

Puntos de vista originales y polémicos sobre la problemática educativa, en general.

El papel del estudiante de ingeniería ante los cambios en el entorno

*Armando Rugarcía**

ABSTRACT

This is a paper devoted to students. It starts by settling down six characteristics of the social environment. Then it makes a radiography of Engineering Education in Mexico. Finally it proposes five recommendations on the role of the engineering student faced to those situations.

INTRODUCCIÓN

En esta ocasión, quiero dirigirme a los estudiantes en forma exclusiva. Sé que algunos profesores y profesionales eventualmente leerán estas líneas, pero quisiera que revisaran lo que tengo que decirles a los estudiantes. Por esta razón, voy a intentar emplear un lenguaje adecuado a los jóvenes para mejorar la posibilidad de que entiendan lo que quiero decir y después tomen sus propias opciones como estudiantes y personas.

En el primer capítulo trato de establecer los seis rasgos fundamentales que percibo en el entorno social, para, en el segundo, radiografiar la enseñanza de la Ingeniería en México y en el tercero, proponer el papel del estudiante de Ingeniería ante estas situaciones en cinco sugerencias. Termino con conclusiones.

I. EL ENTORNO

El análisis social o la lectura del análisis hecho por alguien más, rescata seis cambios en el entorno que están adheridos en el quehacer de todo profesional, en especial del Ingeniero. Estos rasgos son:

A) Información: demasiada

Actualmente se publican a diario unos seis mil artículos, y el conjunto de libros editados a la fecha requerirá, sólo para mencionar sus títulos, unos 10 mil volúmenes (Meneses, 1989). La explosión del conocimiento científico registrada hasta ahora se habrá triplicado para el año 2000. El mundo futuro ciertamente estará dominado por una ingente información y por la presencia de la computadora personal, medio indispensable para almacenar-

la y procesarla. Se llega a afirmar que la mala distribución de la información será una de las grandes inequidades de la sociedad futura, mucho más que la desigual distribución de la riqueza. La información, sin lugar a dudas, será el capital del mañana; pero necesitaremos establecer los medios para seleccionar la abrumadora cantidad de información que lloverá sobre la sociedad futura.

B) Tecnología: acelerada

La tecnología es la forma como se produce algo: un bien o un servicio, teniendo como soporte a la ciencia y a la experiencia. En este siglo XX, la dinámica tecnología es sin duda una de sus características; los cambios tecnológicos y sus productos se suceden unos a otros y afectan ineludiblemente la situación humana. Tres factores nos permiten captar la dinámica de la tecnología, sus productos y su impacto en el devenir humano: a) La fuente de energía: del agua en el siglo XII al rompimiento del átomo a fines del siglo XX; b) Los materiales: del ya oxidado hierro en el siglo XI, al acero, el cemento, la fibra y el vidrio, el plástico, los polímeros, los materiales sintéticos, las fibras ópticas, los semiconductores orgánicos, la cerámica... en nuestros días, y c) El tipo de tecnología: desde la artesanal de los Mayas hasta la postindustrial de comunicación y computación, pasando por la industrial.

C) Mercados: globalizados

Este fenómeno singular empieza a presentarse en nuestros días. La época en que las industrias en cada nación fabricaban los materiales y productos se está quedando atrás. En el mundo interactuante de hoy, se persigue la producción vertical entre países: Canadá produce el papel, Francia los tintes y colorantes, y España imprime el texto y encuaderna el libro. Los gastos de transporte se compensan con los precios bajos de las materias primas y el bajo costo de la mano de obra. El comercio se perfila hacia una integración internacional de cadenas productivas que importan y exportan a escala mundial. Los países se necesitan unos a otros como nunca antes había ocurrido. No puede ya desarrollarse un proyecto sin el concurso de diversos países, especializados en sus distintas etapas. Evidentemente, esta situación requiere regímenes sociales semejantes con lenguaje y normas

* Universidad Iberoamericana-Golfo Centro, km. 3.5 carretera federal Puebla-Atlixco, Puebla, Puebla, 72430, México.

