

## DOCUMENTO FUENTE

# El perfil del profesor universitario en ingeniería química

*Armando Rugarcía\**

El Comité de Educación del IMIQ me encargó dijera unas palabras sobre el perfil del profesor universitario en ingeniería química.

Esta petición parece trivial después de más de 100 años de estar produciendo ingenieros químicos, pero el hecho es que la calidad de los egresados en general y en particular en ingeniería química deja mucho que desear y las situaciones socio-profesionales cambian vertiginosamente.

Hemos venido manejando la docencia rutinariamente, es decir, sin un dejo de reflexión sobre lo que hacemos y lo que logramos. Ni siquiera hemos reflexionado suficientemente sobre el impacto que tuvieron en nosotros mismos los estudios universitarios que cursamos: ¿qué nos dejó de permanente y pertinente nuestro paso por la universidad?

La vida del hombre transita en un mar de posibilidades y necesitamos con urgencia idear y aplicar una alternativa docente diferente que nos permita mejorar la calidad de nuestros egresados.

En el primer apartado se establecen los retos del ingeniero en función de la situación social y en el segundo, el perfil del profesor de ingeniería química con algunas pautas para formarlo.

## LA SOCIEDAD Y EL INGENIERO

Todo perfil de profesional debe establecerse a la luz de la situación social de la época en que le tocará vivir; por tanto, primero una foto de la sociedad y después un perfil del profesional o egresado de la ingeniería química correspondiente.

### La sociedad

En forma sintética, la sociedad actual expresa seis rasgos de su "personalidad": explosión de información, desarrollo tecnológico acelerado, mercados en expansión, medio ambiente lastimado, democratización de instituciones y justicia social apremiante.

De esta situación social, el ingeniero tendrá que abordar la problemática siguiente:

1. Discriminar la información científica y tecnológica que sea pertinente para innovar y optimizar el proceso, sistema, producto o servicio que tenga bajo su responsabilidad. Las computadoras, redes de cómputo, acceso a bancos internacionales de información, entre otras cosas, con seguridad le darán la mano en estos menestres. La necesidad de seguir aprendiendo durante la vida profesional es evidente.
2. Investigar para innovar los procesos o sistemas existentes o adoptar los avances tecnológicos generados en otros países. Habrá que resolver la disyuntiva de intercambiar tecnología o productos. La necesidad de una aproximación interdisciplinaria a las tareas de desarrollo será imprescindible.
3. 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 al menos el idioma inglés. Los aspectos de esta ética económica empresarial, nacional e internacional serán la comidilla del día. La necesidad de productividad y calidad en toda industria o institución se hace mandatoria.
4. 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.
5. 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 parecido al de Calidad Total. Resalta la participación de los ingenieros en equipos de trabajo y la toma de decisiones consultadas. El respeto al principio de subsidiaridad se irá intensificando. La necesidad de promover, estimular y reconocer la iniciativa y

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

creatividad de todos los miembros de la organización, entre ellos la de los propios ingenieros, se hará necesaria.

6. La solidaridad social de la industria irá en aumento. No se aceptarán productos ni procesos que dañen al hombre o a su hábitat. Se producirán productos adecuados en calidad y costo a las mayorías. 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.

Con esta problemática en mente pasemos a establecer el perfil del egresado o del profesional de ingeniería química.

#### Perfil del profesional de ingeniería química

El Comité de Educación del IMIQ se avocó a la tarea de establecer el perfil del egresado de ingeniería química necesario para encarar con decoro la problemática social que le concierne.

Los rasgos del perfil del egresado se expresan en conocimientos, habilidades y actitudes, de tal manera de facilitar su manejo y evaluación en ambientes universitarios.

##### a) Conocimientos

Sin conocimientos no es posible afrontar los retos del presente ni del futuro, ni siquiera los del pasado. Sin embargo, los conocimientos son lo menos importante para enfrentar la profesión y la vida. Vale más a la industria o a la sociedad una persona capaz de manejar los conocimientos para aprender o resolver problemas que otra que sepa muchas cosas pero que sea incapaz de aplicarlas.

La industria paga al ingeniero no por lo que sabe sino por lo que es capaz de hacer con lo que sabe.

En términos generales, los conocimientos que requerirá un ingeniero químico son: básicos e interdisciplinarios en las áreas de:

- *Matemáticas*: álgebra superior, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, probabilidad y estadística y cálculo avanzado.
- *Ciencias naturales*: química, bioquímica y física.
- *Ciencias de la ingeniería*: fisicoquímica, ciencia de los materiales, fenómenos de transporte, computación.
- *Ingeniería*: diseño, procesos de separación, reacto-

res, ingeniería de procesos, economía industrial, finanzas.

- *Ciencias sociales y humanidades*: filosofía, sociología, etcétera.

##### b) Habilidades

Los conocimientos, muchos o pocos, son estériles si el ingeniero no cuenta con las habilidades intelectuales para manejarlos en contextos variados y novedosos.

Las habilidades son las encargadas de manejar los conocimientos cuando el ser humano se enfrenta a una situación. Una persona hábil intelectualmente es la única que va a poder sobrevivir y aportar soluciones al mundo futuro de la ingeniería.

El futuro impone tres habilidades principales a desarrollar en el ingeniero (químico) del mañana: creatividad, criticidad y trabajo en equipo.

Las habilidades son las que diferencian al hombre de la bestia, pero su grado de desarrollo es lo que diferencia a unos hombres de otros.

##### *Creatividad*

Ser creativo es ser capaz de emitir ideas o soluciones novedosas ante un problema o situación.

La creatividad es la culpable de los cambios culturales; con ella, de un zarpazo, la cultura se desmorona y renace; sin ella, la cultura se llena de telarañas.

¿De qué manera podríamos subirnos a la estela que va dejando el desarrollo tecnológico, la innovación o la optimización de procesos, si no es por medio de personas creativas?

Los problemas de México, aunque aparentemente parecidos, no son iguales a los de ninguna otra nación del mundo; simplemente nuestra historia puede dar cuenta de ello.

¿Cómo poder participar democráticamente en las decisiones que nos atañen si no se nos ocurre algo (no importado) para salir de nuestros problemas?

La actual enseñanza universitaria suele, por desgracia, promover el pensamiento que lleva a encontrar siempre una respuesta que es considerada como válida porque lo dice el libro de texto o el profesor exitoso. Necesitamos que las universidades e industrias estimulen el pensamiento divergente, es decir, aquel que lleva a nuevas soluciones, a innovar, a encontrar nuevas formas de hacer las cosas o en general a percibir nuevas relaciones entre elementos aparentemente inconexos.

*Criticidad*

La criticidad o el pensamiento crítico puede entenderse como la capacidad de cuestionar en serio los presupuestos que soportan nuestras creencias, ideas y valores o las de los demás.

El ingeniero que piensa críticamente no se traga todo a la primera, sino que indaga lo que se reporta o lo que se dice. El crítico no imita ni asiente con facilidad, al menos no lo hace antes de someter una propuesta a un proceso de inquisición.

El ingeniero que se dice crítico es un escéptico que piensa: no acepta una alternativa como solución sin antes preguntar si se analizaron otras opciones, o por qué lo que se propone es mejor en cuanto a la solución del problema que se tiene que resolver. El pensador crítico no acepta ciegamente una idea, no obstante contar con el apoyo de numerosas personas; antes, tiene que escudriñar sus raíces, su sentido y sus consecuencias. ¿Cuántas cosas hemos importado que no nos sirven?

Ejemplos de pensadores críticos fueron: Nicolás Copérnico (1473-1543), desplazó la concepción aceptada de que la Tierra era el centro del sistema solar; Jean Rousseau (1712-1773), al negar que el niño fuera un adulto en miniatura.

La pregunta donde “duele” es el arma del crítico contra la cantidad de información e ideas del mundo contemporáneo.

Conviene reiterar que nuestra sistema educativo está muy lejos de siquiera descubrir la necesidad de este tipo de rasgo en un educando y que nuestra industria necesita promoverlo en sus programas de capacitación.

*Trabajo en equipo*

Ser capaz de colaborar con un grupo de personas para lograr un objetivo común no es fácil en un mundo “bañado” por el individualismo.

Sin embargo, todos los retos del futuro mencionados al principio de este escrito no escapan de la necesidad del trabajo en equipo de grupos interdisciplinarios e inclusive internacionales.

Los problemas de hoy y de mañana ya no se podrán abordar por el lente de una disciplina o profesión, ni siquiera por aquél de un país.

Sería inocente pensar que el problema de contaminación se va a resolver por el poderoso ingeniero siendo que la ley lo permite o el inspector lo solapa.

¿Sería posible pensar que el desarrollo de la tecnología “con vida”, llamada biotecnología, se va

a ir dando con la contribución de una sola profesión? La respuesta es obvia: no.

La habilidad de trabajar en equipo es un rasgo inevitable en el profesional (de la química) del siglo XXI.

*c) Actitudes*

Una actitud es una *tendencia* a decidir, pensar o actuar de determinada manera bajo ciertas circunstancias. Por ejemplo, un estudiante de ingeniería tiende a usar matemáticas ante un problema (se necesiten o no).

Las actitudes tienen que ver con los valores por delante y con la experiencia en la retaguardia. Un valor es aquello a lo que uno decide dedicar la vida o un pedazo de ella. Un valor representa una manera de ser, una razón para vivir. Por muchos conocimientos que tenga un ingeniero y habilidad para manejarlos, la sociedad no progresa si no se tienen actitudes pertinentes. ¿De qué sirve a México un brillante ingeniero que desarrolle un proceso que contamina demasiado?

Me atrevo a decir que lo más importante del ejercicio profesional es el para qué se ejerce.

Desprendidas de los retos futuros anunciados, las principales actitudes del ingeniero del siglo XXI son interés en: aprender y seguirse capacitando, cuidar el medio ambiente, promover la participación en las decisiones, y más que nada, en hacer algo o al menos tener consideración por los que menos tienen.

