

Una sección que recibe propuestas en las que fundamentar el desarrollo curricular, tanto el explícito como el oculto.

Los ingenieros, la sociedad y su formación

Armando Rugarcía *

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. Más de doscientos tipos de ingenierías en nuestro país dan cuenta fiel de este juicio.

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 en la formación de ingenieros intentando resaltar los aspectos descuidados u omitidos para darle mayor pertinencia a esta relación.

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; se termina con conclusiones y referencias.

Los ingenieros y la sociedad

Toda época, toda cultura, toda sociedad, tiene su "personalidad". Los rasgos que sellan esta época, y sin duda constituirán el entorno dentro del cual se moverán los ingenieros, los profesionales y todos los demás, son: abundante información; desarrollo tecnológico acelerado; mercados expandidos; medio ambiente "lastimado"; democratización de instituciones, y apremiante justicia social. En otro escrito (Rugarcía, 1992) describo estos rasgos con mayor amplitud.

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

1. *Información abundante.* Discriminar la información científica y tecnológica que sea útil 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.

2. *Desarrollo tecnológico acelerado.* Será necesario investigar para generar los procesos o tecnologías en nichos seleccionados, innovar los procesos o sistemas existentes y 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 interdisciplinaria a las tareas de desarrollo tecnológico será imprescindible.
3. *Mercados expandidos.* La interacción con otros países o grupos de ellos para fines de comercio y producción de bienes y servicios será irrenunciable. Esto reclama por una necesidad de expresarse con claridad y entender 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.
4. *Medio ambiente "lastimado".* 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.
5. *Instituciones democráticas.* Las estructuras organizacionales y su modelo operativo tendrán que ajustarse a otro concepto de autoridad: "la 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 subsidiariedad (delegar responsabilizando) se irá intensificando. La necesidad de promover, estimular y reconocer la iniciativa, creatividad y productividad de todos los miembros de la organización, entre ellos los propios ingenieros, se hará necesaria.
6. *Justicia social apremiante.* La solidaridad social de la industria irá en aumento. No se aceptarán productos ni procesos que dañen al hombre o su hábitat. Esta situación demandará del talento ingenieril en la reducción de

* Universidad Iberoamericana-Golfo Centro, Km. 3.5 carretera federal Puebla-Atlixco, Postal 1436, Puebla, Puebla 72430.

Recibido: 11 de enero de 1996; Aceptado: 8 de agosto de 1997

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. Productos y servicios accesibles a las mayorías harán acto de presencia.

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 (Rugarcía, 1993):

- a) Conceptos de su profesión y de la cultura contemporánea: comprendidos e integrados. Más bien amplios que especializados.
- b) Habilidades de razonamiento desarrolladas. Ser capaz de: crear, criticar y aprender; de manejar conocimientos en la solución crítica y creativa de problemas.
- c) 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.

Con este perfil, el ingeniero tendrá la formación básica para enfrentar los retos que la actividad profesional futura le demande: comunicarse con claridad, tomar decisiones, resolver problemas, trabajar en equipo,...

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

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).

El área universitaria responsable de conformar los rasgos del ingeniero establecidos 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.

En términos generales, la actividad docente promueve que los alumnos aprendan ciertas cosas, resuelvan ciertos problemas y decidan sobre ciertos asuntos.

La manera como los estudiantes realizan estas actividades deja mucho que desear. La causa de este malestar radica en que los alumnos no entienden lo que aprenden y no reflexionan cuando resuelven un problema o toman una decisión.

Para lograr que la actividad docente deje una huella permanente, el profesor debe realizar su trabajo de diferente manera, con una nueva perspectiva que me permito sugerir:

Los conocimientos para que tengan un valor educativo deben ser comprendidos por los estudiantes e integrados en bloques conceptuales. Entender y agrupar conceptos de un área física como aceleración, gravedad, tiempo y velocidad, es un ejemplo al caso. El conocimiento que no se entiende por la persona no sirve en la interacción profesional o social.

La resolución "mecánica" de problemas deja una pobre consecuencia educativa que se mejora si el estudiante piensa (define, discrimina, juzga, evalúa, sintetiza, analiza, plantea hipótesis, innova, genera...). Pensar quiere decir manejar el conocimiento y quienes se encargan de hacerlo son las habilidades de pensamiento. Las habilidades son la herramienta, los conocimientos el sustrato y pensar la acción.

Las decisiones irreflexivas o mejor dicho inconscientes son el mejor aliado de la frustración existencial. La felicidad, la satisfacción, el éxito, o llámela como quiera, tiene que ver con tomar las decisiones que la vida presente con mayor conciencia. Para lograrlo, es necesario que la persona integre tres cosas: entienda ciertos datos relacionados al presente y futuro con la decisión a tomar, que sea capaz de manejarlos, es decir, de pensar sobre ellos y que integre sus sentimientos y valores para con ello tomar la decisión.