Recibido: 15 de mayo de 1994;

Aceptado: 10 de junio de 1994.

parecidas. Esta situación demanda de los países tanto productividad como calidad para exportar. La cuenca del Pacífico es un ejemplo de lo que va sucediendo cada vez más y más. En 1960 por ejemplo, el producto combinado de las naciones del Pacífico era un 7.8% del total mundial; en 1982 alcanzó un 16.4% y se espera que para el año 2000 llegará al 20%, igual al de Europa y América del Norte, (Meneses, 1989). Parece evidente que las naciones, ya interdependientes, lo serán todavía más en el futuro. México no puede ignorar o permanecer al margen de esta situación.

D) Medio ambiente: lastimado

La angustia que vive el hombre de ciertas regiones al darse cuenta que su habitat se está deteriorando dramáticamente, es digna de considerarse. Algo más drástico tendrá que hacerse para irle devolviendo al hombre la paz que proviene de saber que su medio ambiente no lo daña ni daña a sus descendientes. No podemos aspirar a una armonía social, si nos despedazamos unos a otros por medio del ambiente. Tenemos que darnos cuenta que lo que hacemos puede tener repercusiones negativas para los demás y actuar en consecuencia. El problema que amenaza con quitar del diccionario las palabras medio ambiente habitable (cantidad y concentración de contaminantes en el aire y agua, devastación de árboles y selvas, el problema del ozono, etcétera), tiene dos vertientes de solución: la educación, para cambiar valores y actitudes humanas, y la investigación, para desarrollar la tecnología apropiada que vaya reduciendo el problema de contaminación y que combata los contaminantes ya presentes. El problema es complejo, pues algunos contaminantes resuelven ciertos problemas que también angustian al hombre de hoy. Por ejemplo, después de dos años que se dejó de producir y usar DDT en 1970, las muertes por malaria en la India incrementaron de 200 mil a tres millones en un año. Otra área en la que el hombre tiene que desenfundar su creatividad y esfuerzo es sin duda los problemas del medio ambiente.

E) Participación: democrática

Ningún cambio de sistema es capaz de borrar del todo las realidades aparentemente destruidas en forma radical; sólo la buena educación puede hacerlo. Sería inocente argüir que las tendencias del mundo actual son únicamente económicas y tecnológicas. Al paralelo de éstas se advierten otras más pegadas a lo humano. Las personas desean ser ahora actores de su vida más que objetos inertes de "alguien" más; quieren participar en el hogar, en la escuela, en el trabajo y hasta en la diversión. La gente busca la interacción humana. El desarrollo tecno-

lógico ha seguido un camino que aleja a unos de otros, pareciera ser que los productos de la tecnología se anteponen entre unos y otros impidiendo el diálogo con los demás. Los seres humanos sienten hoy, más que ayer, la necesidad de compañía y de intercambio personal. La dinámica demográfica ha logrado que seamos muchos pero paradójicamente el hombre se siente solo. En la década de los ochenta se observa un hambre de compañía íntima, se buscan nuevos valores éticos e inclusive se asoma un interés religioso (Pareja, 1990). Por otro lado, el modelo industrial en crisis significa, entre otras cosas, que la organización con autoridad vertical, vigente desde hace varios siglos, está derrumbándose. La inquietud política, la economía estancada e inflada y los problemas sociales, representan que un mundo organizado verticalmente no ha podido dar solución a estas cuestiones. El ser humano ya no quiere hacer lo que le dicen, necesita un sentido válido y aceptado hacia donde apunte lo que hace, antes de simplemente seguir órdenes. Los avances en el área de intercomunicación muestran los indicios de una relación de apoyo entre las gentes y las organizaciones. La información fluye, se analiza y se decide, "nadie" decide por uno mismo. El hombre quiere ser verdaderamente libre. Por último, el modelo de participación representa otro aspecto relevante: la desilusión del hombre y el desengaño ante las instituciones, en las cuales había depositado su confianza casi ciega. Se está perdiendo la confianza en el Estado, en la Escuela, en la Medicina e inclusive en la Iglesia. El hombre se ha ido al otro extremo y ya sólo quiere confiar en él mismo. En síntesis, el hombre del siglo XXI tendrá más cuidado de sí mismo.