Asimismo, necesitamos ingenieros que cumplan sus compromisos, es decir responsables, incorruptibles, interesados en el México de hoy con sus problemas principales y con un alta estima o confianza en sí mismos. Es mucho pedir, pero la situación así lo exige.

Con este perfil del egresado en mente, pasemos a discutir la formación de profesores necesaria para contribuir a lograr dicho perfil.

**EL PROFESOR DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El asunto crucial de este apartado es establecer el perfil del profesor necesario para formar el tipo de egresado descrito en el apartado anterior y después algunas pautas para formarlo.

La capacitación y desarrollo de docentes universitarios se puede englobar en lo que se ha llamado la carrera académica.

El asunto de la carrera académica empezó a cocinarse en las universidades mexicanas hace apenas unos años. Todo parecía bien hasta que el país sufrió un par de reveses severos que fueron orillando a que los puestos administrativos se reconocieran y valoraran aún más. El académico buscaba ser líder o directivo pretendiendo de esta manera ir asegurando su futuro. Pero ante los pocos puestos directivos o sindicales, la mayoría de los académicos, que realizaban docencia y/o investigación en una o varias instituciones empezaron a presionar para que su estabilidad laboral y futuro quedaran asegurados. Esto contribuye a que se origine el SNI.

Ante esta dinámica, las universidades con recursos empezaron a priorizar casi con exclusividad a la tarea investigativa bajo la influencia de una droga universitaria y cultural: si eres investigador serás buen profesor. Con el apoyo del CONACYT, la SEP y otros organismos, cientos de profesionales se han posgraduado desde 1970, con la idea de mejorar la investigación y la docencia en el país. La realidad del caso es que la mayoría de los posgraduados no hacen investigación y muchos de ellos ni siquiera enseñan.

En las pocas universidades en las que se realiza investigación con seriedad, la docencia ha salido "lastimada": los investigadores no quieren dar clases en licenciatura y cuando lo hacen, con frecuencia la deserción de alumnos, por reprobación, expulsión o disgusto, es muy alta (Rugarcía, 1993). Como si el hecho de investigar fuera un veneno para que el académico enseñara con buenos resultados.

No debe ser consuelo que en otros países, como en los EUA, la situación es aún más seria: crisis grave en la educación por el énfasis radical o inocente en la investigación. Se ha creído que al estimular la investigación científica no sólo se mejora la educación sino el desarrollo tecnológico. D. Bok (1990) presidente de Harvard, combate esta última correlación en su libro sobre el futuro de las universidades norteamericanas.

Boyer (1990) sugiere que si los EUA quieren mejorar su educación y su industria, se debe enfatizar en las universidades la excelencia en la docencia y la investigación en cuatro modalidades, e inclusive, propone que aquellas instituciones de educación superior que opten por priorizar la enseñanza sobre la investigación, también deben ser reconocidas por su excelencia al realizar con decoro esta tarea.

Parece ser que se está filtrando por una de las cortinas (mal puesta) que cubren a las universidades

un rayo de luz que está queriendo hacer resurgir con dignidad a la tarea docente en sí misma.

De ser cierto este planteamiento esperanzador para ir dignificando a la enseñanza universitaria al desconectarla de la necesidad de realizar investigación, se requerirán dos aspectos más para realmente hacer de ella una tarea eficaz y pertinente al país: primero, que el profesorado se convenciera que su misión no es transmitir conocimientos sino educar y segundo, que se capacitara para ello. La capacitación del maestro implica se le den las bases para su desarrollo. Educar implicaría que el sistema educativo trabaje o estimule las tres cosas descritas en el perfil del egresado y no sólo una (conocimientos de memoria) como generalmente sucede: comprensión e integración de conocimientos, desarrollo de habilidades intelectuales para aprender y manejar los conocimientos y reforzar ciertas actitudes que se piensen convenientes para una positiva interacción profesional y social (Rugarcía 1990, 1993).

El maestro universitario no debe ser, aunque usted no lo crea, un investigador de la temática que enseña. Siento mucho decepcionar a la tradición o a la mística de algunas universidades contemporáneas, pero el análisis de lo que ha venido pasando en las instituciones de educación superior nacionales y de algunos otros países y mi propia experiencia como directivo, profesor, investigador y formador de profesores universitarios, me llevan a ratificar lo que parece está emergiendo de entre los escombros educativos en los que yace enterrada la educación del país: la tarea de un profesor es educar y la mejor manera de prepararse para ello es capacitándose para investigar su propia práctica docente. Cada vez se ve más claro que el doctorado en la misma disciplina que se enseña o se va a enseñar no garantiza una buena docencia si el posgraduado realiza investigación en su propia disciplina al mismo tiempo que enseña.

Ambas tareas, la docencia y la investigación, tienen objetivos y métodos diferentes y reclaman por una vocación y preparación diferentes por parte del académico; concedo que hay honrosas excepciones, es decir, personas que realizan investigación y docencia a nivel licenciatura con excelencia (Rugarcía, 1992).

Si la tarea del maestro es educar, su carrera académica debe estimular el que se vaya desarrollando como educador en el contexto de cierta licenciatura, o inclusive, de cierto posgrado. Veamos este asunto en el próximo apartado.

### Perfil del profesor de ingeniería química

Hace un tiempo el Comité de Educación del IMIQ se atrevió a reinventar el perfil del egresado de ingeniería química. Hoy no hay otra alternativa que reinventar el perfil del profesor de ingeniería y las estrategias para formarlo.

El profesor debe ser capaz de contribuir a lograr el perfil del egresado de ingeniería química que se haya establecido, en otras palabras el profesor es un educador y no un simple transmisor de conocimientos.

En consecuencia del apartado anterior, se sugiere el siguiente perfil del profesor, no sin antes establecer que se supone que ya estudió la licenciatura en ingeniería química o en área parecida:

- Conocimientos conceptualmente sólidos en las materias que enseña y suficientemente amplios para poder integrarlos con otras materias del plan de estudios.

También requiere conocimientos en las disciplinas que apoyan a la docencia o a la educación tales como filosofía, pedagogía, psicología y sociología; de tal manera que pueda ir entendiendo mejor el proceso de enseñanza-aprendizaje y los aspectos sociales y profesionales que lo afectan.

- Habilidades críticas y creativas que le permitan ir observando, cuestionando, innovando y evaluando el proceso de enseñanza-aprendizaje. La tarea docente es más bien un arte que una ciencia.
- Actitudes: respeto e interés en el alumno y su aprendizaje, interés en mejorarse como profesor. Otras actitudes relevantes son: responsable, honesto, cuidadoso del medio ambiente y práctico. La docencia es un evento que nace y se dirige al alumno. La vocación del profesor tiene su raíz y su sentido más bien en los estudiantes que en la materia que se enseña.

Con esta síntesis aceptada del perfil del profesor como antecedente, procede discutir lineamientos para formarlo.

### Formación de profesores

Las publicaciones que he revisado y mi propia experiencia me indican que los programas de formación de profesores universitarios adolecen de los mismos pecados de otros programas de formación de maestros: a) no son diseñados con la participación de los maestros a quienes va dirigido y, por tanto, los programas no se ajustan a sus circunstancias personales y contextuales; b) su objetivo en la práctica ha

sido reforzar la preparación de maestros repetidores de conocimientos; y c) el método que se ha empleado y para el que se ha capacitado a los maestros ha correspondido al expositivo (Glasman e Ibarrola 1987; Instituto de Proposiciones Estratégicas, 1992; Hayson y Sutton, 1980, y Zarzar, 1988).

Cuatro antecedentes están detrás de lo que voy a proponer en este apartado: mi formación anterior muy particular al “mezclar” posgrado de ingeniería química y doctorado en educación; mi experiencia como formador de profesores universitarios durante los últimos 13 años; la situación educativa mexicana iluminada por el análisis crítico de lo que ha pasado en otros países, principalmente en los EUA; y los comentarios de los miembros del Comité de Educación del IMIQ.

Quisiera abordar el asunto de la carrera docente con un prerrequisito y dos elementos. El prerrequisito es la aceptación departamental o universitaria de que la tarea de un profesor es educar. Los dos elementos que voy a considerar en la carrera docente de un profesor universitario son: su capacitación y su desarrollo.

Una buena manera de capacitarse para enseñar es estudiando una maestría lo más genérica posible en la temática de la licenciatura que se estudió y otro posgrado —maestría, especialidad o eventualmente diplomado— en el que se capacite para ir investigando la práctica docente. Este segundo posgrado conviene que sea en Docencia Universitaria, de tal manera que permita comprender, innovar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La investigación docente, la investigación-acción o la investigación en el aula ha sido el patito feo desconocido o inaceptado por la investigación universitaria. Su rechazo se debe, según percibo, a tres particularidades de este tipo de investigación: sigue un método inductivo que parte de la realidad del salón de clases y no deductivo a partir de leyes o principios soportados por la ciencia; la no aceptación de que la docencia es una tarea práctica, es decir, que persigue un cambio (en este caso en los alumnos) y no un mero conocimiento como lo persigue la ciencia, (Rugarcía 1990, 1993a); y a su naturaleza que es en cierto grado cualitativa, en contraste con la investigación fuertemente soportada y manejada con números y técnicas estadísticas o matemáticas (esto dificulta su aceptación para publicación y por tanto el reconocimiento universitario o en el SNI).

Con la preparación anterior, o inclusive sin ella, la mejor manera de desarrollarse como profesor

universitario es realizando proyectos de investigación sobre la práctica docente. Esto permitiría ir mejorando el manejo de las cuatro variables que afectan principalmente al hecho educativo: los alumnos, el profesor, la temática que se enseña y los aspectos curriculares.

