingeniería, suficientemente diversificadas. Como para que haya algún egresado que pueda aprovechar casi cualquier oportunidad que se presente; y si la oportunidad no es en un campo en que haya quienes se hayan especializado, el tipo de preparación impartida habrá sido tal que haya quienes fácilmente puedan adquirir los conocimientos necesarios.

Otra tesis. Con la globalización viene el impulso a la computación. Para que compitamos dentro y fuera de México, debemos dar al cómputo la máxima prioridad en la formación del ingeniero.

Su antítesis. Hemos visto como la mente del estudiante se distorsiona cuando se orienta mucho hacia el cómputo. Cito a Heberto Castillo: hay quienes usan la computadora; otros usan la cabeza. Fin

de la cita. Abundan los estudiantes que emplean programas y paquetes sin entender su funcionamiento y sin captar el problema que pretenden resolver. Se quedan impávidos cuando el resultado yerra en tres órdenes de magnitud, tirantes negativos en canales, temperaturas de menos de cinco grados Kelvin o probabilidades mayores que uno ("Eso me da la computadora", dicen) y son incapaces de la mas nimia modificación al programa para adaptarlo a condiciones realistas.

Démosles los conocimientos básicos y que, por su cuenta, aprendan a programar y a usar los paquetes. ¿Acaso los de nuestra generación aprendimos algo útil en el curso de Calculo Practico, en que una regla de cálculo de dos metros decoraba el salón? Si supimos usar regla de cálculo fue a pesar del curso.

Su síntesis. Con todo, la importancia de la computación es incontestable, no solo como herramienta de cálculo sino también por su velocidad en la consulta y por ende en la solución de problemas, permitiendo incluso soluciones en tiempo real, durante la construcción o la manufactura. Incontestable también es el que sus crecientes posibilidades, variantes y complicaciones hacen ineficiente la autodidactica. Pienso que debemos implantar con firmeza los conocimientos básicos de las materias, enseñar computación, pedir al estudiante que programe la solución de problemas sen-

cillos (pues será esta la mejor manera de afirmar sus conocimientos) y aprovechar la computadora y sus paquetes para ilustrar la solución de problemas sencillos (pues será esta la mejor manera de afirmar sus conocimientos) y aprovechar la computadora y sus paquetes para ilustrar la solución de problemas realistas, no los clásicos y triviales de libros de texto, que lo hacen a uno sentir "¿Y para esto estudié?" "¿Así que la teoría de probabilidades sirve para saber algo sobre el color de las canicas que saco de una urna?"

Tercera tesis. El posible Tratado de Libre Comercio obliga a que todo ingeniero maneje el inglés fluidamente.

La antítesis. Si entra Canadá al Tratado necesitaremos francés, no solo inglés.

Además, con o sin el Tratado, los países de habla hispana integran el campo más natural para que exportemos servicios de ingeniería, y no andan lejos los de habla portuguesa y otros de tradición latina, no solo por razones de lenguaje sino también por las culturales. ¿Y no han visto ustedes como empiezan a proliferar los restaurantes japoneses en nuestro país, en anticipación de lo obvio? ¿Y qué me dicen de la riquísima literatura técnica en ruso para ciertas áreas, en alemán para otras? ¿Y de los trascendentes aportes franceses e italianos contemporáneos en computación, en sismología ingenieril y en otras especialidades? No: el futuro ingeniero necesitara manejar con soltura

un número importante de idiomas, así como suele el europeo culto desempeñarse en cuatro o cinco lenguas. En licenciatura debemos exigir muy buen español, inglés y francés, y en posgrado otras dos lenguas de las citadas.

De hecho, cuando digo "idiomas", "lenguas", implíco también culturas: los modi operandi de otros países: como se promueve un trabajo, como se compete, se concursa, se negocia, se cobra, cuales son las leyes escritas y cuales las costumbres. Y la síntesis. Como estamos formando un ejército de ingenieros, no necesita cada uno aprender todos los idiomas. Que unos aprendan unos y otros otros.

Bastará con que el futuro ingeniero redacte mucho mejor en español que los que ahora egresan y sepa bien una lengua más, y aún otra cuando egrese del posgrado, dejando libertad para que elija que lenguas estudiará. Creo que de manera natural las elecciones que hagan los estudiantes reflejarán grosso modo la demanda y, al darles posibilidad de escoger, la aprenderán con más entusiasmo.

Por hoy solo abordaré otro tema. El análisis del contenido de la educación que imparten las universidades privadas hace ver que tienden a formar dirigentes, administradores de la ingeniería.

Lo mismo es cierto de buen número de universidades extranjeras. Sus planes y programas de estudios están inteligentemente diseñados con este fin.

Agréguense las conexiones familiares que suelen tener los estudiantes de las universidades privadas nacionales y la situación ventajosa en que llegan los profesionales extranjeros. Es claro que unos y otros serán los generales de la ingeniería. En las instituciones públicas nacionales el énfasis está en aspectos técnicos; estas instituciones forman soldados rasos.

Podría argüirse como tesis que las circunstancias nos llevan naturalmente a esta división funcional del trabajo educativo y que, siendo así, cada quien debe cumplir su tarea lo mejor posible sin cuestionarse si tal división es buena para el país. Pero parece profundamente malsana. Por una parte perpetúa y acentúa la división hereditaria en clases sociales y nuestra sumisión a los invasores. Por otra, la ideología que tradicionalmente permea a las instituciones públicas puede tender a imbuir un sano nacionalismo y una actitud más igualitaria, así como a contrarrestar los excesos de las tendencias hoy prevalecientes, pero para ello necesitarían trabajar con generales, no con soldados, cuya influencia es limitada. De aquí la antítesis: que las instituciones públicas cambien sus planes y programas copiando lo que hacen sus competidoras. Si así procedieran habría demasiados jefes para administrar y nada que administrar. Es inmediata la síntesis: que nuestros tecnológicos y universidades públicas abran la alternativa, permitiendo que cada estudiante escoja si desea ser

administrador, realizador o una combinación. Sin embargo, si la opción administrativa se hace tanto más fácil que la realizadora como es usual, pocos elegirán la segunda. La formación de generales debe hacerse particularmente ambiciosa para moderar la demanda y para que los generales egresados de estas instituciones sean mucho mejores que los de la competencia.

Hay mil otros temas que se pueden comentar, mas prefiero aquí sintetizar mis síntesis. Su denominador común es la diversificación intencional en la enseñanza.

En las profesiones, como en las especies biológicas, la diversidad facilita la evolución. Y al diversificar con flexibilidad, la tarea educativa se hace más grata al educando. Tal diversificación, sin embargo, ha de ser complementaria de una muy sólida formación básica.

Necesitamos preparar mucho mejor que ahora a los futuros ingenieros.

Si es que vamos a seguir siendo reyes en nuestra tierra, habremos de estimular en ellos la creatividad y darles el saber para que creen la tecnología mexicana. Esto es cierto en exploración y en las otras áreas en que estamos débiles; lo es particularmente en ingeniería de procesos, tanto en construcción como en manufactura. En la especialización hemos de familiarizar a algunos ingenieros con las necesidades que hay en otros países, y esto vale tanto en cuanto a idiomas, leyes

y costumbres, como en cuanto a lo técnico.

Si merece cierta prioridad el área de cómputo, pero impartida en forma que refuerce los conocimientos básicos y el entendimiento, no que los pretenda suplir. Pienso que debemos formar ingenieros no solo en lo técnico sino también como dirigentes; formarlos no sólo en las insti-

tuciones privadas sino también en las públicas, y no como salida fácil sino como la más ambiciosa de las especializaciones.

Inexorablemente, la globalización traerá consigo cambios profundos. Preparémonos para recibirlos, no con resignación, sino para aprovecharlos al máximo en beneficio de nuestro país.

200 AÑOS DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA EN MÉXICO 1792-1992

Ing. Carlos Slim Helú
Presidente de Teléfonos de México.

A pesar de que han transcurrido años, desde que Lassaga y Velázquez de León presentaron su proyecto para resolver de manera integral los problemas y el desarrollo de la minería en México, cuando proponen la creación de un Colegio de Minería, describiendo su funcionamiento, poco habría que agregar a su proyecto. Ahí se indica cómo vincular la enseñanza con el sector productivo.

Me permito transcribir parte de sus descripciones, razones y proposiciones:

"El saber labrar una mina, logrando todo lo que tiene de útil: facilitar siempre la respiración, dejando en su firmeza, o fortificando la montaña: seguir la dirección de una veta que se emborrasca, o se extravía: trazar un tiro, un socabón, o contramina: y sobre todo, extraer las aguas subterráneas, el metal y las materias que lo acompañan, de grandes profundidades, y a poco costo: es un negocio lleno de dificultad, que sólo deja vencerse por medio de un serio estudio de la geometría práctica, la estática, la ma-

quinaria, y la hidráulica; y a más de esto de una larga, advertida, y sagaz experiencia en la minería."

"Es un error gravísimo el atenerse a sola una práctica ciega, sin principios científicos".