F) Sociedad: desigual

En 1990, el poder adquisitivo de los salarios mínimos en México había descendido un 35% respecto al existente en 1981, y los salarios un 27% (Leñero, 1990). El 10% de la población recibe un 17% del dinero que se genera en México. México tendrá 104 millones de habitantes en el año 2000. La vida se hace más masiva e impersonal. El otro cada vez importa menos, sea hijo, novio, padre, madre o simplemente cualquier persona. Se requiere más de un millón de plazas nuevas cada año (de aquí al 2000) para responder a la demanda laboral. Es curioso que mientras la población crece, se pretende desplazar la mano de obra por tecnología transnacional avanzada, ocasionando esto último contracción de la mano de obra. Además, la demanda de trabajo, lejos de verse aligerada por la anticoncepción generalizada de más del 55% de las mujeres casadas, aumenta por el hecho de "liberar" la antes dedicación exclusiva de la mujer a las actividades

domésticas y llevarlas al mercado de trabajo (Leñero, 1990). La desigualdad social se verá acentuada en muchos de sus rasgos en la próxima década. No hacerle caso es una imprudencia temeraria. Puede pensarse en la educación como la igualadora de las condiciones sociales de los hombres, pero el bajísimo nivel educacional, unido a la causa del magisterio realmente minusválido, hace de esta posibilidad una utopía. Pensar en un cambio de la calidad educativa en los próximos años sería inocente, aunque reconozco que hay que intentarlo. Cómo puede pensarse en una siquiera ligera posibilidad de igualdad social si hay gente, admirada por muchos, que se dedica a traficar con la adicción de jóvenes y niños: ¿de qué se trata? Parece que no hay nada más allá que el dinero. Nuestro pasado se hace futuro a través de lo que hacemos y dejamos de hacer. Nuestras acciones se hacen empresa, que se convierten, a su vez, en el signo de nuestra personalidad. ¿Qué empresa tenemos? El fin de siglo se convierte en la firma de lo que somos, por la misma acción lacrada en la piel de la sociedad. Somos muchos y estamos demasiado masificados por que no hemos descubierto, todavía, la otra dimensión implicada en la planeación familiar y en el lugar de origen: el verdadero valor existente en la localidad, en el barrio y en la familia. Simplemente no vemos a los demás, ni siquiera a los más cercanos. ¿Será ésta una salida?

Valgan estos rasgos sociales para establecer una foto social en la que el ingeniero está y estará inmerso. Pasemos ahora a fotografiar el ambiente educativo en el que se forman nuestros ingenieros.

II. LA FORMACIÓN DEL INGENIERO

Si se analiza con seriedad la situación de nuestras escuelas, departamentos o facultades de Ingeniería se descubren los cinco rasgos siguientes:

a) Se cree que la ingeniería es ciencia

Este mundo gusta de la ciencia. Es por ello que para darle valor a una idea "necesariamente" se le asocia con el calificativo de científico. El llamado "método científico", "la mente científica del profesor", "reporte científico", "información científica", "revista científica" y "opinión científica", son ejemplos que expresan uno de los rasgos de esta época en la que reina la racionalización científica. En otras palabras, si se quiere que algo sea aceptado, se debe hacer científicamente o al menos presentarlo como tal.

Lo curioso del asunto es que en algunas disciplinas universitarias, se ha cuestionado o cuestiona si el método que siguen tiene algo de científico; éste es el caso de las ingenierías (cfr. Koen, 1987 y Felder, 1982).