La chispa de la docencia es o deben ser los alumnos que ingresan a la universidad o eventualmente a cada uno de los cursos y no la temática que se enseña. Es la situación de los alumnos desde donde se deben planear las actividades para la docencia. Si el sentido de la docencia es educar, el cambio en la educación de los alumnos es la prueba de fuego de toda aventura escolar o universitaria. Las otras tres variables deben manejarse en función de este objetivo y no de cualquier otra cosa.

La evaluación de la tarea docente, de un profesor, de una escuela o de una institución de educación superior debe realizarse alrededor de lo mismo: la ganancia educativa de los alumnos.

Un vistazo a las universidades actuales nos lleva a concluir que estamos muy lejos de aceptar estos planteamientos, pero más que nada del cambio de políticas y del diseño de instrumentos que nos lleven a reconocer, evaluar y estimular la buena docencia. Se confunden irreflexivamente medios sofisticados con buenos resultados educativos.

## CONCLUSIONES

El perfil del profesor de ingeniería química está abrazado irremediablemente con el perfil del egresado o del profesional que se debe formar a la luz de la situación social contemporánea.

He intentado revisar en forma breve y crítico-positiva la tarea docente en la universidad y la carrera académica que pone los ojos en ella.

La carrera docente debe partir de una idea clara y comúnmente aceptada de lo que corresponde a la misión del profesor en estos tiempos tan controvertidos. La tarea del profesor aquí propuesta es: educar o de otra manera, contribuir a lograr los rasgos del perfil del egresado que se hayan establecido.

La carrera docente tiene tres momentos: una conversión del sentido de la función del profesor; prepararse para satisfacer esta función y llevarla a cabo cada vez mejor.

Se ha sugerido someterse a un doble posgrado para capacitarse para enseñar: uno en la propia disciplina y otro en Docencia Universitaria o algo parecido.

La mejor manera para desarrollarse como pro-

fesor es investigando la propia práctica docente.

Queda un largo y sinuoso trecho por recorrer:

- Promover la discusión de este escrito para su modificación y eventual aceptación por directivos universitarios. Lo mismo para profesores.
- Elaborar instrumentos para diagnosticar la situación real del profesorado de ingeniería.
- Diseñar programas para la formación de profesores en función de los recursos que se pueden conseguir.
- Promover la aceptación general y consecución de recursos para los programas de formación de profesores de ingeniería y el estímulo de la carrera docente.

Concluyo, como casi siempre, con la esperanza que nos demos cuenta que nada cambia en educación si no cambian la mente y el corazón de los gestores educativos, en especial, el profesor. ■

## Referencias

- Bok, D., *The future of American Universities*, Duke University Press, London, 1990.
- Boyer, B., *Scholarship reconsidered*, The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, Princeton, NJ, 1990.
- Glassman, R. y M. Ibarrola, *Planes de estudio*, Editorial Nueva Imagen, México, 1987.
- Haysom, J. y C. Sutton, *Nuevas técnicas en la formación de profesores*, Oikos-tau, S.A., España, 1980.
- Instituto de Proposiciones Estratégicas, en *Perfil de formación de maestros*, Instituto de Investigación para el Desarrollo de la Educación, México, 1992, p. 27-36.
- Rugarcía, A., "El eslabón perdido de la enseñanza universitaria", en *Revista Didac*, otoño 1989, p. 3-8.
- "Las prácticas y los procesos educativos", en *Revista Didac*, primavera 1990, p. 2-6.
- "La vinculación docencia-investigación un mito o una posibilidad", en *Educación Química*, enero 1992, p. 5-16.
- "Mitos y creencias en la docencia de la ingeniería II", en *Revista del IMIQ*, septiembre-octubre 1993(a), p. 36-42.
- "El culto al conocimiento y la crisis en la educación universitaria", en *Revista Didac*, UIA-Santa Fe, primavera 1993, p. 8-11.
- "La calidad total en la universidad", en *Magistralis*, UIA-Golfo Centro, primavera 1994, p. 7-19.
- Zarzar, C., *Formación de profesores universitarios*, SEP-Nueva Imagen, México, 1988.

# Who teaches the teachers?

about “El Perfil del Profesor Universitario”

by Armando Rugarcía

*Richard M. Felder\**

In “El perfil del Profesor Universitario”, Armando Rugarcía

- lists the attributes that engineers will need to meet the challenges of 21st Century society (knowledge of basic material in mathematics, science, engineering, and humanities; abilities in creative and critical thinking and teamwork; desire to learn and social consciousness).
- lists the attributes that engineering professors will need to prepare the engineers (knowledge of the content and methods of their subjects; ability to convey their knowledge to students and to help the students develop skills in critical and creative thinking and teamwork; concern for students and their learning and commitment to continual self-improvement).
- suggests requiring two postgraduate degrees as a prerequisite to taking a faculty position—one degree in the individual’s academic discipline, and the other in pedagogy—as a means of creating a professoriate that fits the proposed profile.

The last point addresses a unique and troublesome feature of higher education, which is that most new faculty begin teaching with no prior instruction on how to teach. Serious problems have resulted from this lack of preparation (Felder, 1994).

I believe that if all engineering fac-

ulty members—or even a reasonable subset—had the knowledge, abilities, and attitudes suggested by Professor Rugarcía, we would indeed be able to produce engineers equipped to meet the challenges that will confront them in the coming decades. I wish to expand in this paper on Rugarcía’s ideas for preparing the faculty. In the program I propose, screening of candidates for faculty positions would include evaluation of whether the candidates have suitable knowledge and attitudes; faculty development programs would provide training and guided practice in the skills (abilities) associated with effective teaching; and additional evaluations of knowledge, abilities, and attitudes would enter into all decisions regarding contract renewal, awarding of tenure, and promotion to associate and full professor.

## Faculty Evaluation

In the traditional screening procedure for prospective faculty members, candidates visit the campus, give seminars on their doctoral research or something they worked on professionally, and meet with faculty members and administrators. At research universities, the questions raised in the day’s interviews have to do mostly with the seminar topic and plans for future research. The candidates may be asked which courses they would like to teach, but little more related to teaching is likely to come up in the conversation.

I suggest that in all such recruiting visits, several faculty members be assigned to assess and evaluate each candidate’s teaching potential. If possible, the candidates should be invited to present short lectures on a basic topic in

addition to seminars on their research. In interviews, they should be asked about their teaching philosophies and goals and invited to evaluate the teaching in courses that they took as undergraduates, citing things they thought had been done well and suggesting improvements for perceived deficiencies. They should be asked the standard question about which courses they would like to teach, but they should also be asked for details about how they would prepare to teach those courses and how they might cover selected topics. Following the visits, the interviewing faculty should judge the degree to which the candidates meet Rugarcía’s knowledge and attitude criteria (understanding of course material, concern for students as individuals and for the quality of their learning, commitment to self-improvement), and their evaluation should play a prominent role in the hiring decision.

A related process should be undertaken when decisions regarding contract renewal, awarding of tenure, and promotion to any level are made. Each faculty member under consideration should be asked to prepare a teaching portfolio (Seldin, 1991) that includes (1) a statement of teaching philosophy and goals, (2) representative instructional materials (handouts, assignments, tests) and student products (completed assignments and tests) that indicate how well the stated philosophy is being implemented and the goals are being achieved, (3) results of student evaluations along with department or school averages that can serve as reference standards, and (4) results of evaluations by appropriately trained peers. Faculty colleagues trained in portfolio evalu-

\*Hochst Celanese Professor, Chemical Engineering Department; College of Engineering, North Carolina State University, Box 7905, Raleigh, North Carolina 27695-7905, e-mail: felder@eos.ncsu.edu

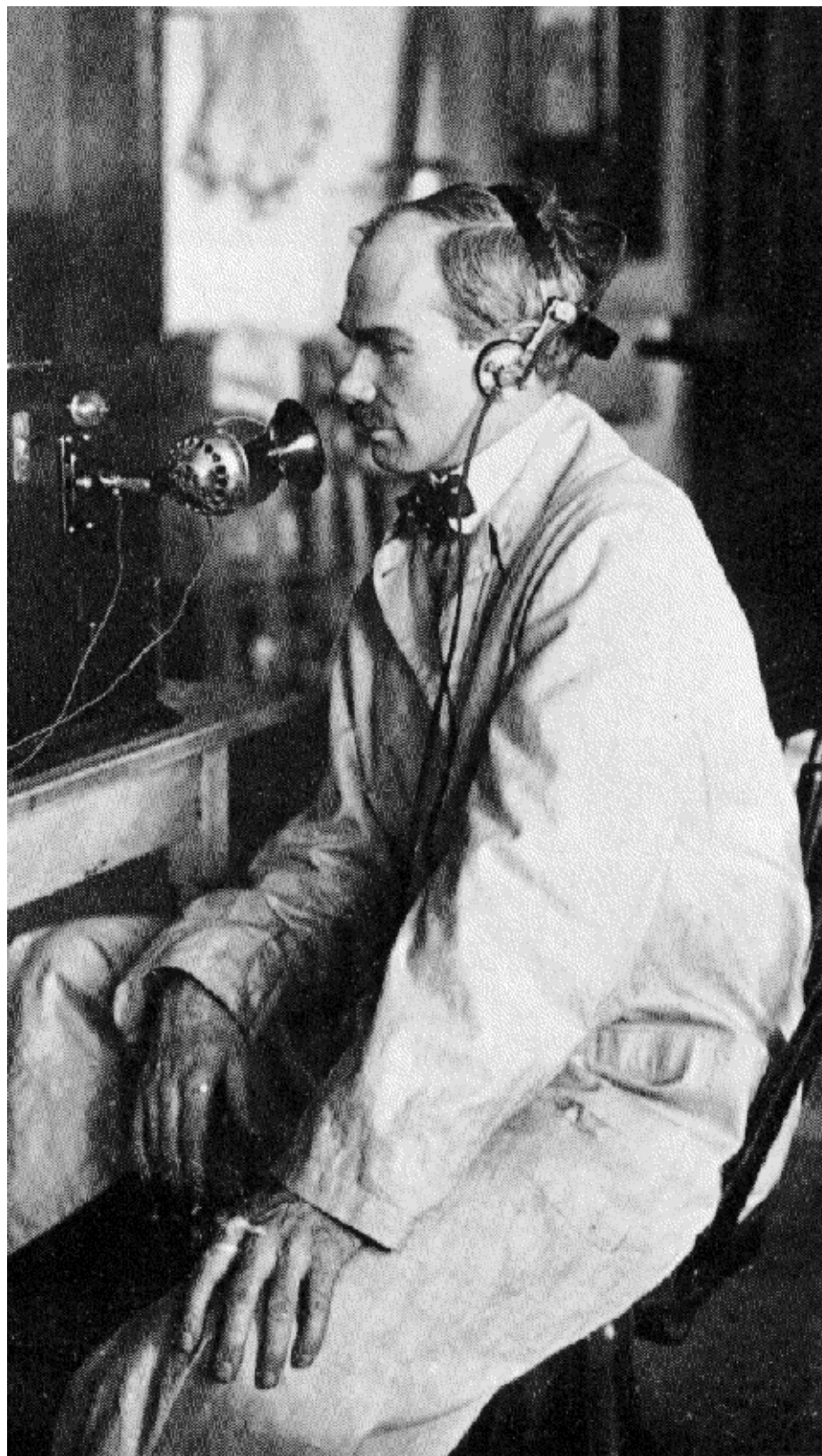
ation should review the portfolios and judge the degree to which the criteria of knowledge, abilities, and attitudes have been met, and their evaluation should be used in determining the candidate's suitability for renewal, promotion, or tenure.