"Es preciso erigir un seminario metálico, que podría formarse de un director, hombre sabio en las matemáticas, y en la física experimental, química y metálica, y profundamente instruido en la minería practica de nueva España: de cuatro maestros, el primero que enseñase en dos años, y en nuestro idioma español, la aritmética, la geometría, y la trigonometría, y de la álgebra lo suficiente para su aplicación a las referidas. El segundo, en el mismo tiempo y lenguaje deberá enseñar la mecánica maquinaria, la hidrostática e hidráulica, la aereometría, y la pirotecnica en la parte aplicable a la minería. El tercero, un curso elemental de química teórica y práctica. El cuarto, la mineralogía y metalurgia, y el uso del azogue propio de nuestra América".

"En las cercanías de esta ciudad se pondrán las oficinas y máquinas necesarias y usadas en la minería, para que los estudiantes de metalurgia se ejerciten un poco en grande en las operaciones metálicas, y los de la mecánica palpen con la experiencia la fábrica y uso de las máquinas. En el tiempo que se les señalare de vacación de estudios, los llevarán sus maestros al

Real de Pachuca, o a otro de los cercanos a esta ciudad, para que entren en las minas, y las midan, y en fin se ejerciten, como por diversión, en las cosas, que después han de ser de su destino. Unos podrán dedicarse solamente a las ciencias matemáticas, y otros a la química y metalurgia: y aunque éstas con aquellas no tienen una necesaria conexión, pero harán mucho mejor, los que aprendieren unos y otros estudios. Y concluidos estos, irán a practicar por dos años al Real de Minas, a donde los destinare el tribunal, manteniéndolos de su cuenta; y trayendo certificación de los diputados de su buen porte, y de haberse ejercitado en las operaciones en grande, se volverán de nuevo a examinar en teórica y práctica; y hallándolos suficientes, se les librara su titulo en forma, y se les procurara, como ya diremos, el destino correspondiente".

Por cierto, los gastos indirectos del Colegio eran del 11.2%, incluyendo casa, comida, botica y médico.

Con base a ese proyecto, que en representación de la minería se hace a Carlos III de España, se establece, entre otras cosas, una escuela para preparar científica y pragmáticamente a los peritos mineros, a través también del Real Seminario de Minería, que fue la principal institución educativa de su tiempo y que establece formalmente la enseñanza de la ingeniería en México. Sin embargo, las extraordinarias y abundantes

construcciones coloniales y prehispánicas nos hacen ver que la ingeniería y la arquitectura tenían ya un gran desarrollo y que su enseñanza es muy anterior a estas fechas como muestran las ordenanzas de Felipe III del 2 de febrero de 1612 sobre las obligaciones y facultades de los ingenieros y los colegios franciscanos como el de la Cruz de Querétaro, San Francisco, San Fernando, y Guadalupe de Zacatecas.

La vinculación orgánica de la educación con el sector productivo, data de sus orígenes y se perdió en algún momento, probablemente en la época de la economía cerrada, protegida y con escasa competencia. Cultura que pudo haberse extendido a otras áreas, como la educación y la investigación, formando estancos semiaislados en los que se investiga y se hacen programas educativos de acuerdo a las experiencias, inquietudes e intereses intelectuales de quienes los elaboran. Por otro lado, el sector productivo, también semiaislado y protegido, con escasa competencia vive tranquilo sin inquietudes y sin ganas de que lo molesten con organizaciones, ideas, técnicas o procesos, diferentes a los que siempre ha conocido.

Hay que regresar a sus orígenes para rescatar, a la brevedad posible, la estrecha vinculación del sector productivo con la educación y también con la investigación que debe darse en el establecimiento de los programas de estudios, horarios y ca-

lendarios, la definición de carreras y especialidades, así como en la investigación mantener permanentemente el contacto de profesores, estudiantes y empresa, si esta hace investigación y desarrollo y capacita a su personal en las instalaciones, con los equipos y profesores de las instituciones educativas no solo habrá un gran acercamiento y participación en los programas de la empresa, sino también esta tendrá ahorros de inversión y operación que podrá encauzar en apoyo de la institución educativa que usara sus instalaciones a una mayor capacidad y con mejores ingresos de los profesores.

Para hacer frente en la apertura a la competencia mundial, cada vez es más importante la actividad y el desarrollo tecnológico y son las diferentes ingenierías la base del desarrollo; es fundamental lograr la excelencia académica de profesores y alumnos, pero quizá lo es más alcanzar la excelencia operativa. El país necesita más y mejores ingenieros, pero las necesidades del sector productivo son muy grandes en los mandos intermedios y, dado el alto nivel de deserción, es incongruente no tener programas de estudios subprofesionales que sean una opción para los estudiantes y llenen tan apremiantes necesidades.

La universidad y la educación superior tienen además dos funciones esenciales: la de hacer la crítica social y la de contribuir activamente a la solución de los problemas de la sociedad.

FORMACIÓN SOCIO HUMANISTA DEL INGENIERO

Prof. Miguel Ángel Yadarola
Presidente del Comité FMOI de
Educación y Perfeccionamiento

Hace 500 años, Europa asistía junto con el final de la Edad Media, al nacimiento de un movimiento intelectual, el humanismo, que marcó una nueva actitud frente al mundo, al ser humano y al saber. El humanismo del Renacimiento que encontró su máxima expresión en Leonardo da Vinci, tuvo también expresiones de genialidad, audacia e iniciativa en los hombres de mar, que alentados por los progresos de la navegación se lanzaron a descubrir nuevas tierras, nuevos continentes.

Le correspondería a España y sus Reyes de Castilla y Aragón el acometer la gigantesca empresa de extender la dominación conseguida en la península Ibérica con la caída de Granada, mediante una continuidad política, cultural y espiritual, hacia el Nuevo Mundo que el navegante genovés habría de descubrir en su intento de llegar a Oriente por una ruta opuesta a la tradicional, convencido de la esfericidad de la Tierra que propusieran Eratostenes y Ptolomeo, y que comprobara años antes de la partida el matemático florentino Toscanelli.

Honor pues a España en este Quinto Centenario del Descubrimiento de América. Honor a quienes trajeron a este continente, no obstante las violencias y excesos propios de toda conquista, una civilización, un mundo derivado del español que habría de afirmar el nacimiento de una sociedad con personalidad propia.

Habría de significar, como bien se ha expresado ya, el Encuentro de Dos Mundos.

El siglo de Oro de España, que se iniciara en 1492, supo transportar al Nuevo Continente sus instituciones, su cultura, sus valores espirituales y el orden basado en la ley. Fruto de esa cultura, enraizada en el Nuevo Continente fue la edición del primer libro americano, ocurrida en México en 1537 y la creación de la primera Universidad de América, también en México, en 1538.

Coincidentemente, sería aquí en México donde habría de nacer la primera escuela de ingeniería del continente, cuyo bicentenario evocamos en este encuentro y también la primera Biblioteca Pública y la primera Academia de Bellas Artes.

Extraordinario privilegio el de esta tierra azteca. Haber sido cuna de la Escuela de Minas tan solo 14 años después de haberse creado (en 1778) la primera institución de esta naturaleza en Francia: la "Ecole Nationale Supérieure des Mines" y haber nacido en el mismo siglo que viera la creación de la primera escuela de ingeniería civil del mundo: el "Corps des Ingenieurs des Ponts et

Chaussees" fundado en 1716 para llevar la profesión de ingeniero a un ámbito distinto al militar, institución que sería precursora de la ley ya mencionada Ecole des Mines y de la "Ecole des Arts et Metiers" que comenzó a funcionar en 1788, diez años después.

Afortunadamente, existen antecedentes que nos permiten identificar dónde y cuándo se inician los estudios formales de la ingeniería, tanto en el continente como en el mundo. Lo que no resulta fácil recordar es quién fue el primer ingeniero o dónde y en qué tiempo podemos encontrar las más antiguas obras a las cuales no dudaríamos en reconocer como creaciones propias de la ingeniería; es decir, que detrás de su concepción y materialización debieron existir personas con conocimientos de matemática, geometría, mecánica, hidráulica, además de cierta práctica en la organización y conducción de las personas que realizarían el trabajo.

4000 años A.C., en el antiguo Egipto hubo quienes proyectaron canales de riego para controlar las crecientes anuales del Nilo. Otros proyectaron y dirigieron la construcción de templos y pirámides.

Y aquí en nuestra América, las culturas precolombinas de mayas, aztecas e Incas conocieron las matemáticas y demostraron un dominio de la geometría y la astronomía. También, debieron de existir personas que proyectaron y construyeron ciudades, caminos, templos y pirámides, con habilidades para la or-

ganización del trabajo y su dirección, tal que no dudaríamos en llamarles, como a las del antiguo Egipto, ingenieros aunque sus nombres no quedaran registrados.

Esas personas, sabían combinar diversas técnicas sencillas para materializar una concepción que permitiese el usufructo adecuado y ordenado del conocimiento. Eran, así, creadores de tecnología.

