

FUNDACION



LOS INGENIEROS, LA SOCIEDAD Y SU FORMACIÓN.

Armando Rugarcía Torres

10

CUADERNOS FICA

M E X I C O

1 9 9 6



LOS INGENIEROS LA SOCIEDAD Y SU FORMACION

Armando Rodríguez Torres

**Derechos Reservados 1996
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 10-8
Impreso en México**

DR. ARMANDO RUGARCÍA TORRES

Ingresó a la Universidad Iberoamericana y obtuvo el título de Ingeniero Químico en 1970, realizó su Maestría en la Universidad de Wisconsin en 1973 y el Doctorado en Educación en la Universidad de West Virginia en 1985.

Su actividad profesional la inicia en 1966, en Pent Salt de México como ayudante de Ingeniero de Planta; Ingeniero de Diseño en Ingeniería Transfer en 1970; Compras en Constructora Transfer; trabajo en el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas en 1971; en 1971 ingresa a la Universidad Iberoamericana como profesor de asignatura, continua como profesor de tiempo completo hasta la fecha; fue Director de Ingeniería Química de 1975 a 1976; Director de Ingeniería y Ciencias Químicas de 1976 a 1980; Director del Centro de Didáctica de 1983 a 1988; Director Interino del Departamento de Desarrollo Humano de 1986 a 1988; Director General Académico de 1988 a 1991 y actualmente Rector de la Universidad Iberoamericana Plantel Golfo-Centro de 1991 a la fecha.

Pertenece a varias Asociaciones profesionales entre las cuales destacan: American Institute of Chemical Engineers, Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Sociedad Química de México, Consejo Nacional para la Enseñanza de la Química, y American Society for Engineering Education.

Tiene un sinnúmero de artículos sobre Educación e Ingeniería Química; a impartido cerca de 200 conferencias sobre educación, liderazgo, capacitación e ingeniería química. A impartido cursos a profesores universitarios y preuniversitarios, así como a profesionales de la ingeniería química, además de 52 cursos semestrales a alumnos de la licenciatura en ingeniería química.

A realizado investigación técnicas y ha recibido el Premio Nacional a la Excelencia en Publicaciones en 1989, otorgado por el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos.

LOS INGENIEROS, LA SOCIEDAD Y SU FORMACIÓN

Armando Rugarcía Torres

INTRODUCCIÓN.

No es por hacerles desaire, pero los ingenieros son los profesionales consentidos en la sociedad contemporánea: la economía los necesita, la ciencia y la tecnología también.

Sin embargo, el vínculo ingeniería-sociedad, desde el nido universitario, no se ha establecido con pertinencia. Los proyectos de vinculación entre sociedad-universidad en el área de ingeniería, tanto en docencia como en investigación, no han sido del todo exitosos.

Este escrito sedimenta la parte educativa de la conexión ingeniería-sociedad: la formación de ingenieros intentando resaltar los aspectos descuidados u omitidos para hacer de esta relación pertinente.

En el primer apartado se establece la relación entre ingeniería y sociedad, dejando el camino allanado para abocarse a la formación de ingenieros en el segundo apartado, se termina con conclusiones y referencias.

LOS INGENIEROS Y LA SOCIEDAD.

No creo pertinente describir a la sociedad contemporánea con lujo de detalle, pues ya lo hecho en otro artículo (1992), más bien, resumo los seis principales rasgos sociales dentro de los cuales el ingeniero tiene y tendrá que desempeñarse: abundante información, desarrollo tecnológico acelerado, mercados expandidos, medio ambiente "lastimado", democratización de instituciones, y apremiante justicia social.

Tratando de conectar la situación social descrita con el quehacer del ingeniero, me atrevería a sugerir la siguiente problemática relevante que sin duda tendrá que afrontar:

- a) Discriminar la información científica y tecnológica que sea pertinente para innovar y optimizar el proceso, sistema, producto o servicio que tenga bajo su responsabilidad. Los ordenadores, redes de cómputo, acceso a bancos internacionales de información, entre otras cosas, con seguridad le darán la mano en estos menesteres. La necesidad de seguir aprendiendo durante la vida profesional es evidente.
- b) Investigar para generar los procesos o tecnología en nichos seleccionados, innovar los procesos o sistemas existentes o adaptar los avances tecnológicos generados en otros países. La disyuntiva de intercambiar tecnología o productos entre países habrá que resolverla. La necesidad de una aproximación interdisciplinar a las tareas de desarrollo tecnológico será imprescindible.
- c) La interacción con otros países o grupos de ellos para fines de comercio y producción de productos y servicios será irrenunciable. Esto reclama por una necesidad de expresarse con claridad y entender al menos el idioma inglés. Los aspectos de ética económica empresarial, nacional e internacional serán la "comidilla" del día. La necesidad de productividad y calidad en toda industria, empresa o institución se hará mandatorio.
- d) Será necesario el ir caminando hacia un desarrollo sustentable (con equidad social). Un aspecto que demandará del talento ingenieril tendrá que ver con los aspectos del medio ambiente. El modelo

industrial no será maximizar rentabilidad, sino el retorno sustentable. La ética y creatividad del ingeniero estarán a prueba.