### Faculty Development Programs

Teaching is a challenging profession that imposes complex demands on its practitioners. All instructors must confront questions such as these:

- How should I plan a course (write instructional objectives, construct a syllabus) that meets my personal goals and satisfies university and department curricular requirements?
- How can I begin the course in a way that interests students and motivates them to learn?
- What are effective ways to lecture? What works in large classes?
- How can I get students actively involved in the learning experience, even within the classroom?
- How can I get students to work with one another effectively in teams?
- How can I help students develop problem-solving, creative, and critical thinking skills?
- How can I make up assignments and tests that are both challenging and fair?
- How should I deal with the student-related problems that inevitably occur in every professor's life (classroom management and discipline, cheating, students with academic problems, students with serious emotional problems)?

These are not trivial questions: finding answers usually takes years or decades of trial-and-error, and many professors never find answers at all. Instead, they continue to rely on the same relatively ineffective approach they were subjected to as students: the professor lec-





tures, the students listen; the professor makes up tests that require rote memorization or formula substitution and most students succeed, or the professor makes up challenging tests that require higher level thinking and most students fail.

We can do much better than that. The education literature is rich in well-researched techniques for effective course organization and delivery, active (hands-on) and cooperative (team-based) instruction, enhancing critical and creative thinking skills, and helping students develop the communication, leadership, and conflict resolution skills needed to work effectively in teams (McKeachie, 1994; Wankat and Oreovicz, 1993; Johnson, Johnson, and Smith, 1991; Bonwell and Eison, 1991). The methods can be presented to current and future faculty members in a variety of ways.

**Teaching Workshops.** Workshops lasting anywhere from three hours to five days covering some or all of the topics listed above may be presented by outside speakers, local campus faculty members, or staff members of teaching improvement centers. A word of caution, however. Faculty members in science and engineering tend to be skeptical about the value of teaching workshops, and may be unreceptive or even hostile to ideas offered by presenters in "soft" fields like education and psychology. In workshops for science and engineering faculty, it is advisable for at least one of the presenters to have a background in a technical discipline.

**Faculty Interest Groups.** Faculty members concerned about teaching are often subject to a sense of isolation, a feeling that they are the only ones who care. This feeling may be lessened if groups of interested faculty members meet periodically (for example, at a monthly lunch meeting) to exchange ideas about things they have tried and

problems they have encountered. Such sessions can foster a sense of community among these individuals, stimulating them to continue working on innovative teaching methods instead of lapsing back into more familiar and comfortable but less effective approaches.

A combination of teaching workshops and faculty interest groups can be particularly effective at improving an institution's teaching program. A good introductory workshop creates a body of faculty members with ideas for new teaching methods. The workshop might conclude by inviting the participants to test these ideas in their classes and to report back on the results at a follow-up session scheduled in, say, six months. The participants might then meet periodically to share their experiences, describe problems they have encountered, and offer suggestions to one another. The follow-up meeting can be used to provide supplementary information to the participants and feedback on their classroom experiments.

**Graduate Courses.** Some institutions offer graduate courses for teaching assistants and other graduate students contemplating academic careers. As with workshops, it is best if faculty members with backgrounds in science and engineering are among the instructors in courses for graduate students in these fields.

**Mentorships.** Perhaps the most effective way to create good teachers is to assign new professors and graduate students to teaching mentors. Felder (1993) describes a model for a one-year faculty mentorship program. The mentor and protégé co-teach a course for one semester, with the mentor initially taking primary responsibility for course preparation and delivery and the protégé steadily taking on more responsibility as the semester proceeds. In the second semester, the protégé teaches and the mentor observes and provides

feedback. Planning and debriefing take place at periodic meetings between the mentor and protégé throughout the year. The experience of watching and learning from an outstanding teacher can cut years off the usual trial-and-error learning period for new instructors.

### Summary

As Rugarcía has noted, future engineering graduates must be equipped to meet professional and societal demands that were unknown to their predecessors. To prepare these graduates, professors must in turn possess the array of knowledge, abilities, and attitudes that comprise Rugarcía's suggested professorial profile. Rugarcía's proposed postgraduate program in teaching as prerequisite to joining a faculty might be effective in principle, but it is not likely to achieve widespread acceptance. A combination of graduate courses, teaching workshops for faculty and graduate students, faculty interest groups, and mentorships could achieve the type of preparation that Rugarcía seeks in a manner that is both practical and effective. ■

### References

- Bonwell, C.C., and J.A. Eison, *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*, ASHE-ERIC Higher Education Report #1 Washington, D.C., George Washington University, 1991.
- Felder, R.M., "Teaching Teachers to Teach: The Case for Mentoring," in *Chem. Engr. Education*, **27** [3], 176-177 (1993).
- Felder, R.M., "El mito del profesor superhumano," in *Educación Química*, **5** [2], 82-88 (1994).
- Johnson, D.W., R.T. Johnson, and K.A. Smith, *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*, Edina, MN, Interaction Book Co., 1991.
- McKeachie, W., *Teaching Tips*, 9th ed., Lexington, MA, D.C. Heath & Co., 1994.
- Seldin, P., *The Teaching Portfolio*, Bolton, MA, Anker, 1991.
- Wankat, P.C., and F.S. Oreovicz, *Teaching Engineering*, New York, McGraw-Hill, 1993.

# Zapatero a tus zapatos

Arturo Fregoso Infante\*



## Abstract

We, the chemical-engineering professors ought seriously to consider changing and dedicating more time to teaching, our teaching. This necessarily implies undertaking an educative investigation in our classrooms, and modifying our manner of teaching. Our present way of teaching is not working, and to hold on to it is to condemn ourselves to mediocrity.

Primero quisiera decir que comparto la preocupación de Rugarcía sobre la educación de la Ingeniería Química, y segundo que *una* forma de resolver el problema es que los profesores nos dediquemos efectivamente a educar. Sin embargo, considero que hay dos aspectos de la problemática a considerar: uno el de la educación superior en general y el otro, el particular de la educación en ingeniería química.

El término *educación superior* (universidades, tecnológicos, politécnico, etcétera) debe ser validado, ya que más bien parece *capacitación superior*. Como lo menciona Rugarcía (aunque sólo usa el término universidad), educación implica mucho más que conocimientos (capacitación), efectivamente tienen que incluirse habilidades y actitudes/valores. Parte del problema de la no inclusión explícita de estos dos últimos términos, tanto en planes de estudio como en programas de las materias, recae en la dificultad de poderlos evaluar, lo cual puede llevar a condiciones en las que se presten más a la charlata-

nería que a la educación. El campo de la evaluación de habilidades y actitudes es pues fértil y requerirá de muchos estudios e investigaciones multidisciplinarios para poderlos plantear de una manera "segura." Aquí el meollo de la situación está entonces en la preparación del profesor para que en sus cursos pueda incluir explícitamente, además de conocimientos, el desarrollo de habilidades y el reforzamiento de actitudes.

Conuerdo también en que las clases han pasado a un segundo término. En nuestro contexto social las preguntas: y tú ¿nada más das clases?, ¿nada más eres profesor? tienen un sesgo peyorativo, como diciendo: ¿qué no hay otras cosas mejores que hacer, como investigación?, ¿eso sí es importante! De ahí que ahora usemos el término Profesor/Investigador. Por otra parte no creo que haya que contraponer investigación *vs.* docencia, sus fines son muy diferentes y uno no tiene por qué cubrir al otro. La docencia debe ser un fin en sí misma y se le debe dar toda la importancia que merece.