Puede afirmarse, entonces, que la actividad del ingeniero nació con la tecnología a la cual podemos definir como el saber acumulado y ordenado de varias técnicas puestas al servicio de las necesidades, tanto pacíficas como bélicas del hombre; pero fundamentalmente, al servicio del progreso de la sociedad.

Un hombre, usando la técnica, pudo construir un utensilio, o un arma, o una mesa. Pudo enseñar a hacer esa mesa a otros hombres, transmitiendo el conocimiento. Pero si en vez de una mesa, hablamos de fabricar 1000 mesas por día, tal actividad incluye no sólo a esa técnica, sino a muchas técnicas más, que se conjugan para la proyección seriada de cualquier producto. Incluye capital. Incluye una organización empresarial. Incluye el manejo de hombres. Incluye a personas que estudien el producto y los procesos de producción buscando abaratarlo, mejorarlo. Eso, es tecnología. (1).

La técnica es patrimonio del hombre.

La tecnología es un resultado social; es patrimonio de la sociedad y como tal, corresponde a la sociedad determinar qué

personas están en condiciones de participar en el proceso de crearla, organizarla, manipularla, y de gobernarla para hacerla útil a sus fines.

Concebir, entonces, a la ingeniería Como disciplina académica, definida exclusivamente con el carácter de ciencia física aplicada, es un error en el cual incurre no sólo el público en general, sino muchas veces los propios ingenieros que no han llegado a percibir su misión como agentes determinantes del cambio, y no sólo del cambio tecnológico sino también del cambio social y cultural.

Este no es un concepto nuevo, porque el mismo está plasmado en la propia definición de ingeniería, que actualizada nos presenta una "profesión mediante la cual el conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales logrado a través del estudio, la experiencia y la práctica, aplicado juiciosamente y creativamente, es utilizado económicamente, con responsabilidad social y ambiental para combinar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad".

Existen sin embargo, discrepancias en la interacción del ingeniero con la sociedad, que surgen cuando no se han asumido plenamente esos roles que involucra el ejercicio de nuestra profesión. "Alegremente trabajando con nuestras máquinas, edificios y talleres pensamos que nosotros y nuestro trabajo pueden mantenerse al margen de la consideración pública", expresa tal vez exagerando, A.

Vesilind (2).

No hay duda que tal forma de pensar, común a algunos ingenieros, se contradice con lo que la sociedad espera de nosotros. Ella percibe una tendencia natural del ingeniero a ser utilitario en el desempeño de sus funciones, "buscando maximizar las satisfacciones humanas medidas por un aumento del goce y la disminución de los sufrimientos" (3).

Esta filosofía atrae a los ingenieros precisamente porque pareciera tan sólo cuantificar costos y beneficios, minimizando los costos y tomando en cuenta los beneficios sociales en conjunto.

En la Conferencia Internacional de Bratislava de 1984, donde se analizaron nuevas tendencias y formal de enseñanza de ingeniería, discutí este tema con el checo Linhart (4); quien, al referirse a la humanización de la realidad social en su conjunto, y pretendiendo sentar posición entre Bell y Heidegger, entre quienes sobreestiman el rol de la tecnología en una nueva sociedad posindustrial y quienes enfatizan los valores del espíritu, rechazando toda actitud rectora de la tecnología en la sociedad, no hizo otra cosa que justificar cualquier emprendimiento que maximizara los beneficios sociales, al más puro estilo utilitario. No hay ninguna consideración para la persona humana en este alarde de rechazo al egoísmo individualista. Ni para las generaciones que sucederán a la actual, beneficiaria aparente de tales emprendimientos.

Que mejor muestra de esta actitud intelectual, plasmada en la mente de los ingenieros responsables de erigir durante años, cientos de chimeneas en Europa del Este. Chimeneas que significaron fábricas, empleos, producción, pero también contaminación, lluvia acida, defoliación, deterioro en fin, del entorno y degradación del ambiente.

Tal vez estas consecuencias no fueron ni tan siquiera previstas o quizás el alto costo de industrias limpias hacía imposible maximizar el beneficio social inmediato. Era difícil introducir en la ecuación el valor humano, el valor de un solo hombre; de ese uno en mil cuya muerte por cáncer u otras enfermedades parece aceptable frente al provecho que significa instalar en medio de un conglomerado, una planta industrial generadora de desechos y gases contaminantes.

Similares consideraciones pueden ser expuestas cuando se analizan las ventajas de construir una presa de embalse, un camino o una autopista urbana, una línea de alta tensión. En todos estos casos, la tecnología y sus resultados representan algo objetivo, susceptible de ser cuantificado. Las consideraciones éticas no. Pero también es cierto que no puede descargarse toda la responsabilidad sobre los ingenieros. La mayoría de las veces hay respetables políticos y economistas que se encargan de asumir las decisiones antes que ellos.

Debemos asimismo reconocer, que en la mayoría de nuestros centros de forma-

ción de ingenieros, se nos enseña a ser pragmáticos, lógicos y sistemáticos en la solución de problemas y si bien estos atributos son imprescindibles al ingeniero para que los aspectos técnicos de tales problemas sean resueltos de la forma más eficiente, no es menos cierto que su exclusiva consideración, pospone u olvida valores humanos y sociales. Olvida la calidad de la vida.

Es preciso cambiar las cosas porque, cada vez con más frecuencia y mayor convicción, los ingenieros serán llamados a asumir un rol protagónico en las instituciones políticas, sociales, económicas y culturales de nuestra comunidad.

Rol que no ha estado claramente definido, ya que durante mucho tiempo la función del ingeniero parecía concreta: su juicio, aguzado por su formación profesional le inspiraba concebir lo que era menester concebir; realizaba aquello que era posible realizar en función de elementos tecnológicos y económicos, pues así resultaba útil no solo a la organización a la cual pertenecía -industria, Estado, servicios- sino a la humanidad en general. Hoy apreciamos con mayor claridad que lo realizable puede no ser deseable y que los grandes problemas que plantea la tecnología moderna, operando en gran escala, no son de orden tecnológico, sino de orden político y social y es por eso que el ingeniero, responsable del producto de su creación comienza a tomar conciencia de que no puede seguir confiando las de-

cisiones que involucran la gestión tecnológica a políticos, economistas y pseudo portadores de la cultura.

Es imperioso que el ingeniero que estamos formando en nuestras universidades, no se limite a resolver problemas reduciéndolos a sus componentes lógicos, sino que sea capaz de superar obstáculos inesperados que habrán de plantearse en los macrosistemas de la evolución socio cultural y económica moderna. Que sea capaz, en fin, de prever los cambios y aún anticiparse a ellos.

¿Están los Curricula de Ingeniería diseñados para formar personas con una dimensión humana y social que sea sustento de una capacidad para crear, organizar y aplicar la tecnología y permitirle, asimismo, intervenir en el gobierno y gestión del proceso tecnológico?

LAS CIENCIAS SOCIALES EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO

Diversos foros nacionales e internacionales fueron poniendo en evidencia la necesidad de introducir el estudio de las ciencias sociales y humanas en la formación de ingenieros.

A principios de la década de los 40, la ASEE en los Estados Unidos, a través del informe Hammond preconiza un sistema general en enseñanza de las letras y las ciencias sociales que las escuelas de ingeniería comenzaron a aceptar. A la en-

señanza inicial del inglés, la historia y la economía se fueron agregando psicología industrial, contabilidad y cursos de expresión en público.

Tanto docentes como estudiantes, aceptaron pasivamente este injerto, el cual nunca sirvió para plasmar el curriculum del necesario contenido de responsabilidad social, sino, más bien, tuvo en quienes lo aceptaron, un sentido individual de perfeccionamiento profesional y de elevación cultural.

Recién en la década de los 70 algunas instituciones relevantes como el MIT establecieron cursos en los cuales se estudiaban: problemas de supervivencia de la especie humana; problemas específicos relacionados con la preservación del medio ambiente y formas de control social de la tecnología.

Sin embargo, no obstante la riqueza de contenido, fue dable advertir, a través del comportamiento de una decena de promociones, que tales estudios no estaban estructurados para formar ingenieros capaces de modificar el entorno sociocultural, sino de acompañarlo en sus rápidos cambios. No para ser motores de esos cambios, sino un soporte tecnológico responsable. (Anexo 1)

A conclusiones semejantes arribó, también, el informe Olmsted preparado en el Instituto Politécnico Rensselaer estableciendo que las ciencias humanas y sociales no sólo desempeñan una función cultural en la formación de los ingenieros,

sino una función profesional y que para lograr la indentidad de ambas funciones era necesario que las mismas no constituyeran entidades distintas, sino integradas dentro del contexto curricular y metodológico de la etapa formativa.