Una situación parecida sucede con otras profesiones como la Medicina o la Psicología. Generalmente se trata de identificarlas con la ciencia. Comentarios como: "la ingeniería es una ciencia" o "el método en ingeniería corresponde al científico" expresan el paradigma que los investigadores, profesores y profesionales quieren adjudicarle a lo que constituye la esencia de su quehacer.

Esta vez, quisiera apelar a la realidad profesional para cuestionar este mito. De lo que tratan las profesiones es de ocasionar un cambio en el pedazo de la realidad que está bajo su responsabilidad. El médico trata de cambiar a una persona enferma; el agricultor trata de cambiar, por ejemplo, el rendimiento de una cosecha; el maestro trata de llevar a una persona a un mayor grado de educación, un ingeniero pretende diseñar, operar o innovar un proceso o sistema, etcétera. Un profesional aplica el conocimiento para ocasionar un cambio. Concedo que para provocar estos cambios los profesionales requieren del conocimiento científico, es decir, el generado por las ciencias, pero también requieren de otro tipo de conocimiento: el empírico. Las profesiones manejan fuertemente un tipo de conocimiento derivado de su práctica o experiencia que no ha dado tiempo de fundamentarlo científicamente. Es más, en algunas profesiones se maneja una proporción mayor de conocimientos empíricos que de científicos y éste es el caso de la ingeniería (cfr. Rugarcía, 1992 y Bird, 1986).

En otras palabras, el conocimiento que manejan las profesiones, tiene dos orígenes diferentes: la ciencia y la experiencia y, por consiguiente, su naturaleza es también diferente.

Esta situación, ocasiona que las profesiones manejen un conocimiento científico-empírico que llamaremos heurístico. El conocimiento científico-empírico al manejarlo simultáneamente en un contexto profesional, se hace en forma heurística. Inclusive, una ley o principio científico se convierte en una especie de recomendación o heurística que orienta al profesional para decidir alrededor de un cambio. La aplicación de conocimientos heurísticos no asegura que la solución propuesta sea la mejor o esté correcta y se tiene que adecuar y ponderar a las circunstancias específicas. El conocimiento heurístico no es ni científico ni empírico y compite en su aplicación consigo mismo. Por ejemplo, en la síntesis de la estructura de un proceso químico, a qué heurística se da más peso: separar los corrosivos primero o dejar la separación más difícil al final.

Una cosa es que las profesiones requieran del conocimiento derivado del quehacer científico y otra que lo sean. O por lo menos, el grado de científicidad de las profesiones es diferente al de la ciencia.

De lo anterior se sigue que no es lo mismo formar un profesional que un científico. El científico busca el conocimiento en sí mismo, tratando de generalizarlo siguiendo un método científico. El profesional persigue aplicar el conocimiento siguiendo un método más bien heurístico: sopesa heurísticas derivadas de la ciencia o la experiencia en pos de un cambio. Éste es el *quid* de la preparación y del quehacer de un ingeniero.

b) Los profesores son dictadores

En efecto, en casi toda universidad, aunque usted no lo crea, algunos profesores dictan sus clases. Pero ésta no es la más frecuente imagen del profesor dictador sino aquella que representa a un maestro lleno de autoridad por no decir autoritario: la entalpia es..., la manera como se diseña un cambiador es... La fuente de lo cierto, de lo posible y de lo bueno es el profesor. La mayor experiencia de los profesores les da la autoridad y ésta se enajena en sus pretensiones hasta convertirse en autoritarismo. Esta manera de ser pierde de vista que la verdad o lo cierto, lo posible o lo bueno es algo que compete a cada quien, a cada alumno. Por supuesto que es válido que la ciencia y la experiencia nos vayan dando verdades transitorias para enfrentar la realidad profesional, pero si el alumno no las comprende o juzga por sí mismo es como si no existieran.

c) Los alumnos son grabadoras

Esta caracterización ciertamente irrespetuosa no deja de tener algo de verdad y cierta relación consecuente con el apartado anterior.