Respecto a la afirmación de Rugarcía de que la preparación de los ingenieros químicos deja mucho que desear, quisiera puntualizar un poco más en las carencias. En reuniones a las que he asistido sobre la problemática que los empleadores plantean respecto a recién egresados de las escuelas de ingeniería no se ha presentado como algo relevante la carencia de conocimientos técnicos; es decir, los ingenieros recién egresados tienen los conocimientos adecuados para ejercer su profesión. ¿En donde radica entonces la problemática de las carencias? Muy sencillo, en las habilidades y en las actitudes. Los empleadores se quejan de que los recién egresados no saben

trabajar en equipo, no pueden comunicarse eficazmente, tienen dificultad para aplicar sus conocimientos a situaciones reales. En una ocasión, un alto ejecutivo de una empresa química nos dijo: "los ingenieros químicos mexicanos han perdido su capacidad de síntesis." ¿A qué puede deberse que esté pasando esto? Una explicación puede ser que a partir de la década de los setenta hemos adaptado una educación tipo universidad norteamericana, con una mayor participación de profesores de tiempo completo, cuya principal tarea es la investigación. Sin embargo, no es en la dedicación del profesor hacia la investigación en donde creo que radica el problema, sino que, como una consecuencia de lo anterior, la enseñanza de la ingeniería se basa mucho en el método científico, es decir más hacia el análisis que hacia la síntesis, más hacia respuestas únicas de libro de texto que a respuesta abiertas obtenidas por una heurística. No hay enseñanza con un método ingenieril.

Debemos considerar seriamente en cambiar, en dedicarle más tiempo a la educación, a nuestra docencia, lo cual implica necesariamente hacer investigación educativa en nuestras aulas; modificar nuestra forma de enseñar. El modelo actual de "educación" no está funcionando y aferrarse a él es condenarnos a la mediocridad. ▀

\* Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas, Profesor emérito de la Universidad Iberoamericana, ProL. Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, 01210, México, D.F.

# Integrando el desarrollo de destrezas en el currículo de ingeniería

*Lueny Morell de Ramírez\**

## Abstract

The curricula of chemical engineering (and, in fact, all special fields), ought to have as a definite goal to turn out engineers that society needs, professionals who possess not only a vast knowledge of science and engineering but also skills that will permit them to distinguish themselves effectively in the competitive world of today. This is the reason why the engineering curriculum should be balanced between the communication of knowledge and the development of skills. This can happen only if engineering educators strategically design the engineering curricula with this purpose in mind. This text suggests a way in which the engineering professors can integrate the development of basic skills in the curricula; it also describes the experiences of the Engineering School of the University of Puerto Rico, Recinto de Mayagüez (UPRM) in the application of this paradigm to the design of the option of undergraduated manufacturing engineering, which is a project of Pennsylvania State University, the University of Washington, the UPRM and Sandia National Laboratory in New Mexico.

## Resumen

Los currículos de ingeniería química (y de hecho, de todas las especialidades) deberían poseer como meta definitiva producir el ingeniero(a) que la sociedad necesita: un profesional que, además de poseer un vasto conocimiento de las ciencias y la ingeniería, posea las destrezas que le permitirán destacarse efectivamente en el mundo competitivo de hoy y del mañana. Es por esto que el currículo de ingeniería debe estar balanceado entre la transmisión del conocimiento y el desarrollo de destrezas. Esto solamente puede ocurrir si los educadores de ingeniería planifican estratégicamente el diseño de los programas con este propósito en mente. Este escrito sugiere una manera como los profesores pueden integrar el desarrollo de destrezas básicas en sus programas. Describe también la experiencia del Colegio de Ingeniería de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez (UPRM) al aplicar este paradigma en el diseño de la opción

de ingeniería de manufactura subgraduada, un proyecto entre Pennsylvania State University, la Universidad de Washington, la UPRM y los Laboratorios Nacionales de Sandia en Nuevo México.

## Trasfondo

Se puede definir a un ingeniero como aquel profesional que resuelve problemas creativamente utilizando todo su conocimiento, destrezas y habilidades, información y recursos, y quien es capaz de trabajar tanto solo como en equipo, mientras se comunica efectivamente con otros. Parece haber un consenso sobre el perfil de destrezas se pueden agrupar en tres áreas básicas: diseño y solución de problemas, comunicación y conciencia sobre sí mismo, otros y el ambiente. Éstas se describen en detalle en la Tabla 1.

Nuestra propuesta se basa en el hecho de que estas destrezas no pueden desarrollarse en un solo curso o en una secuencia de varios cursos, o mucho menos, a través de actividades académicas aisladas. Más bien, para que el estudiante de ingeniería domine estas destrezas, éstas deben ser consistentemente desarrolladas y practicadas a través de todo el currículo. Y esto sólo puede ocurrir, si:

- los profesores estamos convencidos de este paradigma, y
- lo integramos en el currículo.

## Integrando el desarrollo de destrezas en el currículo de ingeniería

Se pueden describir varios esquemas que atienden la integración de destrezas en el currículo de ingeniería, por ejemplo: arreglos colaborativos con empresas e industrias, cursos de diseño para estudiantes de primer año o de final de carrera, coaliciones entre escuelas de ingeniería, y muchas más. Sin embargo, aún no se ha visto el *desarrollo sistemático de destrezas a través de todo el currículo de ingeniería*.

Nuestra propuesta es que nosotros, los educadores de ingeniería, tomemos este problema y lo resolvamos como si fuese cualquier problema en la práctica de la ingeniería: *apliquemos, pues, el método ingenieril de resolver problemas* (después de todo, ¿no es esto lo que deberíamos estar enseñando en nuestros salones de clase?). Esto es, definir el problema, establecer metas, definir limitaciones, diseñar alternativas, y analizarlas para, finalmente, seleccionar la más adecuada. Es

\*Departamento de Ingeniería Química; Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez; P.O. Box 5000 College Station, Mayagüez, Puerto Rico 00681-500.  
E-mail: l\_morell@rumac.upr.clu.edu

obvio que este esquema necesita de un proceso de evaluación y control continuo, además del rediseño de estrategias.

Según nuestro punto de vista, el proceso de educación puede semejarse al de un reactor químico, con unos reactivos que entran al proceso, y unos productos deseados. Varias variables están involucradas. La figura 1 demuestra esta semejanza.

Este esquema implica que debemos definir claramente el perfil del ingeniero, qué conocimientos y qué destrezas debe poseer, para entonces desarrollar el currículo y los programas, cursos y actividades académicas y no-académicas, desarrollar los procesos tanto académicos como administrativos que lleven a alcanzar las metas propuestas. En nuestro caso para atender el desarrollo sistemático de destrezas, y, limitándonos al currículo, proponemos los siguientes pasos a seguir:

- validar el perfil del graduado.
- evaluar cada curso en el currículo y decidir qué destrezas pueden desarrollarse en cada uno.
- identificar métodos de enseñanza que desarrollen dichas destrezas (por ejemplo, enseñanza colaborativa).
- diseñar estrategias para evaluar el desempeño del estudiante y el éxito del currículo en general.

Este nuevo esquema de currículo, uno que balancee el conocimiento con las destrezas, luciría como la figura 2. Este nuevo currículo conlleva el rediseño y reenfoque de los programas de todos los cursos.

**La coalición de manufactura de la UPRM**

El Colegio de Ingeniería de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, ha desarrollado (en conjunto con Pennsylvania State University, la Universidad de Washington, la UPRM y los Laboratorios Nacionales de Sandia en Nuevo México) una opción de ingeniería de manufactura dentro del currículo subgraduado (proyecto administrado por la Fundación Nacional de Ciencias, o NSF por sus siglas en inglés). Los cursos en desarrollo por las tres instituciones (y que están siendo ofrecidos) han utilizado el esquema o paradigma que se presenta en este documento. El resultado es el “formato/esqueleto” para el desarrollo del contenido de los cursos de la Tabla 2.

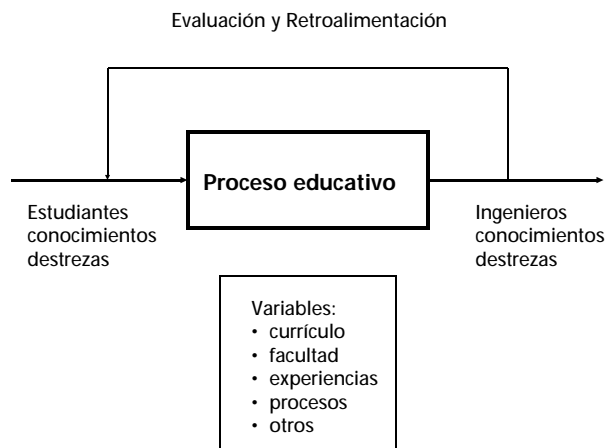
Al diseñar los cursos, los equipos interinstitucionales e interdisciplinarios seleccionaron, además del contenido, las destrezas a desarrollar en los estudiantes.

**Implicaciones**

Para que cualquier cambio en paradigma en el desarrollo curricular, como el que aquí se presenta, se pueda llevar a cabo, deben existir primero una serie de compromisos. La

**Tabla 1.** Destrezas relacionadas a la ingeniería.

Destrezas básicas	Subdestrezas
Diseño y solución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– definir un problema</li> <li>– buscar información</li> <li>– evaluar información</li> <li>– sintetizar información</li> <li>– definir metas/objetivos</li> <li>– desarrollar alternativas de solución</li> <li>– implantar soluciones</li> <li>– manejar proyectos</li> <li>– auto-enseñanza</li> </ul>
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– conceptualizar</li> <li>– organizar ideas</li> <li>– comunicar ideas oralmente</li> <li>– escuchar</li> <li>– estar atento</li> <li>– crear documentos</li> <li>– usar tecnología para comunicarse</li> </ul>
Conciencia sobre sí, otros y el ambiente	<p><b>sí:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– adueñarse (“empowerment”)</li> <li>– tener estima propia</li> <li>– ser sociable</li> <li>– manejo de sí</li> <li>– tener valores/principios</li> </ul> <p><b>otros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– relaciones interpersonales</li> <li>– trabajar en equipo</li> <li>– liderazgo</li> <li>– negociación</li> <li>– trabaja con diversidad</li> </ul> <p><b>ambiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– tener contexto histórico</li> <li>– consciente de ambiente de negocios</li> <li>– responsabilidad social/ética/política</li> <li>– responsabilidad sobre el ambiente</li> </ul>