"Hay más cosas que saber, que capacidad en el hombre para aprender" decía Ortega y Gasset en los años 40 y ello nos impone la necesidad de arbitrar una metodología educativa que permita a la Universidad dar una formación integral al futuro ingeniero que no se limite a cursos aislados de economía, sociología, psicología, antropología, historia, política, literatura, ecología, etc., sino que debe brindar al estudiante un ambiente de cultura permanente, del cual sean parte activa todos los integrantes del cuerpo docente, aun aquellos responsables de las materias más especializadas, íntimamente convencidos que "la técnica no tiene fronteras con los valores de la esencia humana, sino que es uno de ellos". (6)

La ineffectividad de tales cursos aislados, pudo ser comprobada en diversas instituciones, entre las cuales se destacan el MIT y el CALTEC. A pesar de haber decidido incrementar el número de cursos en humanidades y ciencias sociales por sobre los mínimos aconsejados, no obtuvieron como respuesta ingenieros con horizonte más amplio, ni más comprometidos con el entorno humano y social.

Es curioso comprobar cómo se llega a apreciaciones similares, aunque con dife-

rentes motivaciones para la formación socio-humanística de los ingenieros, en países que practicaron o aun practican el colectivismo, donde se apela a todos los niveles educativos para afianzar, desde los más diversos ángulos, sistemas socio-políticos que importan estructurar nuevas formas de comportamiento social, generalmente compulsivos, como también crear consenso para derechos limitados por la ideología y obligaciones hacia una ciencia comprometida.

En una comunicación dirigida en 1972 al Coloquio Internacional de Bucarest que abordara este tema, en el cual participé por invitación de UNESCO, el profesor Román Moldovan describió las características, métodos y objetivos de la formación sociohumanística de los sistemas colectivistas.

Es indudable que la función del hombre en el universo y el nacimiento de convicciones relativas a la evolución del cuerpo social hacia formas más justas encuentran, en cada caso, conceptualizaciones diferentes.

DEMANDAS DE LA SOCIEDAD FUTURA Y FORMACIÓN DE INGENIEROS

La ingeniería está cambiando constantemente. Cada vez ese cambio se acelera produciendo modificaciones que afectan las modalidades de trabajo de los ingenieros al propio tiempo que les obligan a tomar conciencia de la precariedad de sus conocimientos y sobre

todo de sus crecientes responsabilidades como ejecutores de servicios calificados para una sociedad que les exige la máxima eficiencia en el uso de los recursos físicos, humanos y económicos que ella pone a su disposición al tiempo que le impone, como dijéramos, considerar los valores humanos y sociales.

Todo ello tiene un impacto en la formación que ha de recibir el ingeniero y como la Universidad debiera poder visualizar los requerimientos de la sociedad futura, es preciso adecuar la enseñanza de la ingeniería de hoy, si queremos ingenieros conscientes del rol que deberán cubrir en esa sociedad y de su responsabilidad para hacerlo de la mejor forma posible.

Las demandas de la sociedad se concretan a través de estructuras organizadas que manifiestan determinadas exigencias para las funciones y puestos de trabajo que ella ofrece a todos los trabajadores, manuales e intelectuales.

En el caso de los ingenieros, su papel en la sociedad futura variara, según se trate de estructuras rápidamente cambiantes como las de los países en desarrollo, donde las transformaciones provocadas por el desarrollo social y la incorporación de nuevas tecnologías habrán de requerirle un perfil de calificaciones esencialmente dinámico.

Deberá existir, entonces, una necesaria ambivalencia entre el ser profesional del ingeniero y el ser social. Así, actuando como ser profesional, lo que E. Amores

califica como su "micro sociedad", veremos al ingeniero en su centro de trabajo diario, el entorno de sus actividades profesionales. Y en ese entorno, el ingeniero estará participando con grupos de personas, ligando su trabajo al de otros.

Fuera de su centro de trabajo, el ingeniero se encontrara relacionado con otras personas, ajenas a su actividad profesional por el simple hecho de vivir en comunidad. Este es el ámbito que conforma la sociedad, el país al que pertenece y que podría calificarse como macro sociedad.

De esta diferenciación surge necesariamente el tipo de información y formación que debe incluirse en el Curriculum de ingeniería y la participación que la Universidad debe tener en el proceso de educar, ya que tan importante como conocer aquello que debe ser transmitido, es contar con docentes capaces de hacerlo con vocación, con entusiasmo, para atraer a los estudiantes a vivir una experiencia vital.

La inclusión dentro del Curriculum de ingeniería de estudios socio humanísticos que se consideran necesarios para modelar en el graduado una personalidad social, debiera hacerse entonces, dentro de un concepto de síntesis, de valoración integral de la etapa formativa, evitando un saber pulverizado como mera yuxtaposición de conocimientos, de información agregada a las ciencias básicas y de ingeniera.

Y aun más, tratando de concebir a estas ciencias como una aportación a la historia de la cultura del hombre antes que un conjunto de asignaturas con finalidad puramente ingenieril.

Propensos a cuantificar la relación de los factores intervinientes, nos preguntamos ¿cuánto contenido socio humanístico necesita un curriculum para cumplir las metas formativas propuestas?

Acaso el corto tiempo, al cual se refería el filosofo hispano, que disponen las universidades para graduar un buen ingeniero es suficiente para introducir, junto con las asignaturas curriculares especificas, una frondosa cantidad de contenidos, de conocimientos destinados a formar una personalidad humana y social, además de la personalidad profesional?

Si. Es posible a condición de que tales contenidos sean adquiridos por el estudiante como una construcción propia elaborada en base a vivencias que el profesor ha sabido motivar. Sera posible en tanto cada profesor se constituya en un verdadero guía de un aprendizaje no limitado simplemente a la asignatura a su cargo, sino imbuido de una buena dosis de esos contenidos.

Será preciso reformular los curricula para que cada asignatura especifica que los integra involucre contenidos epistemológicos aptos para el estudio crítico de la historia, de los hechos sociales y políticos, de las controversias filosóficas, además de factores económicos, ecológicos y éticos.

Será preciso lograr en cada profesor, hombres conscientes de que la técnica no tiene fronteras con los valores de la esencia humana. Hombres capaces de transmitir una visión integral del mundo y de la ciencia.

Será preciso además, crear conciencia que el acto formal de graduación del ingeniero es tan solo el comienzo de una vida de estudio, profundización y extensión de conocimientos que se lograran mediante la Educación Continua.

ROLES DEL INGENIERO EN LA EMPRESA

El ingeniero está llamado a ejercitar servicios profesionales, funciones y tareas de modo tal de cumplir, manteniendo dentro de lo posible su libertad de elección, los roles que surgen de los intereses de los distintos subgrupos sociales, en los distintos ámbitos de trabajo.

No hay dudas que la empresa constituye el ámbito de trabajo más importante en la actividad del ingeniero.

Como sinónimo de actividad productora de bienes, tangibles o intangibles, el término "la empresa" engloba generalmente a la industria manufacturera, la industria de la Construcción, la empresa agropecuaria y minera, y también a las empresas de servicios, las firmas de ingeniería y consultoría y a algunos organismos estatales con organización empresarial.

Dentro de la empresa, el ingeniero está

vinculado con alguna de las siguientes actividades:

- Proyecto, diseño, adaptación de modelos y de tecnología.
- Construcción, montaje y mantenimiento.
- Producción, Explotación, Ingeniería de procesos, Programación, Organización, Planificación y Dirección de obras.
- Asesoramiento y Asistencia técnica.
- Investigación y Desarrollo de prototipos y procesos.
- Control de calidad e Inspección Técnica.
- Gerenciamiento y gestión comercial.
- Administración de Contratos.
- Investigación de mercado.
- Gestión Financiera y Gestión de Personal.
- Política de inversiones.
- Informática.
- Dirección empresarial.

De estas actividades, algunas son características de la ingeniería y en otras el ingeniero comparte iguales posibilidades de acceso con diversas disciplinas y especialidades.

De acuerdo con O. Paulotti (8), estas actividades condicionan el ejercicio de "roles" por medio de los cuales se desempeñan los ingenieros en las empresas, y que pueden sintetizarse así:

- a) Roles Técnico-Económicos: estudiar, diseñar, proyectar, calcular, ejecutar (innovar, perfeccionar y adaptar).

- b) Roles Administrativos: conducir, aplicar, controlar, supervisar, delegar (fijar políticas).
- c) Roles Culturales: investigar, aprender, adiestrar, informar, desarrollar.

Cada una de las actividades principales descritas, y los roles necesarios para llevarlas a cabo, involucran la definición de distintos puestos de trabajo en los cuales el ingeniero, además de identificarse con los objetivos, necesidades y requerimientos de la empresa, está llamado a cumplir otros roles más amplios, que implican también obligaciones para con sus colegas, con la profesión, con la comunidad en que vive y con la sociedad toda.

Son los ámbitos propios de la micro-sociedad y de la macro-sociedad aludidos anteriormente y que determinan calificaciones profesionales y humanas menos restringidas, propias no solamente del ser ingeniero; es decir, con componentes para una personalidad profesional, sino como los componentes del ser social como las reflejadas en la enumeración precedente.

Seguramente, un ponderable número de estudiantes de ingeniería dirigirá su actividad futura a posiciones dentro de estructuras empresarias. Para que su inserción en las mismas, produzca satisfacciones equilibradas tanto a la empresa como al ingeniero, es preciso que el estudiante de ingeniería comprenda el rol de la empresa en la sociedad actual

y futura, su entorno económico y social, los mecanismos de funcionamiento y las interacciones internas y externas.

Debe ser capaz de compenetrarse, ya ingeniero, con los objetivos y metas de su trabajo. Debe no sólo saber hacer ese trabajo responsable y eficientemente, sino saber organizarlo y dirigirlo. Debe estar atento a los cambios, no para adaptarse a ellos, sino para gobernarlos y prever anticipadamente las decisiones empresarias que habrán de encauzarlos.

Según E. Plumet (9), la profesión de ingeniero se ha vuelto más polivalente, más exigente a raíz de la necesidad de anticiparse a tales cambios y pone a consideración determinadas exigencias como resultado del nivel de conocimientos requeridos por la empresa:

- "Elevado nivel de conocimientos científicos y de base.
- Alto nivel de conocimientos tecnológicos en un determinado Campo.
- Aptitud para el estudio de nuevos campos, así como para su previsión.
- Formación para intervenir en investigación aplicada y para la adopción y adaptación de los resultados de la misma.
- Preparación para la actividad de desarrollo tecnológico y su gestión.
- Formación para la conducción de equipos industriales.
- Formación para la administración de talleres y posteriormente de empresas.
- Formación en la economía de sistemas.

- Formación orientada, a la vez, al rigor del control de sistemas y hacia la creatividad y la innovación.
- Formación en el conocimiento de los mercados y de las relaciones socioeconómicas de las diferentes regiones.
- Formación psicológica, humana y social".

El mismo autor previene, en su comunicación al Congreso Internacional SEFI-FEANI de Pavia (1978), que "existe una gran tentación de formar un ingeniero omnivalente y sobre todo, orientado hacia la gestión empresarial, lo cual no significaría, en sí mismo, estar preparando ingenieros ajenos a su misión. Su rol está bien claro: concebir los productos, los equipos para determinados mercados, poner a punto los procesos y procedimientos industriales, perfeccionar los productos dando especial atención a sus costos de fabricación y, por consiguiente, innovar, perfeccionar y adaptar".

"Sin embargo, el ingeniero deberá, más que antes, trabajar con otros ingenieros, con personas que tienen otra formación. Deberá no solo dirigir sino organizar equipos, de allí la importancia de la formación psicológica, humana y social". (9)

Particularizando ya los temas que deben incluirse dentro de una forma pedagógica activa, participativa a la iniciativa personal de los estudiantes, otro experto francés, M. Teper, ha ensayado la composición de diversos "módulos" en la preparación de ingenieros, haciendo que

sus alumnos de L'Ecole Centrale des Arts et Manufactures escojan 5 ó 6 temas de su interés, entre una cuarentena propuestos (10):

- "Legislación social. Sindicalismo. Conflictos y Negociaciones. Políticas de personal.
- Comunicación. Trabajo en grupos.
- Seguridad. Nuevas formas de organización del trabajo. Protección del Medio Ambiente. Problemas humanos en la concepción de edificios industriales. Transferencia de Tecnología.
- Producto y Proceso de Fabricación. Optimización de la producción. Juego de Simulación de regulación de la producción y de los stocks.
- Innovación y sociedad. Innovación y Empresa. Métodos de la innovación.
- Campos de Innovación de punta. Protección de la innovación.
- Estudio de mercado. Medios de financiamiento. Simulación de Balances.
- Grandes sistemas de Informática. Gerenciamiento de Grandes Proyectos.
- Economía de la Energía. Planificación en economía descentralizada. Regionalización. Control de precios y utilidades.
- Juego de Empresa. Creación y lanzamiento de una empresa. Tareas de la Ingeniería".

Cualquier ingeniero ligado a las actividades de la empresa, sea en relación

con la Producción, Dirección de obras o procesos, Investigación, Gerenciamiento o Dirección empresarial, sabe que los temas que propone el profesor Teper son motivo de permanente evaluación y constante búsqueda de soluciones.

El ingeniero, como actor social en la empresa, es llamado a participar de esa búsqueda de soluciones, siendo esta la forma como la empresa lo integra, busca identificarlo con sus objetivos y procurarle, así, satisfacción, no solo por el mejoramiento de la productividad o de la eficacia, sino porque lo hará sentirse desarrollando sus objetivos de progreso profesional y cumpliendo un proyecto personal de vida que generalmente todos nos forjamos.

Los intereses del ingeniero, de la empresa y de la sociedad comienzan a mostrar así sus puntos de coincidencia, cuando la empresa es valorada como un instrumento de la sociedad destinado a producir bienes y servicios en forma eficiente, lo cual quedara asegurado, cuando ella sea "conducida por dirigentes conscientes de las metas estructurales que corresponden a su etapa histórica". (8)

Tal vez podamos afirmar que será ese mismo ingeniero quien impulse la evolución de la empresa hacia nuevas formas, donde el lugar físico del trabajo no será necesariamente la fabrica o la oficina, tal cual lo vaticina Toffler (11), sino organizaciones societarias más simples, o quizás el propio hogar.

EL INGENIERO EN OTROS SECTORES Y SUBGRUPOS SOCIALES

El perfil profesional del ingeniero destinado a satisfacer las demandas de un ámbito socio-económico de trabajo, con formas empresarias susceptibles de cambiar radicalmente o aun desaparecer, tiene innumerables puntos comunes con el perfil que demandaran otros sectores en los cuales el ingeniero habrá de insertarse para llenar los roles necesarios para la organización social.

Entre los principales cabe mencionar: la Administración Pública del Estado, la investigación Científica y Tecnológica y la Docencia Superior. Pero en honor a la brevedad de este trabajo, me referiré solo al primero.

En la Administración Pública del Estado, el ingeniero ingresa generalmente a cubrir cargos técnicos donde pone en práctica los conocimientos propios de la ingeniería en la realización de trabajos de proyecto, supervisión y dirección de obras, administración de contratos, trabajos que lo ponen en contacto mediato con la realidad socioeconómica y cultural de grupos humanos que serán los usuarios y beneficiarios de tales obras.

De este modo, a medida que gana experiencia ingenieril por las tareas que ejecuta, se amplía su horizonte, lo cual le facilita relacionar valorativamente el producto de su trabajo con la finalidad sociocultural del mismo, y esto le permi-

te participar en las soluciones políticas acertadas que deben adoptarse en el momento oportuno.

Porque la capacidad de encontrar soluciones políticas a hechos técnicos, no puede ser dejada irrestrictamente como lo expresara antes, en manos de "muy responsables" políticos y economistas y de los portadores de la cultura.

Los ingenieros debemos demostrar que nuestra profesión nos identifica permanentemente con situaciones que importan incorporar el valor de la eficacia a las soluciones técnico económicas; que la ingeniería habitúa a la conducción de grupos humanos, muchas veces interdisciplinarios y a la rápida solución de situaciones no tradicionales, o imprevisibles; que la ingeniería ejercida desde funciones técnicas con el marco de las decisiones políticas, provee una visión totalizadora de los problemas y por consiguiente habilita a asumir responsabilidades, no sólo de orden tecnológico, sino económico y sociocultural.

Coincidamos entonces, que gobernar es un hecho técnico políticamente conducido y que se gobierna no solo ejerciendo el poder político, sino participando de las decisiones de los gobernantes, que en el caso de los ingenieros debiera darse dentro de una interacción, donde técnica y política se conjuguen armoniosamente.

Esa es una función insoslayable para los ingenieros en cargos de la Administración Pública que no puede ser motivo de con-

cesiones circunstanciales, sino de la comprensión del liderazgo que ha ganado la ingeniería en la sociedad moderna. Liderazgo que debe entenderse alejado de connotaciones tecnocráticas para las cuales, el eficientismo de la técnica está por encima de los valores éticos, humanos y sociales, y donde el cientificismo como sustento de la tecnocracia es un instrumento dócil en manos de los gobernantes.

Preparar a nuestra juventud para que asuma conscientemente el rol de ser partícipe del gobierno de un país, una provincia, región, estado o municipio, a través de la responsabilidad de tomar decisiones en armonía con el Poder Político, es pues una función que debe cumplirse en las universidades.

A manera de epílogo, se pueden concretar algunas conclusiones:

- La enseñanza de las ciencias sociales y humanidades no puede quedar limitada a la escuela secundaria. En ella "la enseñanza es de carácter centrifugo.

Su imagen es la de un determinado número de unidades de conocimientos y de estilos cognoscitivos que el estudiante transita, sin tener que relacionar o integrar los diferentes campos de estudio" (12) y que se le exhiben sin una visión totalizadora que los convierta en el complemento natural de los conocimientos tecnológicos que adquirirá mas tarde

- en la universidad.
- El contenido en ciencias sociales y humanidades del Curriculum de ingeniería no debe presentarse en forma aislada como entidades distintas, fragmentando su enseñanza a través de varias materias, sino que debe encontrarse implícito en cada asignatura tecnológica o profesional y debe formar parte de una pedagogía activa, participativa a todos los estudiantes.
 - El curriculum debe, además, proveer oportunidades para que el estudiante, con libertad para elegir dentro de un conjunto de contenidos que respondan a un objetivo básico, pueda participar de cursos, seminarios, módulos, estudio de casos y conferencias.
 - Es preciso promover un cambio de actitud en los profesores a los cuales se debe facilitar su actualización y perfeccionamiento, tal que les permita adquirir o incrementar una formación interdisciplinaria que los capacite para impartir conocimientos en los cuales se asocie la tecnología con las ciencias humanas y sociales, la ingeniería con la cultura. Profesores permanentemente atentos tanto al progreso de la ciencia y de la técnica como a los hechos políticos, económicos y sociales que mueven el mundo y su influencia en la vida y la economía del país. Resultaría de gran provecho la participación de todo el cuerpo docente de las facultades de ingeniería en seminarios de práctica pedagógica aplicada a las ciencias humanas y sociales.
 - Resultara conveniente, asimismo, que la Universidad disponga de medios y métodos para monitorear de manera continua la actualización y perfeccionamiento docente y la participación activa de todos los profesores en esta forma de enseñanza integrada, atendiendo no solo al contenido de los programas o al proceso de enseñanza sino a los resultados medibles a través del aprendizaje. Los sistemas de evaluación y acreditación de la enseñanza de la ingeniería existentes y los que están siendo estructurados en varios países de América para garantizar la calidad de la enseñanza, debieran incluir en forma relevante este aspecto.
 - Deben realizarse esfuerzos para enriquecer el ambiente formativo del estudiante por medio de actividades y manifestaciones culturales y discusiones intelectuales y políticas.
 - Los métodos de enseñanza deben orientarse a permitir que el estudiante se forme en la toma de decisiones, habituándolo a resolver problemas inesperados y a seleccionar alternativas en las cuales intervengan variables sociales y económicas.
 - Deben desarrollarse además en el estudiante, su aptitud para la actividad interdisciplinaria, trabajando en equipo con capacidad para la conducción de grupos humanos; conciencia de la responsabilidad social y ecológica de sus obras; vocación por la cosa pública y la defensa del patrimonio cultural y

tecnológico de su país; sentido de los valores espirituales y éticos como hombre y como ingeniero.

Faltan sólo ocho años, y los ingenieros que hoy comienzan a formarse serán los protagonistas de los umbrales del Tercer Milenio y en él se encontrarán con la nueva cosmovisión de un mundo que tiende a ser más justo y solidario, privilegiando los derechos del hombre para vivir en libertad y con genuina democracia, donde todos tengan acceso al bienestar, educación, la salud y la cultura. Es nuestra responsabilidad urgente de hoy, mejorar los sistemas educativos para que la ingeniería pueda dar respuestas adecuadas, asumiendo un rol protagónico en las instituciones políticas, sociales, económicas y culturales que, en el próximo Milenio, verán delinear un Nuevo Renacimiento; un Renacimiento que no estará signado sólo en lo científico, lo cultural, o lo espiritual, sino que será eminentemente social.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lewis Mumford. Técnica y Civilización, Emece. 1945.
2. P. Aarne Vesilind. The social role of Engineers: A Philosophical perspective, Engineering Education. Abril, 1991.
3. Nelson C. S.R. Peterson. If You're an Engineer, you're probably utilitarian, issues in Engineering, Vol. 108 -1982.
4. L. Linhart. Society, man and the development of Technology. Conferencia Internacional sobre Nuevas Tendencias,

Métodos y Formas en la Enseñanza de la Ingeniería, Bratislava, 1984.

5. Sterling P. Olmsted. Liberal Learning for Engineers, Engineering Education. 12/68.
6. Javier Jiménez Espriu. Necesidades actuales de la Ingeniería, IV Congreso Panamericano de Enseñanza de la Ingeniería, Buenos Aires, 1970.
7. Roman Moldovan. Experiencia de la Enseñanza de las Ciencias Sociales en el Instituto Politécnico de Bucarest. Coloquio Internacional sobre la función de las ciencias sociales y humanidades en la formación de los ingenieros, UNESCO. Bucarest, 1972.
8. Osvaldo Paulotti. La formación del Ingeniero. Aporte de las Ciencias Sociales. APORTES No. 15. Publicación de la Sociedad Argentina para la Enseñanza de la Ingeniería-SAEI. (1982).
9. E. Plumet. Funciones y Misión del Ingeniero. Conferencia SEFI-FEANI, Pavia, 1978.
10. Maurice Teper. La preparación para las funciones del ingeniero en el nuevo entorno económico, social y humano. Conferencia SEFI-FEANI. Pavia, 1978.
11. Alvin Toffler. La Tercera Ola.
12. Hans Mauksch. Citado por Henry Knepler en Enseñanza Cultural y formación de Ingenieros. Coloquio Internacional UNESCO. Bucarest, 1972.

VINCULACIÓN DEL SISTEMA EDUCATIVO CON EL SECTOR PRODUCTIVO

Ing. Lorenzo Zambrano
Presidente de Cementos Mexicanos

Quiero, ante todo, agradecerles la invitación que me han hecho para participar en este congreso Internacional sobre el Futuro de la Enseñanza de la Ingeniería, organizado para festejar los 200 años de enseñanza de la ingeniería en México.

Estoy seguro que ustedes, los exalumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, deben sentirse muy orgullosos de pertenecer a este grupo de profesionales que han participado tan activamente en la construcción de México.

El tema que me han asignado "Vinculación del sistema educativo con el sector productivo", lo considero muy importante ya que, dentro del proceso de cambios profundos que se están llevando a cabo en nuestro país, la atención se enfoca en estos momentos a la modernización que debe experimentar nuestro sistema educativo. Les agradezco, por tanto, que me hayan asignado este tema, acerca del cual me voy a permitir exponer algunas sencillas ideas, que son fruto de la reflexión que he hecho a lo largo de mi experiencia profesional.

Estas ideas versan, en primer lugar, en torno a las características que, a mi parecer, debe tener la modernización del sistema educativo; y, en segundo lugar, con respecto a formas prácticas de colaboración de la universidad con el sector productivo que considero factibles.

CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO ENFOQUE DEL SISTEMA EDUCATIVO

Como todos sabemos, uno de los activos más importantes de un país lo constituyen, actualmente, su capacidad científica y su desarrollo tecnológico, ya que esta capacidad y este desarrollo es aquello que le permite ofrecer productos y servicios con un valor agregado que les de competitividad a nivel internacional.

No basta actualmente contar con abundancia de recursos naturales y tener la habilidad para exportar materias primas en bruto; se requiere proporcionarles un valor agregado a dichas materias.

Ahora bien, la capacidad para agregar valor depende, en gran medida, de la efectividad de los sistemas educativos para formar cuadros técnicos y profesionales, habilitados para proporcionar dicho valor.

Por eso se afirma, y con razón, que no hay desarrollo económico ni una sana distribución del ingreso, al margen del desarrollo de los sistemas de educación.

Lo anterior debe ser tenido muy en cuenta en el proceso de modernización del sistema educativo que esta llevando a cabo nuestro país.

Este proceso de modernización no es exclusivo de nosotros, pues aun las naciones más industrializadas lo están realizando, en mayor o menor medida, obligadas por la fuerte competitividad que caracteriza el intercambio comercial y por el nuevo contexto de integración de países en bloques comerciales.

El programa para la Modernización Educativa 1989-1994, elaborado por la actual administración, enumera como principales acciones de la educación superior universitaria el que "la formación de profesionales y técnicos habrá de orientarse principalmente al conocimiento y a la satisfacción de Las necesidades de la sociedad mexicana", así Como también "establecer nuevos mecanismos y fortalecer y orientar los existentes, de modo que redunden en una mayor y más efectiva colaboración de las universidades en la solución de los grandes problemas de la sociedad".*

Para que el sistema educativo y, en especial, Las universidades desarrollen la capacidad científica y tecnológica que nuestros cuadros técnicos y profesionales requieren en la actualidad, considero muy importante que el proceso de modernización de la educación haga énfasis en los siguientes puntos que, en forma más o menos directa, suponen una vinculación con el sector productivo.

* Programa Para la Modernización Educativa 1989-1994, Poder Ejecutivo Federal, 1989 pág. 140, 142.

1. El sistema educativo debe no solo proporcionar conocimientos sino, además, incluir el desarrollo de aquellas habilidades técnicas que cada día van cobrando mayor importancia. Un ejemplo de estas es el uso eficiente de los sistemas computacionales.

2. Las instituciones educativas, en unión con el sector productivo, deben promover la enseñanza de habilidades técnicas bajo el concepto de "unidades móviles"; esto es, unidades de transportación que permiten ofrecer cursos para desarrollar una habilidad técnica concreta en el menor tiempo posible en el mismo lugar del trabajo.

3. En cada etapa de la educación y, de una manera especial, en la educación universitaria se debe promover el desarrollo de la creatividad y del espíritu emprendedor, pues nuestra planta productiva descansa, en gran medida, en la pequeña y mediana industria.

4. Los currícula de las carreras profesionales deben insistir más en el desarrollo de la capacidad de autoaprendizaje que en la mera adquisición de conocimientos, ya que estos pronto se vuelven obsoletos.

Además, los contenidos de los cursos deben tener relación directa con el desempeño profesional. Yo insistiría en que estos contenidos deben desarrollar la capacidad de comprender los problemas

concretos de nuestra planta productiva y, en general, de nuestras instituciones, a fin de que estén capacitados para darles la solución más adecuada.

5. Se deben promover iniciativas que tiendan a vincular más estrechamente la universidad con el sector productivo, sobre todo:

- en el área de la investigación y del desarrollo tecnológico; por ejemplo, en el área de los sistemas de producción y nuevas tecnologías de manufactura;
- en el área de la información económica, financiera y de mercados;
- y para apoyar la introducción de la filosofía de la Calidad Total en las empresas e instituciones.

FORMAS PRÁCTICAS DE COLABORACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL SECTOR PRODUCTIVO

Varias son las formas prácticas como la universidad puede vincularse con el sector productivo, para beneficio mutuo. Algunas de estas formas son las siguientes:

- proyecto en colaboración. Si me permiten, quisiera citar el Proyecto Vaquerías que hemos echado a andar en Nuevo León con la colaboración y la asesoría técnica del ITESM;

- programas "In company", para la capacitación y desarrollo del personal;
- escuelas prácticas, en las que un grupo de universitarios bajo la coordinación y asesoría de un maestro se dedican, por un cierto tiempo, al estudio de un problema de alguna industria o institución para analizarlo y sugerir soluciones;
- asesorías;
- diplomados, más aun, programas de posgrado diseñados especialmente para directivos y profesionales que laboran actualmente en el sector productivo;
- y centros de excelencia que dependan de la universidad, pero que estén en contacto directo con la industria regional, a fin de que la investigación universitaria quede orientada a apoyar la productividad del país y la compe-

titividad de los productos y servicios.

No creo que ninguno de nosotros ponga en duda la importancia que tiene el que el proceso de modernización de nuestro sistema educativo incluya una vinculación mayor con el sector productivo.

Por eso, para terminar, sólo quisiera recalcar que es responsabilidad de los directivos tanto del sector productivo como del sistema educativo hacer:

- que se de esta mayor vinculación;
- y que se generen acciones concretas en las que se traduzca dicha vinculación, para responder, así, satisfactoriamente a los retos que nos presenta el actual contexto internacional.

CONCLUSIONES Y COMPROMISOS

Dr. Felipe Ochoa Rosso

Sr. Doctor José Sarukhdn Kermes, Rector de la UNAM; Sr. Ing. José Manuel Covarrubias, Director de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; Sr. Ing. Víctor Mahbub, Presidente de la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; Sr. Ing. Gilberto Borja Navarrete, Presidente del Comité Ejecutivo de los "200 Años de Enseñanza de la Ingeniería en México."
Señores Congresistas. Señoras y Señores:

De amplia participación y muy enriquecedoras han resultado la totalidad de las sesiones de este Congreso. Las ideas, reflexiones y experiencia pragmática de los 44 invitados a exponer, comentar y dirigir las sesiones técnicas han sido, sin duda, muy valiosas. Su generosidad al compartirlas con nosotros es digna de todo encomio y, por ello, les expresamos nuestro más sentido agradecimiento.

El acervo conceptual del Congreso ha despertado seguramente, en todos nosotros, ideas innovadoras que, sin duda, guiarán nuestras acciones educativas en el futuro. Asimismo, tenemos un panorama más amplio y quizás una mayor seguridad, ahora, de la magnitud del desafío que se avecina. Es otra la responsabilidad histórica que aguarda a los directores y a los cuerpos académicos de las instituciones educativas, de la Ingeniería en nuestro país.

Este Congreso ha podido recoger la experiencia de educadores y dirigentes empresariales, así Como de instituciones de avanzada en la enseñanza de la Inge-

nería. Diversos países han estado representados: España y Francia de la Comunidad Económica Europea; Argentina de Iberoamérica; y Canadá y los Estados Unidos que integran, con nosotros, la región del Norte de América. Su participación, así como la de nuestros expertos conferencistas nacionales, ha permitido contrastar las experiencias de otros países con las nuestras, en materia de enseñanza actual y futura de la ingeniería.

Asimismo, creemos que como resultado de este Congreso, se cobra una mayor conciencia de la necesidad de que el país cuente con una masa crítica de ingenieros, con un alto nivel de preparación, como un elemento toral para la viabilidad del cambio productivo del país.

Por lo tanto, podemos estar seguros de que los objetivos que nos planteamos, durante la organización del Congreso, han sido alcanzados con creces. Nos tocará, ahora, fijar la agenda para lo que ha de seguir.

Procedemos ahora a la descripción que intenta recoger la esencia de los diversos tópicos abordados durante las sesiones de nuestro Congreso.

RESUMEN

1. La Ingeniería Mexicana, en la diversidad de sus especialidades, ha cubierto con legítimo orgullo, las necesidades del país a lo largo de su proceso de desarrollo.

Ante el llamado a la modernización de México, una serie de políticas concretas y sus acciones correspondientes están siendo instrumentadas; estas tienen por objeto cambiar significativamente el entorno económico futuro, así como los sistemas de producción y de desarrollo de la infraestructura y servicios del país.

Resulta evidente que, desde ahora y con urgencia, la educación de nuestros ingenieros debe adecuarse para una Ingeniería, cuya práctica permita concebir y materializar bienes y servicios viables para un mercado no solo local o regional, sino mundial.

2. El cambio económico de México, hecho incuestionable, nos incorpora a la economía de las naciones regionales y mundiales. Reconocemos oportunamente la necesidad de que la Ingeniería de México este homologada con la Ingeniería de nuestras contrapartes, con el objeto de adecuar la primera a la economía global.

3. Hemos propuesto aquí el término de Ingeniería Global para definir a la ingeniería que resultará de la homologación gradual de las ingenierías de todos los países. Esto es, la ingeniería que, en todas sus especialidades, se ejerza de manera consistente, con normas, estándares y especificaciones internacionales.

4. Por tanto, en el futuro, la educación de nuestros ingenieros mexicanos deberá ser en la Ingeniería Global y, por consiguiente, la formación en ingeniería requerirá de un sistema educativo, "al nivel de la educación internacional en ingeniería". Será necesario eliminar las barreras educativa, tecnológica, financiera y la que impide la normatividad en la conservación de recursos naturales y del ambiente.

5. Esta conclusión constituye un desafío para el sistema educativo de la Ingeniería en México, la cual tendrá que ir adoptando los compromisos que garanticen la realización del cambio académico adecuado en cada caso.

6. Este Congreso ha concluido sobre la necesidad de reforzar la importancia social de la Ingeniería, de vincularla cada vez más estrechamente con la industria y contribuir al "desarrollo sostenible" del país. Es clara la decisión de las instituciones educativas de la Ingeniería, de responder al reto que planteara el Presidente de la República en el Acto Inaugural del Congreso:
"buscar la conjunción armoniosa entre industria, sociedad y medio ambiente".

7. Se ha reforzado nuevamente el concepto invariante, a pesar del cambio necesario en la educación, de que el buen

ingeniero debe seguir siendo un humanista. De que en la Ingeniería se continúe persistentemente con su propósito práctico: el de modificar y mejorar la vida del país, pero además se decida a inaugurar la etapa de un humanismo ingenieril.

8. Atendiendo al rol de la Ingeniería, cada vez más importante en el futuro, se requiere dar una "formación integral" al ingeniero. Pero se concluye, también, sobre el peligro de creer que, con el solo hecho de tomar cursos aislados de ciencias sociales, esto habrá de lograrse.

9. Las instituciones de educación en la Ingeniería deben, en cambio, brindar a sus asistentes un ambiente de cultura permanente, del cual sean parte activa todos los integrantes del cuerpo docente; para, en efecto, configurar, en el ingeniero, una sólida formación sociohumanista y moral.

10. Será preciso reformular el currículum para que cada asignatura involucre contenidos epistemológicos, aptos para el estudio crítico de la historia, de los hechos sociales y políticos, además de factores económicos, ecológicos y éticos. La preparación académica en la Ingeniería, debe orientarse por las necesidades del demandante. Los valores

sociales y humanos del ingeniero son, y deberán seguir siendo, los de nuestra propia cultura.

11. Los aspectos educativos en Ingeniería, y su práctica en una forma global, han sido preocupación central del Congreso. Existe consenso en el hecho de que solamente con calidad, las instituciones de educación en Ingeniería podrán forjar a los ingenieros que requiere la modernización del país.

12. Asimismo, se ha concluido sobre la urgencia de establecer un mecanismo confiable de acreditación, que garantice a la sociedad y a los usuarios de la Ingeniería, los niveles de calidad internacional. Debe haber un sistema de evaluación de las instituciones, que garantice que las universidades y las escuelas de Ingeniería puedan preparar ingenieros de excelencia.