- e) Las estructuras organizacionales y su modelo operativo tendrán que ajustarse a otro concepto de autoridad: "lo que hace crecer en el logro de ciertos objetivos establecidos en común" y a otro modelo de trabajo al menos parecido al de Calidad Total. Resalta la participación de los ingenieros en equipos de trabajo y la toma de decisiones al menos consultada. El respeto al principio de subsidiaridad se irá intensificando. La necesidad de promover, estimular y reconocer la iniciativa, creatividad y productividad de todos los miembros de la organización, entre ellos la de los propios ingenieros, se hará necesaria.
- f) La solidaridad social de la industria irá en aumento. No se aceptarán productos ni procesos que dañen al hombre o su hábitat. Esta situación demanda del talento ingenieril en la reducción de costos conservando la calidad y respetando a obreros, medio ambiente, usuarios del producto o servicio y público en general. La mancuerna criticidad-creatividad reclamará su presencia. Las decisiones éticas serán cotidianas.

Perfil del egresado de ingeniería.

En consecuencia, los rasgos pertinentes de un egresado de ingeniería que pretenda cruzar los umbrales del siglo XXI con cierta dignidad son (cfr. Referencia 2)

- 1) Conceptos de su profesión y de la cultura contemporánea: comprendidos e integrados. Más bien amplios que especializados.
- 2) Habilidades de razonamiento desarrolladas. Ser capaz de: crear, criticar y aprender, ser capaz de trabajar en equipo y de comunicar con claridad.
- 3) Actitudes reforzadas. Tendencia estable a ser: cuidadoso del medio ambiente, productivo, responsable, honesto, interesado en los demás y continuar educándose. Los valores que sostienen estas

actitudes son: el hombre, el medio ambiente y el servicio, principalmente.

Habiendo establecido el tipo de ingeniero pertinente a esta época, pasemos a considerar algunas pautas para formarlo.

El área universitaria responsable de formar al ingeniero debe estudiar cuidadosamente los métodos que se han utilizado en el pasado para formar ingenieros y evaluarlos en términos de su efectividad y eficiencia. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional.

Método para formar ingenieros.
El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional.

El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional. El método de enseñanza debe ser el que mejor prepare al estudiante para enfrentar los problemas que se le presentarán en su vida profesional.

LA FORMACIÓN DE INGENIEROS.

Educación consiste en perfeccionar al hombre. Formación humana corresponde a educar. Cuando la educación se refiere a un caso concreto, como al de los ingenieros, se da permiso de usar la palabra formación con la condición que respete cierta filosofía educativa o modelo de hombre-sociedad y se use un apellido (en este caso ingeniero).

Al final del apartado anterior se estableció el perfil genérico del egresado de ingeniería al que se quiere tender.

El área universitaria responsable de conformar los rasgos del ingeniero aludido corresponde a los métodos para enseñar o mejor dicho para educar o formar ingenieros, ya que no debe existir enseñanza sin aprendizaje ni aprendizaje sin educación (comprensión e integración de conceptos, desarrollo de habilidades de razonamiento y reforzamiento de actitudes). Pretender describir un método específico para enseñar o educar no procede por cuatro razones: los alumnos son heterogéneos, los maestros son diferentes, las temáticas diversas y los currícula también.

Por consiguiente el asunto de la formación de ingenieros debe de abordarse con base en un método general y flexible y unos principios metodológicos que orienten el quehacer de alumnos y profesores para hacerlo eficaz desde el punto de vista educativo.

Método para formar ingenieros.

EL perfil del ingeniero conduce a que éste debe aprender ciertas cosas, resolver ciertos problemas y aprender ciertos valores que refuercen las actitudes correspondientes en su paso por los cursos universitarios de tal manera que lo capaciten a comprender o aprender, a pensar o resolver y a valorar o decidir con pertinencia al terminar sus estudios.

El método general mejor que he encontrado para lograr aprender y valorar se debe a Bernard Lonergan (1988). Este método consta de cuatro pasos consecutivos: atender, entender y juzgar para emitir

juicios de verdad: esto es así o no; y para valorar, es decir, para emitir juicios de valor: esto es bueno o no, (cfr. Referencia 3).

En la misma referencia anterior propongo un método general y flexible para resolver problemas: definir, generar, seleccionar e implementar.