**Figura 1.** El proceso educativo.

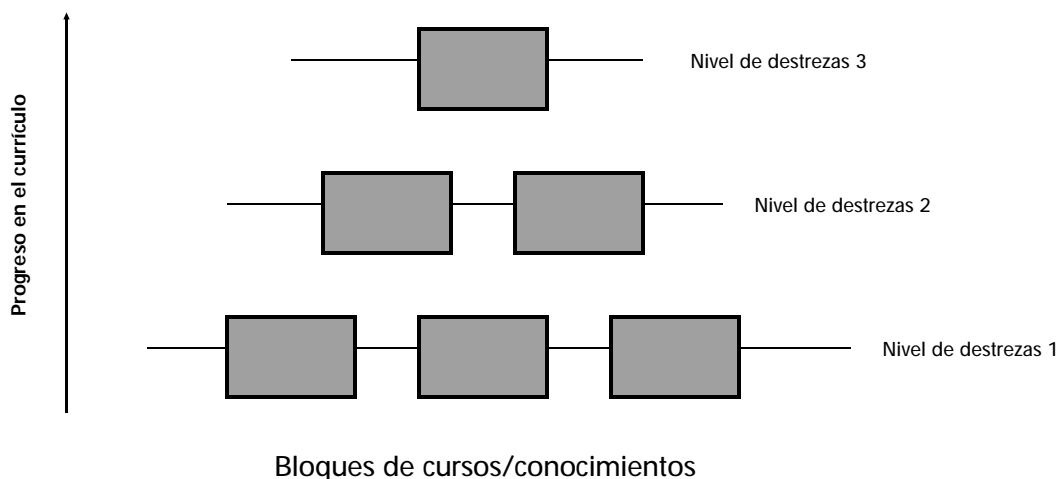


Figura 2. El nuevo currículo de ingeniería.

enseñanza de la ingeniería debe ajustarse a este nuevo paradigma. Debe ser basada en la práctica (*hands-on and practice-based*). La enseñanza de la ingeniería debe enfocarse tanto en la transmisión del conocimiento como en el desarrollo de destrezas. Pero esto requiere de un profesorado comprometido y entrenado en la metodología de la enseñanza, en el desarrollo de destrezas. También conlleva la incorporación de actividades y métodos novedos y no tradicionales de evaluación de la ejecutoria del currículo (es decir, más allá de las pruebas cortas, las asignaciones y los exámenes). Pero más que nada, conlleva paciencia, pues estos cambios representan un cambio en cultura, y los resultados no son inmediatamente palpables.

### Conclusión

Creemos firmemente que este nuevo currículo de ingeniería balancea el conocimiento con las destrezas, y provee a los estudiantes con experiencias nuevas y no tradicionales durante su carrera. También nos provee de una manera de evaluar nuestro éxito como educadores de la ingeniería, para así servirle mejor a nuestra sociedad. Para lograrlo necesitamos planificar estratégicamente el currículo de ingeniería, además de entrenarnos como educadores, entendiendo e implantando estos cambios con persistencia y paciencia. ▣

### Bibliografía

- Black, Kent M., "An Industry View of Engineering Education", en *Journal of Engineering Education*, enero, 1994.
- Edgerton, Russell, "Abilities that Last a Lifetime: Alvemo in Perspective", en *AAHE Bulletin*, febrero, 1984.
- Engineering Education Issues: *Report on Surveys of Opinions by Engineering Deans and Employers of Engineering Graduates on the Firts Professional Degree*, NSPE Publication No. 3059, noviembre 1992.
- Evans, D.L. et al., "Attributes of Engineering Graduates and their Impact on Curriculum Design", en *Journal of Engineering Education*, octubre, 1993.
- Leake, Woodrow, "Most Likely to Succeed", en *ASEE PRISM*, Abril, 1993.
- Quinn, Robert G., "Drexel's E4 Program: A Different Professional Experience for Engineering Students and Faculty", en *Journal of Engineering Education*, Octubre, 1993.
- Schuller, Richard E., "Interdisciplinary Centers: A Natural and Necessary Force for Creativity and Change in Engineering Research and Education", en *Journal of Engineering Education*, enero, 1994.
- Walker, Eric A., *Do We Teach the Things Engineers Need to Know?*, The Bent of Tau Beta Pi, otoño, 1993.

Tabla 2. Formato/esqueleto para desarrollo de cursos de manufactura.

Módulo	Nombre	Contenido (Objetivos)	Destrezas	Actividades	Método de Evaluación
--------	--------	-----------------------	-----------	-------------	----------------------

# Con un poco de entropía

*Clemente Reza\**

Siempre que tengo la oportunidad de leer alguno de los múltiples escritos del profesor Rugarcía en torno a la compleja problemática de la educación superior, me resulta sorprendente que puedo VER a don Armando aportando y derrochando todo un cúmulo de entusiasmos, vehemencia, argumentos, ademanes, inflexiones, etcétera, con el único propósito de convencer e involucrar a su público con las propuestas, críticas y/o reflexiones fundamentadas en su propia experiencia. En esta ocasión, al leer y releer el escrito motivo del debate que nos ocupa, no fue posible escapar a dicha circunstancia y la consecuente sacudida intelectual, reflejada a través de diversas interrogantes y la búsqueda de una respuesta pertinente:

- ¿cómo plantear puntos de controversia o complementarios si considero que el documento está completo, claro y fundamentado?
- ¿será éste un ejemplo de cómo debe ser una clase cotidiana de un profesor de ingeniería química?
- ¿qué necesito hacer para cumplir el perfil ideal del superprofesor de ingeniería química?
- ¿acaso el profesor Rugarcía está llegando al narcisismo profesional de querer que los docentes de ingeniería química pensemos y actuemos como él?

A pesar de lo difícil que resulta “juntar las palabras” para escribir algunas líneas que estén a la altura de quien ha sido nuestro profesor, he resuelto poner en práctica una de las reglas básicas en las reuniones de educación: “hacer dos-tres nuevos amigos y aprender-aplicar dos-tres nuevas cosas”. Así, me atrevo a destacar y ahondar en dos de las ideas expresadas en relación al profesor de ingeniería química.

## “Educar debe ser la tarea principal del profesor”

En una reunión reciente (1994), organizada por la Academia Mexicana de Ingeniería en relación con

el estado del arte de las diferentes especialidades de la ingeniería, los representantes de instituciones y organizaciones de los países de la Comunidad Económica Europea reiteraron que “la tecnología que se aplicará a partir del año 2000 aún no ha sido generada y no puede, por lo tanto, ser enseñada a los estudiantes de hoy; éstos deben ser educados con énfasis en el desarrollo de sus valores, habilidades intelectuales y el trabajo interdisciplinario”.

Educar, en las propias palabras del profesor Rugarcía, debe entenderse como perfeccionar al hombre y prepararlo para la vida diaria y su profesión, implicando más que la simple transmisión de conocimientos y el desarrollo de las habilidades específicas para el ejercicio profesional.

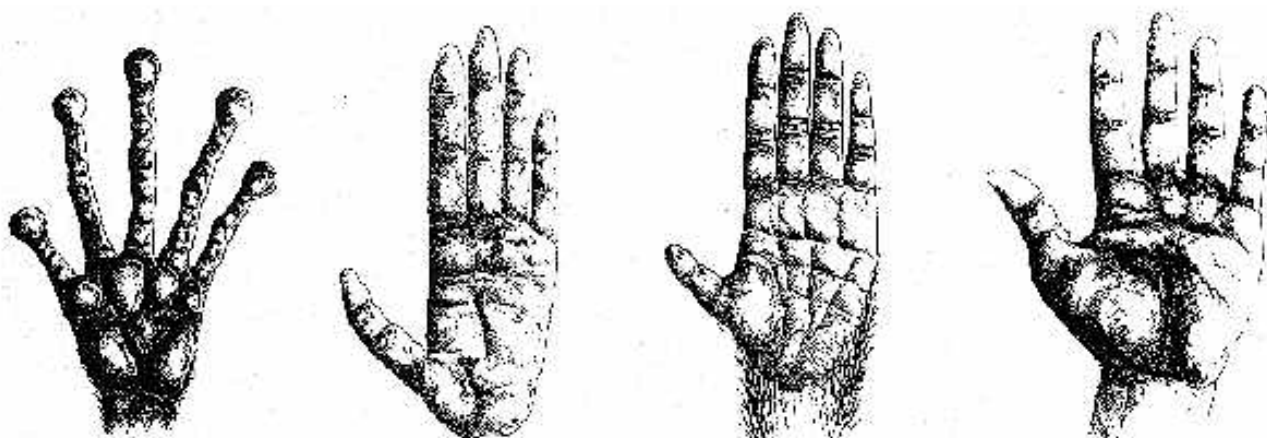
En los umbrales del siglo XXI, resultará contradictorio que apoyemos la propuesta de que el profesor de los ingenieros químicos del futuro deberá basar mucho de su actividad cotidiana en generar y/o reforzar aquellas actitudes que caracterizaron al ciudadano y modelo educativo de principios de este siglo (aprecio por la lectura, la conversación y las manifestaciones artísticas producto de la creatividad del hombre), mismas que la permitirán su adecuada interacción social y permanente actualización profesional.

La adopción de actitudes y el desarrollo de habilidades en nuestros estudiantes de ingeniería química están fundamentados en el trato y ejemplo cotidiano, aquel que se proporciona más allá de las 4, 6 ó 10 horas semanales entre las paredes de un salón o laboratorio. ¿Cómo lograr esto si aquellas actitudes y habilidades no forman parte integral de nuestro perfil?