El alumno inocentemente identifica repetir fielmente lo que dice el profesor, apuntes o texto con estarse preparando para ser un excelente profesional. Temo mucho decepcionarlos, pero la producción de "grabadoras" humanas no es tarea de la universidad y el conocimiento de memoria o mecánico no sirve para mayor cosa. ¿Por qué no reflexionamos sobre lo que aprendemos o hemos aprendido en la universidad y para qué nos sirve? ¿Por qué no escuchamos a los empleadores de egresados que demandan un tipo de profesional más bien crítico y creativo? (*Crf. Portilla, 1993*)

d) Los recursos son escasos o impertinentes

Se confunde sofisticación en los medios con buenos resultados y carencia de ellos con impotencia docente.

Los mejores aliados de esta conclusión son docenas de profesores, que están formando mejor a sus alumnos con pocos recursos que profesores de cursos en los que "todo" se logra apretando botones de aparatos o teclas de computadoras sofisticados.

¿Por qué no ponemos los ojos en el principal recurso para el aprendizaje del alumno: el mismo alumno?

e) Los resultados son deplorables

Aclaro en mayor detalle la queja de los empleadores de recién egresados: "están (como siempre lo han estado) mal preparados". Una síntesis precedida de un análisis de sus quejas concretas lleva a identificar tres deficiencias claves en los egresados: saben pero no comprenden lo que saben, no pueden resolver problemas ni expresarse con claridad ni tomar decisiones, y no son como los empleadores queremos que sean.

La búsqueda del conocimiento de memoria por los alumnos que es estimulado por profesores se convierte en un dios despótico y excluyente. Como si temarios, programas, profesores y alumnos se confabularan en una secta religiosa que rechaza la posibilidad de una mejor formación de nuestros ingenieros.

III. AL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA

Ante el panorama descrito, quiero hacerles sólo cinco sugerencias que me parecen cruciales para que ayuden a su universidad a que los prepare mejor para enfrentar los retos socio-profesionales que exigen los signos de estos tiempos controvertidos.

1. *Combate el culto al conocimiento de memoria caiga quien caiga, aunque saques malas calificaciones.*

Combate positivamente: programas, temarios, maestros, directivos. De esta recomendación se desprenden las otras cuatro:

2. *Busca comprender no sólo repetir.*

Éste es un primer y eficaz paso para mejorar tu formación universitaria y al mismo tiempo combatir el culto al conocimiento memorístico.

Éste es un buen inicio para capacitarte para aprender a lo largo de la profesión.

3. *Busca pensar en forma crítica.*

Un pensador crítico no se queda quieto ante los juicios de alguien más. Cuestiona siempre, cuestiona hasta terminar con la insatisfacción que deja una verdad a medias, un juicio no fundamentado.

La capacidad de pensar críticamente te prepara para manejar la creciente información que llega por las tuberías de la industria contemporánea: reportes, manuales, folletos, revistas,...

4. *Busca pensar en forma creativa.*

Un pensador creativo es un apasionado de lo nuevo,

de lo original, de la innovación, del cambio. Sin la creatividad, la industria se oxida y la cultura se llena de telarañas.

La capacidad de ser creativo te prepara para generar nuevas alternativas de solución a los problemas.

5. *Busca aprender a valorar.*

Con esto quiero decir que busques, encuentres y ejercites un método para emitir juicios de valor, es decir, ese tipo de juicios o decisiones que llevan a afirmar esto es bueno o no. Esto lleva a descubrir tu verdadera vocación profesional y humana.

Con estas recomendaciones basta y sobra para dejarles una tarea no sólo para su vida estudiantil sino profesional y social que espero les vean al menos un dejo de pertinencia.

CONCLUSIÓN

Este anciano siglo XX cansado ya por el paso de más de 90 años nos muestra su rostro que amenaza cruzar los umbrales del siglo XXI: demasiada información, tecnología dinamizada, mercados globalizados, medio ambiente lastimado, participación democrática y justicia social necesaria.