El manejo de estos métodos genéricos en forma periódica va dejando en el alumno conceptos comprendidos de su profesión y de la cultura contemporánea, habilidades para aprender y para manejar el conocimiento desarrollado, y actitudes para interactuar profesional y socialmente reforzadas.

Principios metodológicos para formar ingenieros.

El manejo de los métodos genéricos anteriores o en su defecto de cualquier otro, se hace dentro de un contexto universitario determinado, por lo que se requiere de algunos lineamientos operativos para conectarlos con la práctica docente.

La ciencia y la experiencia reflexionada van dejando residuos de la eficacia con que se desarrolla la función docente. De los cursos de mejoramiento de la docencia que he impartido en los últimos trece años y de mi experiencia como profesor desde 1971, extraigo los siguientes principios metodológicos que me atrevo a sugerir para ir caminando hacia una formación de ingenieros de mejor calidad.

1) El aprendizaje es individualizado.

El aprendizaje se da en diferente grado, a diferente ritmo y por caminos diferentes, dependiendo de la persona que aprende: el alumno.

El aprendizaje se va dando en cada persona en forma gradual, integrándose con conocimientos anteriores y de acuerdo a las habilidades y actitudes del que aprende.

El alumno aprende y se educa a partir de lo que es (conocimientos, habilidades y actitudes) y no de lo que debe ser o saber a la luz de otros criterios que se usan para establecer las metas de aprendizaje.

El mismo aprendizaje sucede en el alumno o no sucede; el alumno aprende sólo por sí mismo. En consecuencia, es necesario promover la actividad, sea intelectual, afectiva o física de los alumnos entre ellos, con el profesor o con algún otro agente educativo. La actividad del maestro inclusive su "activismo" no basta para que el alumno aprenda: una excelente conferencia en clase "no sirve para nada" si los alumnos se duermen; un pizarrón lleno con letra hermosa y ordenada sirve poco si los alumnos sólo copian. El aprendizaje en equipo ha mostrado resultados sorprendentes si se maneja con cuidado por el profesor, (cfr. Referencia 4).

2) El aprendizaje debe dejar sedimentos educativos.

El proceso de aprendizaje tiene mayor potencial educativo para el alumno, si el conocimiento se aplica, generaliza, comprueba, critica o dialoga por los alumnos. La búsqueda o aplicación del conocimiento en la resolución de problemas gana en impacto educativo en la medida en que se comprende lo aprendido, se desarrollan habilidades para aprender y para manejar el conocimiento y se refuerzan actitudes conectadas con valores aprendidos por los alumnos.

La actividad de aprendizaje requiere de esfuerzo físico, afectivo e intelectual, sobre todo si no se tiene el hábito de pensar al estar aprendiendo o resolviendo un problema. Por consiguiente, es conveniente que la actividad del alumno sea variada. Por ejemplo, se pueden alternar ejercicios con problemas, discusiones, lecturas, exposiciones y prácticas de laboratorio o campo realizados por los alumnos.

3) El aprendizaje puede ser estimulado por el maestro.

Una relación profesor-alumno amistosa, respetuosa y centrada en la educación del alumno estimula el aprendizaje.

El aprendizaje es más efectivo cuando el alumno está dispuesto a aprender. Esto se motiva cuando el alumno sabe a dónde se quiere llegar, la tarea es realizable mediante un esfuerzo razonable y se estimula su intelecto.

La continuidad en el aprendizaje es influenciada por lo que le sucede al alumno después de que aprende "algo". El darse cuenta de que ha aprendido (comprendido) algo bien, el tener la libertad de expresarlo con sus propias palabras y el reconocimiento externo por este hecho, promueve el seguir aprendiendo.

Un elemento que ha probado su potencial de estímulo hacia el aprendizaje es la incorporación de elementos de la realidad, sobre todo profesional, en los cursos.

La pronta realimentación del alumno sobre sus avances educativos es un detonador de la motivación hacia el aprendizaje.

4) Fortalezca la comprensión e integración de conceptos.

La explicación del profesor y la lectura crítica por parte del alumno, son dos actividades que estimulan la comprensión de conceptos.

Un principio científico o empírico se comprende mejor "descubriéndolo" por uno mismo. Esto no quiere decir descubrir algo nuevo para el mundo, sino algo nuevo para el que aprende.

Los conceptos agrupados por temáticas y con otras temáticas sirven más en la solución de problemas, el análisis de casos, la investigación o cualquier otra tarea que los requiera.

5) Una habilidad para pensar se desarrolla si se practica.

Desde el punto de vista educativo es más importante la forma como se aprende un conocimiento que el conocimiento en sí. Lo que asegura que el conocimiento se integre en la persona y además aporte otras consecuencias educativas, es el esfuerzo intelectual, afectivo o físico que se haya hecho para obtenerlo. Una de estas consecuencias es el desarrollo de habilidades para pensar o para manejar lo que se ha aprendido.

Para que el proceso de aprendizaje contribuya al desarrollo de habilidades de razonamiento, es necesario que el alumno al estar aprendiendo o resolviendo, ponga en juego dichas habilidades, tales como el análisis, síntesis y juicio crítico.

Es mejor que el alumno desarrolle sus habilidades para pensar por sí mismo que sólo memorice lo que tiene que aprender, o que resuelva problemas sin pensar en lo que hace.

La solución de problemas y el manejo de casos o proyectos han mostrado ser dos estrategias pertinentes para manejar conceptos aprendidos y desarrollar habilidades para pensar.

6) Las actitudes se refuerzan ante la aprehensión de un valor.

Es más importante que el alumno descubra y aprenda una razón válida para vivir, es decir, un valor, que cualquier otra cosa.

Las actitudes como tendencias estables a actuar, son las que dan lugar a los valores. El valor es un ideal que trasciende las situaciones, mientras que la actitud hace referencia a las situaciones concretas, es decir, atiende al objeto, tiempo, contexto y tipo de acción. Ejemplos de posibles valores son: la profesión, el medio ambiente, la responsabilidad, la productividad, la calidad, la honestidad o las personas.

La esperanza del buen profesor es diseñar ciertas actividades que logren en los alumnos configurar conocimientos, modos de pensar y valorar consistentes que les permitan hacer frente a sus situaciones profesionales y vitales.

Los valores no se imponen, sólo se proponen y ejemplifican vivencialmente en la cooperación no en la competencia. Una actitud se refuerza cuando se percibe en una persona digna de respeto o cuando se dialoga críticamente en clase sobre situaciones socio-profesionales cotidianas preñadas de valores.

La responsabilidad fundamental de una institución educativa y sus docentes es la de demostrar en su vida cotidiana las actitudes congruentes con los valores en los que cree, para estimular el desarrollo de actitudes correspondientes en los alumnos.

CONCLUSIÓN. *

El ingeniero que demandan estos tiempos es harto diferente del que está emergiendo de entre los escombros educativos en los que se halla la universidad contemporánea. Nuestros ingenieros saben, pero no comprenden lo que saben; resuelven, pero mecánicamente, es decir, sin entender cabalmente lo que están haciendo; y deciden en función de valores no aprendidos con seriedad.

Tanto los rasgos del ingeniero propuestos como los métodos y recomendaciones metodológicas sugeridos apuntan a combatir el culto al conocimiento memorístico o mecánico. Más importante que saber lo que se quiere es que eso que se quiere valga la pena.

Espero que las propuestas que en este ensayo se hacen queden claras, pero más que nada que usted las considere pertinentes para lograr formar un ingeniero mejor capacitado para enfrentar los retos que deparan estos tiempos tan controvertidos.

REFERENCIAS

Lonergan, B., El método en teología, Ediciones Sígueme, Salamanca, España, 1988.

Rugarcía, A., Diseño de planes de estudio a la luz de las tendencias socioeducativas, Manual Didac, Centro de Didáctica de la UIA Santa Fe, 1993

_____ , El método para enseñar, Panorama educativo, julio-diciembre, 1992, pp. 34-40.

Rugarcía, A. y A. Anaya, El aprendizaje en equipo en la formación de ingenieros, Revista del IMIQ., julio 1994, pp. 27-36

FUNDACIÓN ICA es una Asociación Civil constituida conforme a las leyes mexicanas el 26 de octubre de 1986, como se hace constar en la escritura pública 21,127 pasada ante la fe del Notario número 33 del Distrito Federal, inscrita en el Registro Público de la Propiedad en la sección de Personas Morales Civiles bajo folio 12,847. A fin de adecuar a las disposiciones legales vigentes los estatutos sociales fueron modificados el 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 "Los ingenieros, la sociedad y su formación" se terminó en mayo de 1996, se imprimieron 1,300 ejemplares. La edición estuvo al cuidado de Fernando O. Luna R.

Consejo Directivo de 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

Cuerpos Colegiados de los Programas Operativos.

Comité de Becas.

Ing. José Manuel Covarrubias Solís

Dr. Francisco Yeomans Reyna

Ing. Miguel Ángel Parra Mena

Comité de Premios.

Dr. Luis Esteva Maraboto

M.I. Mario Ignacio Gómez Mejía

Ing. Gregorio Farias Longoria

Comité de Publicaciones.

Ing. José Iber Rojas

Dr. Oscar González Cuevas

Dr. Horacio Ramírez de Alba

Ing. Gabriel Moreno Pecero

Ing. Santiago Martínez Hernández

Comité de Investigación.

Dr. José Luis Fernández Zayas

Dr. Bonifacio Peña Pardo

Dr. Ramón Padilla Mora