13. El sistema de acreditación que se adopte debe estar orientado, esencialmente, a la formación de profesionales y especialistas, y deberá lograr el reconocimiento internacional por su seriedad y calidad de instrumentación.

14. Resulta clara la importancia de la formación del ingeniero para el desarrollo tecnológico. El ingeniero debe prepararse para ser el motor y el instrumento principal de los programas de innovación

tecnológica del sector productivo.

15. México requiere de la creación de numerosas empresas con base tecnológica. Los ingenieros deben tener una preparación moderna y un espíritu emprendedor, para poder crearlas y desarrollarlas.

16. Para realmente contribuir y apoyar a la actividad productiva, el ingeniero debe desarrollar su habilidad creativa. Las instituciones educativas en México necesitan instrumentar programas pragmáticos que incorporen, desde el inicio de los estudios, cursos y prácticas que despierten y acostumbren al estudiante en la habilidad de innovación.

17. Las instituciones educativas, asimismo, deberán impulsar la actividad del desarrollo tecnológico, apoyando al cuerpo académico y estudiantil en el registro de patentes derivadas del ejercicio de su creatividad. El apoyo adicional que brinden las universidades para la utilización, por parte de las empresas, de las patentes logradas con el apoyo de la nueva legislación en la materia, ofrecerán un incentivo económico muy importante.

18. Un concepto de aceptación general ha sido la necesidad de lograr una más estrecha vinculación entre el sector educativo y el sector productivo.

Se ha reflexionado sobre el hecho de que este concepto era evidente y es así que fue planteado hace 200 años, como parte de la filosofía de las Ordenanzas Reales, para la creación del Primer Seminario de Minería en México. Solo habrá que retomarlo.

19. Se ha concluido, también, en la necesidad de un cambio de enfoque, al observar la práctica positiva y de grandes logros de los países que participaron en el Congreso. En efecto, de entrada, el planteamiento deberá ser el "cómo las instituciones educativas de la Ingeniería pueden apoyar las necesidades específicas y genéricas del sector productivo". La acción de vinculación debe estar guiada por las necesidades del sector demandante de la Ingeniería y no del sector oferente de la educación.

20. La vinculación debe ser un proceso permanente, durante todo el ciclo educativo de la Ingeniería. Una mayor vinculación de las instituciones educativas y de la industria, tendrá que instrumentarse. Habrá que explorar nuevas formas pragmáticas de vinculación. Se requerirá de la búsqueda de lenguajes comunes.

21. Asimismo, ha sido ampliamente reconocido, por el sector productivo, que

no existe posibilidad real de desarrollo económico, al margen de los sistemas educativos. El verdadero desarrollo se logrará cuando el país cuente con el acervo necesario de talento humano.

22. Es por ello que resulta central, en este momento, acelerar voluntariamente la instrumentación de programas que surjan del propio sector educativo, sobre la formación con excelencia académica. Los programas de vanguardia ya iniciados deberán mejorarse en el tiempo, y todas las instituciones educativas de la Ingeniería tendrán que hacer lo propio.

23. Como parte integral de la excelencia académica, tecnológica y socio-humanística, una nueva dimensión debe introducirse en el contexto: la conciencia de preservación del medio ambiente. Sólo con ello lograremos mejores profesionales para la Ingeniería del futuro.

24. El conjunto de expectativas para la educación superior en Ingeniería, debe hacer acopio de los recursos financieros que la vuelvan factible. La política general ha quedado establecida mediante el binomio: Evaluación/Vinculación.

De esta manera, se deben tener: recursos crecientes de la sociedad, aplicados a re-

sultados concretos, en los objetivos universitarios; y recursos concertados por vinculación con el sector productivo.

25. El triple reto de la calidad académica, la productividad del sistema educativo y la relevancia del conocimiento, habrán de darse en un entorno de competencia del sector educativo.

La educación en Ingeniería está preparada para la adopción de compromisos al respecto.

Para competir en el mercado global, donde el poder mental es crecientemente el recurso que distingue a las empresas y países ganadores, México espera más de su sistema educativo y este se alista consecuentemente.

Como consecuencia de este Congreso, es claro para todas las instituciones participantes, la necesidad de establecer

compromisos y de instrumentar acciones y programas conjuntos, tanto por parte de las instituciones educativas como del sector productivo.

Existe, además, la conciencia colectiva, en el sentido de que las asociaciones de la Ingeniería recogerán de inmediato esta convicción y procederán, oportunamente, a darle el seguimiento que lo justifica.

Para la formación futura de los ingenieros que el país requiere, se ha dado un paso en firme como resultado de este coloquio.

Quede en nosotros una última reflexión: México ha logrado una conciencia social, que no permite tolerar la explotación de las habilidades profesionales con el objetivo de satisfacer ambiciones personales. El ingeniero tendrá que participar, cada vez más, complementariamente a su actividad productiva, en proyectos de beneficio social.



Fredell Lack y Timothy Hester, intérpretes del concierto presentado en el Auditorio Javier Barros Sierra de la Facultad de Ingeniería.



Fredell Lack y Timothy Hester, intérpretes del concierto presentado en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., acompañados del Director de la misma, Ing. José Manuel Covarrubias.



Asistentes al concierto presentado en el Auditorio Javier Barros Sierra de la Facultad de Ingeniería.

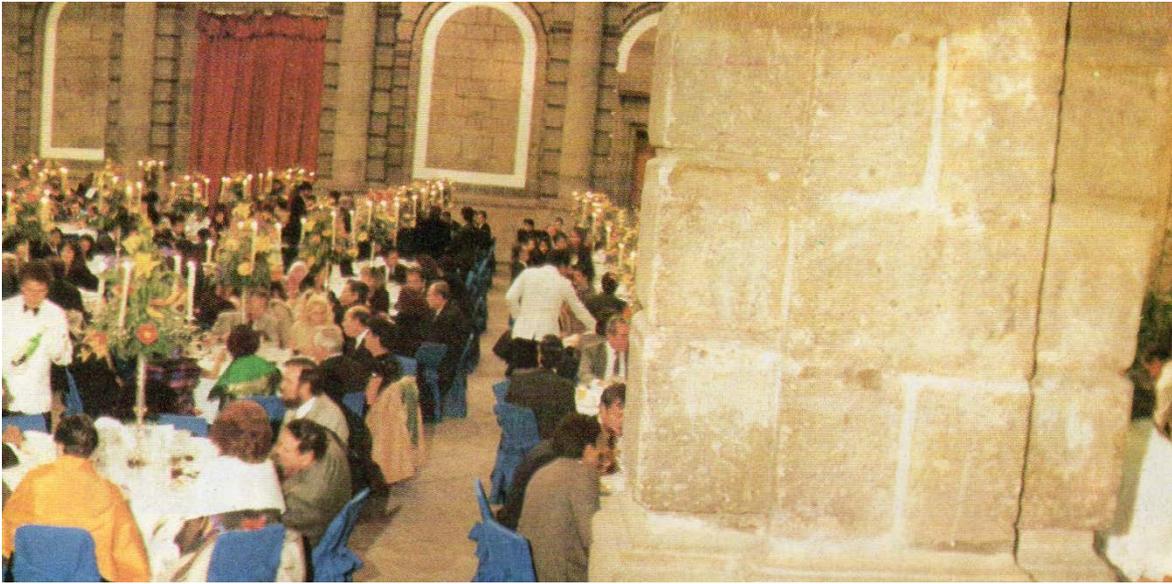


Distinguidas personalidades que asistieron al concierto presentado en la Facultad de Ingeniería.



Vista general de los asistentes a la cena de gala ofrecida en el Palacio de Minería de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.





De izquierda a derecha: Ing. Javier Jiménez Espriú, Ing. Gilberto Borja Navarrete, Sra. Eva de Mahbub, Ing. Víctor Mahbub, Sra. Guadalupe de Covarrubias e Ing. José Manuel Covarrubias departiendo durante la cena de gala en el Palacio de Minería.



De izquierda a derecha: Sra. Eva de Mahbub, Ing. Víctor Mahbub, Sra. Guadalupe de Covarrubias e Ing. José Manuel Covarrubias escuchando las palabras del Ing. Gilberto Borja.



Vista general de la cena de gala en el Palacio de Minería, celebrada el 17 de enero de 1992.



De izquierda a derecha: Ing. Gerardo Ferrando, Ing. Manuel Díaz, Ing. Víctor Mahbub, Dr. José Sarukán Kermez, Ing. José Manuel Covarrubias, Ing. Gilberto Borja Navarrete y Dr. Felipe Ochoa Rosso, durante la ceremonia de clausura del Congreso.



Dr. José Sarukán Kermez, Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México, clausurando el Congreso.

**El futuro de la enseñanza
de la Ingeniería**

se terminó de imprimir
en septiembre de 1994.

La edición consta
de 500 ejemplares



200 AÑOS
DE ENSEÑANZA
• DE LA •

INGENIERIA
EN MEXICO

1792 • 1992



FACULTAD DE INGENIERÍA