En esta dinámica aparece un elemento adicional a los dos anteriores (conocimientos, habilidades de pensamiento): sentimientos o afectos que están implícitos en las actitudes o maneras de ser de una persona. Una actitud es una tendencia estable a ser de determinada manera dentro de ciertas circunstancias. Este aspecto de la tarea educativa emerge en la actualidad como inteligencia afectiva (Goleman, 1995) o habilidades afectivas (Feuerstein, en Martínez, 1996) entendidas como el potencial humano para manejar los sentimientos; sin embargo, en este escrito voy a emplear a las actitudes como término que quiere expresar la dimensión afectiva al hombre.

Las actitudes se refuerzan cuando una persona aprehende un valor. Los valores tienen diferentes acepciones de entre las que sintetizo aquella que me parece más adecuada para la tarea docente y por tanto educativa: "Un valor es aquello a lo que se *decide* dedicar la vida, parte de ella y a veces hasta darla". Por consiguiente, un valor es una decisión que conduce a encontrar razones para vivir. Esta decisión, como cualquier otra de menor trascendencia humana, implica que la persona debe integrar conocimientos, habilidades de pensamiento y sentimientos como ya se indicó.

De esta manera, la tarea docente implicaría trabajar lo cognitivo, intelectual y afectivo del ser humano que condu-

cirá a perfeccionarlo o educarlo, desarrollar tres capacidades o potenciales humanos: aprender, pensar y decidir. El hombre es el único animal de la creación que aprende, piensa y da sentido a su vida y, en consecuencia, decide.

Este perfil educativo comprende a otros perfiles que van tratando de reaccionar ante los deplorables resultados educativos en el mundo. Por ejemplo, la UNESCO establece que la educación para el siglo XXI debe promover un egresado que: sepa aprender, sepa hacer (pensar) y sepa ser en convivencia.

Es así como la docencia cobra otro sentido, otra dimensión, otro significado, otra mística y, por tanto, otra formación de profesores (Rugarcía, 1997).

Con este antecedente, espero quede clara la dificultad para establecer un método detallado para enseñar o, mejor dicho, para educar, pues además del cambio de significado de la tarea docente, existen cuatro elementos operativos que lo harían imposible de implementar: los alumnos son heterogéneos, los maestros son diferentes, las temáticas diversas y los *curricula* también.

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

Método para formar ingenieros

El perfil del ingeniero conduce a que éste debe aprender ciertas cosas, resolver ciertos problemas y tomar ciertas decisiones que implican ciertos valores y actitudes correspondientes en su paso por los cursos universitarios de tal manera que lo capaciten para aprender, para pensar y para decidir a lo largo de su vida. Esta formación es de tal manera general y básica que le capacita para enfrentar su quehacer profesional-social, cualquiera que éste sea.

El mejor método general que he encontrado para lograr aprender y educarse 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 después, decidir para lo que es necesario, emitir juicios de valor: esto *es bueno o malo*, esto *conviene o no*, *hago esto o lo otro*, (Rugarcía, 1992).

Este método recurrente se necesita ir adecuando al contexto educativo y a los objetivos docentes específicos: aprender algo, resolver algo y/o decidir algo. Para lo cual se requiere de ciertos principios metodológicos.

El manejo de este método genérico en forma periódica va dejando en el alumno conceptos comprendidos de su profesión y de la cultura contemporánea, habilidades desa-

rolladas para aprender y para manejar el conocimiento, y actitudes reforzadas para interactuar profesional y socialmente. Al mismo tiempo, la persona se educa.

Principios metodológicos para formar ingenieros

Un principio metodológico es una guía eficaz para conectar métodos a contextos educativos. Todo contexto educativo implica cuatro variables cruciales: alumnos, maestro, temática y *curriculum*.

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 desde 1981 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.



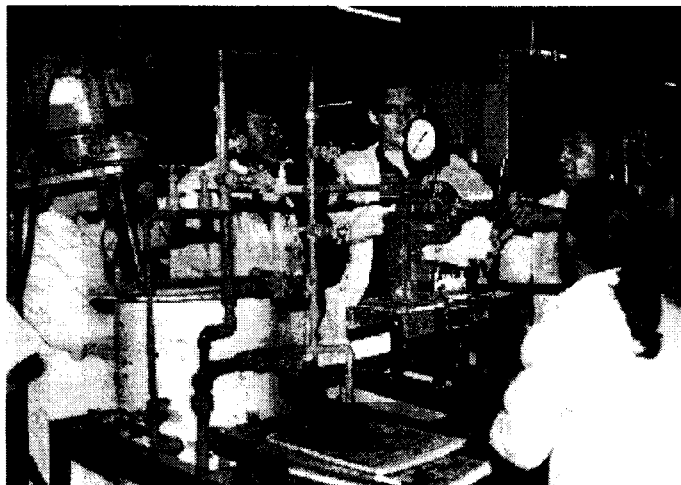
1. El aprendizaje es individualizado

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 con 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 aprendizaje sucede en el alumno o no sucede; el alumno aprende sólo por sí mismo. En consecuencia, es necesario promover la actividad de los alumnos –intelectual, afectiva o física–, bien sea 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 de los alumnos en equipo ha mostrado resultados sorprendentes si se maneja con cuidado por el profesor (Rugarcía, 1994).