Las escuelas, facultades y departamentos de Ingeniería no están preparando a sus egresados para el mundo actual. Los resultados de sus esfuerzos son mejorables. Cuatro observaciones apuntan a la veracidad de este juicio: se confunde ciencia con ingeniería, los profesores son dictadores, los alumnos grabadoras y los recursos escasos o impertinentes.

Para superar esta situación, así como para combatir el culto al conocimiento de memoria, he propuesto tres tareas estudiantiles: aprende a comprender, aprender a pensar crítica y creativamente, y aprende a valorar.

Les he comentado la clave de la preparación "universitaria". Lo he hecho preocupado por su formación como ingenieros pero no sólo pensando en ustedes sino en el servicio que eventualmente darán a su país. Ojalá estas indicaciones les parezcan pertinentes y eficaces y los lleven a prepararse mejor, pero no sólo para triunfar, y menos solos, sino para servir mejor a su sociedad que tanto necesita de un ingeniero renovado, de un nuevo hombre. ■

REFERENCIAS

Bird, B., In memoriam... Olaf A. Hougen, *Chemical Engineering Education*, Fall 1986, p. 160.
 Felder, R., "Does engineering education have anything to do with either one?", North Carolina State University, Raleigh, 1982.
 Koen, B., "Generalization of the engineering method", *Engineering Education*, January 1987, pp. 214-221.
 Leñero, Luis, "La sociedad mexicana en la vida de los noventa", Simposio: *Los noventa, la empresa mexicana en la década*, México, D.F. 30 de enero de 1990.
 Meneses, Ernesto, "El Sistema UIA en los umbrales del siglo XXI: los retos educativos", UIA-Santa Fe, Vera-no 1989.
 Pareja, Guillermo, "La espiritualidad desde la óptica de Viktor Frankl", *Jornadas de Desarrollo Humano*, UIA, Otoño 1990.
 Portilla, C. y A. Rugarcía, "El pensamiento crítico y creativo y la educación superior", *Magistralis*, Vol. II, No. 4, enero-junio, 1993, pp. 15-23.
 Rugarcía, A., "Diseño de planes de estudio a la luz de las tendencias profesionales", parte III, *Revista del IMIQ*, Julio 1992, p. 54.

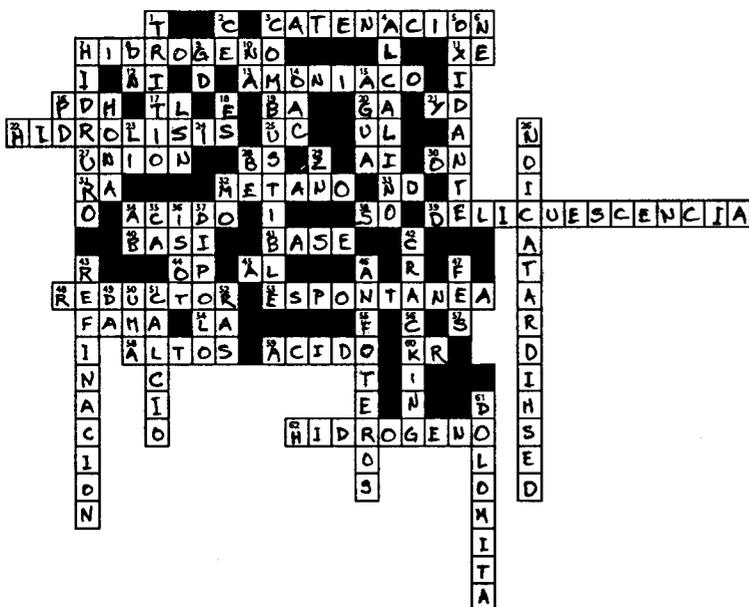
RESPUESTA A TELARAÑA ANTERIOR

CRUCIQUIRAMA

(Usa las recomendaciones de 1987 de la IUPAC)

Rosaura Salazar-Lara*

Jugar y aprender química.



*Escuela de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa.