

FUNDACION



**LA FUTURA EDUCACIÓN INGENIERIL:  
EXAGERACIONES Y VERDADES.**

*Emilio Rosenblueth Deutsch \**

**4**

**CUADERNOS FICA**

**M E X I C O**

**1 9 9 5**

FUNDACION



Por Luis Estevo Maraboto

El 11 de enero de 1904 nació Emilio Rosenblueth tras una vida excepcionalmente destacada en la investigación y la práctica de la ingeniería en México, rica en aportaciones significativas a nivel internacional.

Nació en 1926 en el Distrito Federal. En 1948 obtuvo el grado de ingeniero Civil en la U. de A.M. y en 1951 el doctorado en la Universidad de Illinois. Su tesis doctoral contiene aportaciones al cálculo de la respuesta dinámica de estructuras que ahora, más de cuarenta años después, siguen formando parte de los criterios recomendados para la práctica del diseño sísmico.

A su regreso a México, recién doctorado, trabajó varios años como investigador en el Instituto de Geología de la UNAM y como estructurista en la Comisión Federal de Electricidad, a la vez que iniciaba su carrera como ingeniero consultor. Fue profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM a partir de 1956 e investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

## LA FUTURA EDUCACIÓN INGENIERIL: EXAGERACIONES Y VERDADES.

*Emilio Rosenblueth Deutsch \**

Desde que inició su carrera, el Dr. Rosenblueth se mantuvo a la vanguardia de la investigación en ingeniería, siempre y con confiabilidad estructural en el mundo. Su influencia en el desarrollo de la ingeniería ha sido determinante, tanto por el valor de sus propias contribuciones como por el impacto que han tenido en otros investigadores.

Destacó siempre en la solución de problemas de ingeniería, para su aplicación a los modelos de estructuras y de manera que fueran útiles, tanto en la práctica del diseño estructural, como a quienes habrían de tomarlos como punto de partida para nuevas investigaciones. Su trabajo siempre valió por sí mismo y por las ideas que sembró. A Rosenblueth se deben la teoría

4

CUADERNOS FICA

M E X I C O

1 9 9 5



LA FUTURA EDUCACIÓN INGENIERIL:  
EXAGERACIONES Y VERDADES.

Enfoque Rosenthal, Deutsch

Derechos Reservados 1995  
Fundación ICA, A.C.

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

ISBN 968-7508 04-3  
Impreso en México.

## \* Emilio Rosenblueth Deutsch

Por Luis Esteva Maraboto

El 11 de enero de 1994 falleció Emilio Rosenblueth, tras una vida excepcionalmente destacada en la investigación y la práctica de la ingeniería en México, rica en aportaciones significativas a nivel internacional.

Nació en 1926 en el Distrito Federal. En 1948 obtuvo el grado de Ingeniero Civil en la U.N.A.M. y en 1951 el doctorado en la Universidad de Illinois. Su tesis doctoral contiene aportaciones al cálculo de la respuesta dinámica de estructuras que ahora, más de cuarenta años después, siguen formando parte de los criterios recomendados para la práctica del diseño sísmico.

A su regreso a México, recién doctorado, trabajó varios años como investigador en el Instituto de Geofísica de la UNAM y como estructurista en la Comisión Federal de Electricidad, a la vez que iniciaba su carrera como ingeniero consultor. Fue profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM a partir de 1954 e investigador del Instituto de Ingeniería de la misma universidad a partir de su fundación en 1956. Actuó como Director del Instituto de 1959 a 1966 y permaneció en él, por el resto de su vida, con excepción del lapso de 1977 a 1982, durante el cual fungió como Subsecretario de Planeación Educativa de la Secretaría de Educación Pública. De 1966 a 1970 dividió su tiempo en la UNAM entre sus actividades de investigación y las de Coordinador de la Investigación Científica.

Desde que inició su carrera, el Dr. Rosenblueth se mantuvo a la vanguardia de la investigación en ingeniería sísmica y en confiabilidad estructural en el mundo. Su influencia en el desarrollo de estas áreas ha sido determinante, tanto por el valor de sus propias contribuciones como por el impacto que han tenido en el trabajo de muchos otros investigadores. Destacó siempre por su capacidad para identificar problemas, definirlos conceptualmente, plantear marcos racionales para su análisis, evaluar su importancia mediante el empleo de modelos simplificados que preservasen las propiedades más significativas de los modelos detallados, y presentar sus conclusiones de manera que fuesen útiles, tanto a quienes las aplicarían en la práctica del diseño estructural o en la formulación de recomendaciones, como a quienes habrían de tomarlas como punto de partida para nuevas investigaciones. Su trabajo siempre valió por sí mismo y por las ideas que sembró. A Rosenblueth se deben la teoría

probabilística para análisis de la respuesta de sistemas lineales y la formulación de modelos simplificados, basados en ella, que conducen a criterios aplicables en la práctica del diseño sísmico de estructuras complejas. A esta línea corresponden sus aportaciones a los métodos de análisis sísmico de estructuras con más de un grado de libertad, de sistemas con excentricidad en planta, o de estructuras esbeltas, como chimeneas. Igualmente valiosos, por su simplicidad y por su significado práctico, son los métodos que propuso para tomar en cuenta la acción simultánea de varios componentes de los movimientos sísmicos.

En 1957 ocurrió el primer temblor de intensidad elevada que ha afectado a la ciudad de México desde que cuenta con edificios altos. Rosenblueth jugó un papel prominente en la actualización del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en particular de su capítulo de diseño sísmico, en donde introdujo conceptos novedosos, muchos de los cuales fueron incorporados posteriormente a las normas de diseño de los países más avanzados y aún perduran en ellas. Al poco tiempo desarrolló un modelo probabilista para estudiar la influencia del suelo blando, como la arcilla del Valle de México, en las características del movimiento del terreno durante temblores.

Aún durante los años en que fue Subsecretario de Planeación Educativa de la Secretaría de Educación Pública, encontró razón y tiempo para plantear modelos conceptuales matemáticos de algunos problemas que se presentan al tomar decisiones en condiciones de incertidumbre. A esta época corresponden sus ideas sobre el procesamiento de información dudosa y la combinación de opiniones de expertos en la toma de decisiones, que cristalizaron en trabajos publicados poco después. También corresponde a esta época un gran número de artículos de análisis y de divulgación sobre la educación en general y sobre los problemas específicos del país en ese campo. A fines de 1982 se incorporó de nuevo a sus labores de investigación.

Emilio Rosenblueth no fue únicamente un investigador que identificaba la esencia de los problemas, los estudiaba y los resolvía. No fue un investigador que por profundo y riguroso se apartaba del mundo de los criterios prácticos y las fórmulas simples; por el contrario, todo lo que hacía terminaba algún día cambiando una norma, proporcionando una herramienta de trabajo o modificando la forma de ver un problema en la práctica, y no dejó todas las aplicaciones a los demás. Fue autor de sistemas estructurales novedosos que aportaron soluciones eficientes a problemas importantes de ingeniería.

Como formador de investigadores, la labor de Rosenblueth fue también excepcional. Pocos como él han sabido estimular tanto a sus discípulos con problemas nuevos e ideas innovadoras, dejarlos trabajar y obligarlos a emplear todos sus recursos y aptitudes. Los que trabajaron con él no olvidan los retos que les planteo ni el provecho de haberlos superado.

Son pocos los reconocimientos nacionales e internacionales a investigadores en ingeniería que no fueran concedidos a Rosenblueth. Entre los que recibió vale la pena mencionar, entre los nacionales, el Premio de Ciencias de la Academia de la Investigación Científica en 1963, el Nacional de Ciencias en 1974 y el Premio Universidad Nacional en el área de Investigación en Ciencias Exactas en 1986; entre los internacionales, los premios W.L. Huber; Moiseieff, A.M. Frendenthal y N.M. Newmark, de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles en 1965, 1966, 1967 y 1987, respectivamente; el Príncipe de Asturias en 1985 y el Bernardo A. Houssay en 1988. En 1987 fue designado Investigador Emérito de la UNAM. Unas cuantas semanas antes de su fallecimiento recibió de manos del Presidente de la República el Premio Nacional de Ingeniería, otorgado por el Colegio de Ingenieros Civiles de México.

Tratar de enumerar los cargos que desempeñó el Dr. Rosenblueth en las organizaciones científicas y profesionales de México y del mundo, las acciones que realizó, los grupos con los que colaboró, y los frutos que dejó, sería una labor extenuante. Su obra perdurará por largo tiempo en la labor cotidiana de muchos que dedican sus esfuerzos a poner ciencia y tecnología al servicio de la humanidad, en particular de quienes se preocupan por desarrollar y aplicar criterios y procedimientos para emplear, de manera óptima, los recursos de las sociedades en pro de la seguridad y del bienestar de los hombres

## LA FUTURA EDUCACIÓN INGENIERIL: EXAGERACIONES Y VERDADES.

*Emilio Rosenblueth Deutsch \**

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 escribo se basa en el aporte de Antonio Alonso . Otro poco le es complementario .