2. El aprendizaje debe dejar sedimentos educativos

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

La actividad de aprendizaje requiere una actitud renovada de los alumnos, 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 realizadas 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 y actividad.

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 retroalimentación del alumno sobre sus avances educativos por parte del profesor, es un detonador de la motivación hacia el aprendizaje.

Otras actividades docentes que han mostrado potencial motivacional son: dirigirse a los alumnos por su nombre ser sensible a los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje, dar ejemplo de lo que se pregona, promover diferentes actividades de aprendizaje y estimular la interacción alumno-alumno.

4. Los conceptos deben comprenderse e integrarse

La explicación del profesor y la lectura crítico-sintética 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.

Un concepto se capta mejor por el alumno cuando: pone en juego varios sentidos, entiende conceptos relacionados, lo relaciona con otros conceptos y lo conecta con su realidad.

5. Las habilidades para pensar se desarrollan si se ejercitan

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 que se haya hecho para obtenerlo. Una de estas consecuencias es el desarrollo de habilidades para pensar o para manejar el conocimiento.

Para que el proceso de aprendizaje contribuya al desarrollo de habilidades de razonamiento, es necesario que el alumno al estar aprendiendo, resolviendo, integrando, experimentando, dialogando, ..., ponga en juego dichas habilidades, tales como analizar, sintetizar, discriminar, cuestionar, expresar, definir, inferir, imaginar, evaluar y dar razones.

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 aprehenda una razón válida para vivir, es decir, un valor, que cualquier otra cosa.

Las actitudes como tendencias estables a actuar, a ser, expresan valores, mismos que sirven de marco de referencia para tomar decisiones éticas. 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, el cliente, un hijo, una pareja, la gente. Cuando una persona decide dedicar su vida a alguien más se refuerzan actitudes como la responsabilidad, la productividad, la calidad, la honestidad hacia esa persona o institución.

La esperanza del buen profesor es diseñar ciertas actividades que logren en los alumnos configurar conocimientos, modos de pensar y decidir 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 mostrar en su vida cotidiana las actitudes congruentes con los valores en los que cree, para estimular el desarrollo de actitudes similares en sus alumnos.

Conclusión

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

Tanto el perfil del ingeniero propuesto como los méto-

dos 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.

Se ha propuesto un método recurrente para educar o antes, para enseñar. Este método implica seguir una serie de etapas (atender, entender, juzgar y decidir) que giran alrededor de cierta situación de aprendizaje. De esta manera, conocimientos-habilidades-actitudes, forman la madeja observable del hecho educativo, cuya insistencia por los docentes conduce a educar, es decir, dejar una huella permanente en el estudiante que consiste en el desarrollo de la capacidad de: aprender, pensar y decidir.

Queda a cada docente irse capacitando para manejar los principios metodológicos sugeridos en su propio contexto educativo. Nadie puede hacer esto en su lugar.

Quisiera resaltar el aspecto llamado "formación en valores" que corresponde al último paso consecutivo del método propuesto. Cuando una persona aprehende un valor implica que se han puesto en juego datos, pensamiento y sentimientos, el hombre refuerza actitudes o maneras de ser y se vertebra existencialmente; su vida adquiere sentido, significado.

Es más importante que el sujeto desarrolle su autoestima o su seguridad que se aprenda una fórmula química. Cuando una persona aprehende un valor, muere la obligación y nace el compromiso cuyo sustrato es el amor.

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

Referencias

- Goleman, D., *Emotional intelligence*, Bantam Books, N.Y., 1995.
- Lonergan, B., *El método en teología*, Ediciones Sígueme, Salamanca, España, 1988.
- Martínez, José M., *Aprenda a pensar*, Bruño, España, 1996.
- Rugarcía, A., "El método para enseñar", *Panorama educativo*, julio-diciembre, 1992 p. 34-40.
- Rugarcía, A., *Diseño de planes de estudio a la luz de las tendencias socio-educativas*, Manual Didac, Centro de Didáctica de la UIA Santa Fe, 1993.
- Rugarcía, A., La formación y desarrollo de profesores universitarios, por publicarse en la revista *Didac*, UIA-Sta. Fe, 1997.
- Rugarcía, A. y A. Anaya, El aprendizaje en equipo en la formación de ingenieros, *Revista del IMIQ*, julio 1994, p. 27-36.