Para quienes siendo ingenieros químicos de profesión hemos hecho de la docencia en ingeniería química nuestra ocupación, nos resulta motivador observar la similitud de objetivos y características de ambas actividades. Así, ante la ineficacia del modelo educativo actual, podemos interrogarnos:

- ¿será factible alcanzar un EQUILIBRIO entre las actitudes y valores de antaño con los desarrollos tecnológicos del futuro?
- ¿no será ésta una situación caótica?

\* Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional



**“Para que la educación en ingeniería química cambie, realmente es necesario el cambio de actitud mental del profesor”**

Algo valioso de reconocerle al profesor Rugarcía es que, sin importar la temática específica de sus colaboraciones, no desaprovecha ocasión alguna para provocar desorden al realizar señalamientos puntuales en referencia a hechos y problemas, ante los cuales nos hemos acostumbrado a no hacer algo por corregirlos:

- controversia y desvinculación entre docencia e investigación,
- políticas educativas nacionales e institucionales,
- aprendizaje memorístico y enciclopédico, etcétera.

De conformidad con los argumentos claramente establecidos, la planta docente de las escuelas de ingeniería química está conformada por dos sectores predominantes: los jóvenes que realizan primordialmente investigación científico-tecnológica en su especialidad y los profesores de edad madura que tienen bajo su responsabilidad el mayor porcentaje de las actividades de docencia. Este equilibrio es bueno en una primera instancia pero..., como resultado de las políticas aplicadas en las instituciones públicas es fácil verificar que estos últimos conforman la mayoría y son también los más resistentes al cambio que se plantea, en términos de la renovación académica, actitudinal, metodológica, etcétera.

En este contexto, el principio de la “oposición al cambio” será el factor predominante para rebasar nuestra propia barrera energética y lograr el necesario cambio de actitud mental. Una alternativa de

resolución la expresa don Armando en términos de la promoción, organización y realización de programas de desarrollo docente; otro mecanismo sería conocer a alguien reconocido como profesor para tomar conciencia de nuestras fortalezas y debilidades, revalorizando la importancia de nuestra labor docente.

Podemos resumir ratificando que en la educación de ingeniería química lo más importante es el CAMBIO, el cual está íntimamente relacionado al concepto de ENTROPÍA: este caos intelectual es el que nos obliga a ser críticos, planteándonos valiosas interrogantes que nos mantienen en constante actividad, generando y probando alternativas, evaluando nuestro desempeño y evitando la obsolescencia.

El trabajo que nos depara el futuro a los profesores de ingeniería química está pleno de oportunidades para alcanzar satisfacciones personales y profesionales, pero es poco halagüeño en cuanto al ambiente propicio para desarrollarlo: imagen social dañada de dicha profesión (“para morirse de hambre”, “contaminante”) y de los estudios (“muy difíciles”, “con muchas matemáticas”, “sólo para matados”), alumnos consulta-enciclopedias y pega-monografías, etcétera. Esta situación no es nueva ni representa algo imposible de resolver; es un reto frente al cual deberemos poner en juego nuestra experiencia y preparación.

Entre las anécdotas, tradiciones, enseñanzas, relatos, etcétera, guardados en el baúl de los recuerdos de nuestra época de estudiantes de ingeniería química (¿acaso existe otra profesión que valga la pena?), evoco y comparto aquella frase escuchada de los labios de uno de tantos valiosos profesores: “no olviden que para los ingenieros químicos las cosas difíciles son lo cotidiano; las imposibles nos llevan un poco de tiempo, pero también las realizamos”. ▀

# Valores profesionales del Departamento de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Celaya

Jorge Servín Victorino\*

## Abstract

It is concluded that the shared values determine the force that sustains and drives teachers (professors) to attain their professional objectives. The attitude of commitment to teaching, academic leadership, collective solidarity and a critical mind are the values that maintain the academic life of those who make up the Department of Chemical Engineering of the Technological Institute of Celaya.

La profesión docente constituye un ámbito de reflexión que ha producido importantes conocimientos. Fuentes Molinar (1989) hizo énfasis en la masificación de la educación superior y las políticas viables para el futuro de las instituciones. Kent (1991) propuso la profesionalización académica en el horizonte de la modernización educativa. Gil (1992) y Villa (1996) se han enfocado a la sociología de la profesión y Díaz Barriga (1993) a reivindicar la tarea docente desde el pensamiento didáctico.

En otro sentido, los valores profesionales como objeto de estudio constituyen una veta de investigación prometedoras. Un trabajo pionero es el de Muñoz Izquierdo (1993) sobre los valores de los egresados de la Universidad Iberoamericana. En el caso de la educación superior tecnológica, los valores son una línea de investigación que no ha sido abordada.

El presente artículo tiene dos propósitos básicos: contribuir al debate

para caracterizar el perfil del profesor universitario en Ingeniería Química y, al mismo tiempo, indagar los valores profesionales en el caso concreto de un grupo académico con relevancia nacional.

El artículo consta de tres apartados. El primero ofrece las concepciones de los valores profesionales y su significación para la docencia. Se trata de una aproximación a los valores, pero que puede ser útil para profundizar en otros trabajos. El segundo se refiere al proceso evolutivo del Departamento de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Celaya (ITC). Y en el tercero se describe el procedimiento para recabar la información, mediante un cuestionario y tres entrevistas abiertas. Éstas son algunas de las conclusiones: los valores compartidos determinan la fuerza que sostiene e impulsa a los profesores en el logro de sus proyectos profesionales. La actitud de compromiso hacia la educación, el liderazgo académico, la solidaridad colectiva y el espíritu crítico son los valores que sustentan la vida académica de quienes integran dicho Departamento.

## 1. Los valores en la docencia

Desde la configuración del sistema educativo mexicano ha existido la preocupación por educar no sólo en conocimientos, sino también en los valores sociales acordes con determinado proyecto de nación (Tenti, 1988). El maestro, en sentido estricto, es un educador porque contribuye con el ejercicio de su profesión a propiciar que el alumno encuentre las razones que le permitan formarse y ser útil a la sociedad. Es decir, el profesor participa en una tarea "más en virtud de su calidad personal y profesional que de su rol de funcionario

estatal" (Latapi, 1996). Entonces, es de vital importancia que una institución o un grupo académico defina explícitamente cuáles son los valores que les permitan lograr su misión. Construir la misión requiere del diálogo crítico, del trabajo colegiado en el que se llegue al consenso; de esta manera el ideario no se convertirá en un documento formal para exhibirlo en momentos estelares. La misión debe ser la vida cotidiana en las aulas y talleres, en la academia y las relaciones interpersonales.

Rugarcía (1994) propone una concepción de valor aplicable al ámbito de los académicos:

- a) Valor es algo a lo que vale la pena dedicar la vida o parte de ella.
- b) Valor es aquello que hace que el hombre sea.
- c) Las actitudes expresan los valores de la persona.
- d) Los valores se relacionan con el pensamiento crítico.
- e) Los valores profesionales están superpuestos a los sociales y éstos a los valores humanos.

Discutir cuáles son los valores que guían la tarea educativa, es la premisa para encontrar el significado a la existencia personal y profesional.

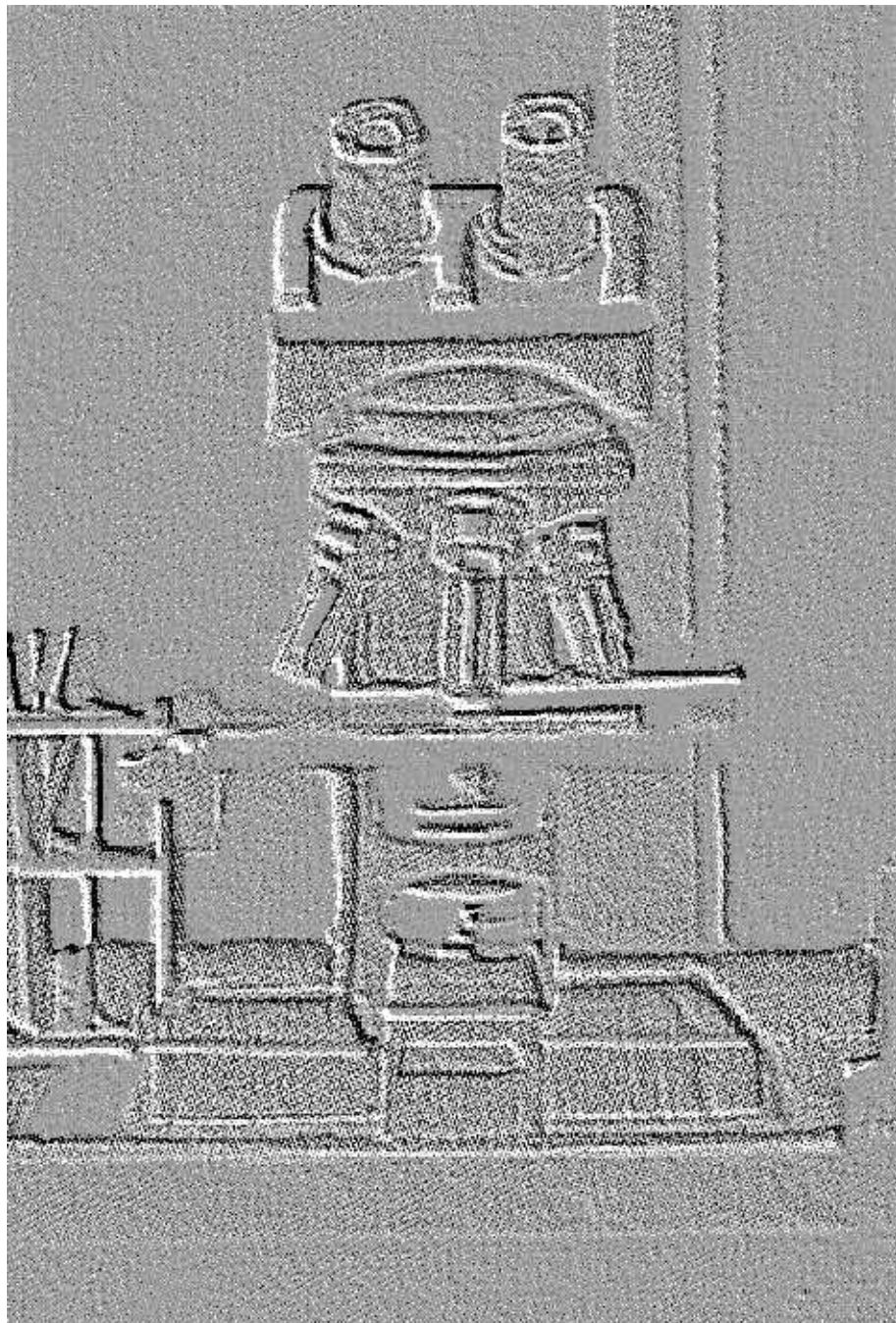
## 2. Contexto institucional

Los institutos tecnológicos en México forman una red de 74 planteles públicos diseminados en toda la República. Son coordinados por una dirección general que a su vez pertenece a la Subsecretaría de Educación Tecnológica de la Secretaría de Educación Pública.