Es claro el mensaje toral que nos trasmite un estudio prospectivo preparado por la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; pronto sucumbirán las bardas que aún 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 teñidos de un solo color ideológico hechizado, derechizado. El largo lapso durará hasta que se agote el ansia por la libertad, ansia que fomenta los cambios que ahora vemos, y la sustituya, otra vez, la sed por la igualdad y la justicia social, sed que dió 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, sólo contrarrestaremos lo negativo de esta perspectiva si también invadimos. Un hecho irá con el otro; solo exportaremos más ingeniería si aceptamos importar más.

Enfocaré 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, quizá 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 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.

Antes que soñar en exportar y en conquistar tierras ajenas deberíamos reconquistar las que están en nuestro territorio.

¿Donde 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 sólo de las glorias antiguas, que ya no nos benefician?. ¿Qué se hizo nuestra inventiva?, preguntaría Jorge

Manrique. ¿Declaramos acerca de una feliz edad de oro, como si fuéramos Don Quijote sin su Sancho? Antes que soñar 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 permita 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 llegó 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. Será inevitable que nos invadan, ¡Ya nos están invadiendo! Lo único que podemos hacer es a nuestra vez exportar servicios de ingeniería.

Hace algunos 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 puede convertirme en consultor de diseño sísmico de plantas nucleares porque desconocía el diseño a secas de esas instalaciones. Si vamos a dar servicio de consultoría en el extranjero, los egresados de nuestras escuelas deberán saber acerca de áreas para las que no hay demanda en México o para las que ésta es aún limitada. Tenemos excelentes geotécnicos o 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 para 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 cité de Lampedusa en boca de 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. Estas 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

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.

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 cómo la mente del estudiante se distorsiona cuando se orienta mucho hacia el cómputo. Cito a Heberto Castillo: "hay quienes usan las computadoras; otros usan la cabeza". 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 5

grados Kelvin o probabilidades mayores que uno ("Eso me da la computadora", dicen) y son incapaces de la más 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 Cálculo Práctico, 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 sólo 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 autodidáctica. Pienso que debemos implantar con firmeza los básicos de las materias, enseñar computación, pedir al estudiante que programe la solución de problemas sencillos (pues será ésta 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 qué 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 cómo empiezan a proliferar los restaurantes japoneses en nuestro país, en anticipación de lo obvio? ¿Y que 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 necesitará 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", implico también culturas. Los *modi operandi* de otros países: cómo se promueve un trabajo, cómo se compete, se concursa, se negocia, se cobra, cuáles son las leyes escritas y cuáles 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 más, y aún otra cuando egrese del posgrado, dejando libertad para que elijan qué lenguas estudiarán. 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.

Sólo 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. Agréguese 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 arguirse 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 me parece profundamente malsana. Por una parte perpetúa y acentúa la división hereditaria en clase 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 competidores.

En las profesiones, como en las especies biológicas, la diversidad facilita la evolución.

Si así procedieran habría demasiados jefes para 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 y otros temas que se pueden comentar, más 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. Hemos 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 algunos ingenieros con las necesidades que hay en otros países, y esto vales 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 lo pretenda suplir.

Pienso que debemos formar ingenieros no sólo en lo técnico sino también como dirigentes, formarlos no solo en las instituciones 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.

**FUNDACIÓN ICA** es una Asociación Civil constituida conforme a las leyes mexicanas del 17 de octubre de 1994, como se hace constar en la escritura pública número 52,025, pasada ante la fe del Licenciado Jorge A. Domínguez Martínez, Notario Público número 140 del Distrito Federal.

Es asimismo, una institución científica y tecnológica inscrita en el Registro Nacional de Instituciones Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, con el número 95/213, del 19 de Julio de 1995.

Esta edición de "La futura educación ingenieril: exageraciones y verdades", se terminó de imprimir en agosto de 1995, se imprimieron 1,000 ejemplares. La edición estuvo al cuidado de Fernando O. Luna R.

**Consejo Directivo de la FUNDACIÓN ICA**

**Presidente.**

**Ing. Bernardo Quintana Isaac**

**Vicepresidentes.**

**Dr. José Sarukhán Kérmez**

**Dr. Guillermo Soberón Acevedo**

**Ing. Guillermo Guerrero Villalobos**

**Ing. Raúl López Roldán**

**Director Ejecutivo.**

**Ing. Fernando O. Luna Rojas**

**Comité de Becas.**

**Ing. José Manuel Covarrubias Solís**

**Dr. Francisco Yeomans Reyna**

**Ing. Miguel Ángel Parra Mena**