El ITC se fundó en 1958. En él se ofrecen ocho carreras de licenciatura, cinco maestrías y un doctorado. Cuenta

\* Jefe del Departamento de Desarrollo Académico, Instituto Tecnológico de Celaya, Av. Tecnológico y A. García Cubas s/n, Apartado Postal 57, Celaya, Guanajuato, 38000.





con una población de 3 266 alumnos y 300 profesores.

El Departamento de Ingeniería Química del ITC es el único que tiene bajo su responsabilidad estudios de licenciatura, maestría y doctorado, los cuales fueron inaugurados en 1967,

1980 y 1989, respectivamente. Estos posgrados están incluidos en el Padrón de Excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Actualmente laboran en el Departamento 14 doctores, ocho maestros en ciencias y dos licenciados en química; seis de los doctores

pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores.

El Departamento ha tenido las siguientes fases significativas (Rocha, 1993):

a) Nacimiento (1966-1970). Se inicia la carrera de Ingeniería Industrial en Química y los primeros pasos para tener la figura de departamento.

b) Desarrollo (1970-1980). Durante ese periodo se elabora el primer plan de desarrollo departamental a corto, mediano y largo plazo. Destacan entre otros los objetivos de ser la mejor institución regional y nacional en la preparación de ingenieros químicos, tener presencia entre las mejores escuelas de Centro y Sudamérica dedicadas a la ingeniería química y, sobre todo, se definen las estrategias de formación de recursos humanos con posgrado en las más prestigiadas universidades de América y de Europa.

c) Consolidación (1980-1996). En la década de los ochenta, el desarrollo del Departamento fue una prioridad en el ITC. Se ofrecen los posgrados de maestría y doctorado atendidos por una planta de profesores altamente calificados. Además de la docencia, se inicia la investigación disciplinaria y su correspondiente publicación en revistas con arbitraje nacional e internacional. La actualización constante de los profesores enriquece la visión del Departamento, tomando como referencia otros contextos universitarios. Se aceptan a los primeros profesores en el Sistema Nacional de Investigadores y los posgrados en el Padrón de Excelencia del CONACYT. El Departamento adquiere su propia configuración mediante la organización y participación en eventos trascendentes como el Seminario Anual de Ingeniería Química, el Seminario Departamental, el IMIQ sección Celaya, etcétera. Hoy el Departamento tiene su plan de desarrollo y los profesores nuevas aspiraciones y metas.

### 3. Valores profesionales de los ingenieros químicos

Para el caso que se presenta, se elaboró un cuestionario con esta pregunta abierta: "Anoté cinco características que identifiquen al conjunto de profesores de Ingeniería Química del ITC". Además se hicieron tres entrevistas abiertas a otros tantos informantes de calidad. Las respuestas se agruparon en categorías afines.

#### 3.1 Resultados

Los valores profesionales que caracterizan a los profesores de este departamento son:

*Actitud de compromiso hacia la educación de los alumnos:* se expresa en la preocupación por establecer una relación educativa cordial favorable al aprendizaje, en requerir de ellos el estudio personal, en la disposición para dar asesoría académica, fortalecer no sólo los conocimientos sino las habilidades y las actitudes y la responsabilidad en cuanto a la asistencia a la clase.

*Liderazgo académico:* destacan por su preparación con estudios de doctorado, la actualización constante en sus campos, la vivencia en ambientes académicos internacionales, el deseo de superación y la investigación disciplinaria; además tienen una percepción global del perfil del ingeniero químico.

*Solidarios como Departamento:* forman un grupo razonablemente homogéneo que toma decisiones con base en el consenso; actúan profesionalmente en su trabajo, se perciben como químicos y tienen alta estima hacia su profesión; participan en la academia y tienen deseos de ser el mejor departamento de América Latina.

*Espíritu crítico:* la actitud crítica se expresa tanto al interior del Departamento como en sus posiciones ante la gestión institucional; tienen apertura hacia nuevas ideas y propuestas que reciben con mentalidad abierta.

#### 3.2. Discusión

Se ha expuesto que los profesores comparten su propósito de educar de manera integral a sus alumnos, tanto en el aspecto técnico como en la formación cultural. El esfuerzo lo han dedicado al posgrado hasta llegar al reconocimiento de la excelencia. Es conveniente que ahora la licenciatura en química también sea de calidad y que se considere como un compromiso departamental. La docencia en la licenciatura también es una tarea trascendente.

Los profesores forman un equipo ya consolidado, pero se les critica por mantenerse al margen de otros departamentos académicos y de las decisiones que tienen que ver con el funcionamiento global del Instituto. Los otros posgrados que ofrece el ITC tendrían menos dificultades para desarrollarse si contarán con la experiencia del Departamento de Ingeniería Química. La comunicación interdepartamental por ahora está en sus inicios.

#### Conclusiones

La consolidación del Departamento de Ingeniería Química del ITC es el resultado de un esfuerzo colectivo de más de 20 años de trabajo intenso y sostenido. Se debe fundamentalmente a dos factores: la tenacidad del grupo académico en el logro de sus metas explícitas y al apoyo de la institución.

Los profesores comparten valores profesionales como el compromiso hacia la educación, el liderazgo académico, la solidaridad como Departamento y el espíritu crítico.

Queda pendiente que estos académicos incluyan en su agenda departamental lograr la calidad en la licenciatura, abrirse al diálogo con otros Departamentos y la generación de proyectos en los que aborden su propia práctica como docentes.

Los ingenieros químicos son también buenos profesores. Así lo demues-

tran las evaluaciones de los alumnos. Ante esta situación positiva, es conveniente investigar a qué se debe su éxito como profesionales de la docencia. Sería enriquecedor que los profesores compartieran en talleres o foros sus experiencias referidas a la enseñanza de la Química. Ésta es una veta de trabajo a considerar por el Departamento, para bien del mismo y del Instituto. ▀

#### Referencias

- Díaz-Barriga, A., *Tarea docente*, Edit. Nueva Imagen, México, 1993.
- Fuentes-Molinar, O., "La educación superior en México y los escenarios de su desarrollo futuro", en *Universidad Futura*, UAM-Azcapotzalco, México, **1** [3], 1989.
- Gil-Antón, M., *et al.*, *Académicos: un botón de muestra*, UAM-Azcapotzalco, México, 1992.
- Kent, R., "Una política estatal para los académicos", en *Universidad Futura*, UAM-Azcapotzalco, México, **2** [6-7], 1991.
- Latapí, Pablo. "El Estado educador", en *Proceso*, México, n. 1007, 19 de febrero de 1996, p. 43.
- Muñoz-Izquierdo, C., *Formación universitaria, ejercicio profesional y compromiso social*, UIA, México, 1993.
- Rocha Uribe, Antonio, "Análisis del Departamento de Ingeniería Química del ITC", en *Memorias 33 Convención Nacional*, IMIQ, Villahermosa, Tab., México, 1993.
- Rugarcía, A., *Hacia el mejoramiento de la educación universitaria*, UIA-Golfo-Centro, México, 1994, p. 159.
- Tenti, E., *El arte del buen maestro*, Edit. Pax, México, 1988.
- Villa-Lever, L., "Hacia una tipología de los académicos", en *Revista Mexicana de Sociología*, Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, México, **58** [1], 1996.

## Algunas consideraciones acerca del perfil del profesor de ingeniería química

*Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas\**

### Abstract

To have a good faculty of Chemical Engineering professors, universities must have professors who are well versed in their profession and who, at the same time, have been trained to teach. This combination makes it possible for them to carry out their mission to educate future engineers successfully. The team work of these professors in order to attain common objectives whether they be educational or investigative, creates integrity and as a result raises the level of the university.

Con interés he leído el documento de Armando Rugarcía, el que considero de gran valor para la comunidad de docentes en la búsqueda de un perfil del profesor de ingeniería química. No obstante, me permito realizar algunas consideraciones sobre el tema.

Comparto la excelente síntesis de la situación social que debe afrontar el profesional de hoy y que llevó a definir como objetivo del ingeniero químico en Cuba “el producir productos químicos y bioquímicos con la calidad requerida, al más bajo costo posible, con eficiencia, seguridad y sin perjudicar el ambiente”. El objetivo definido fue la base que permitió el diseño del plan de estudios vigente. Las exigencias del desarrollo actual conllevaron al diseño de nuevas asignaturas y a la incorporación de métodos de impartición apropiados, entre los que se destacan: la aplicación de técnicas de trabajo en grupos para el análisis y solución de problemas de ingeniería de creciente complejidad, desde el primer año de la carrera, y la participación del estudiante en la industria bajo la guía de un profesor, un mínimo de mil 300 horas del plan de estudios, distribuidas durante los cinco años de carrera, con el objetivo de vincularlo al desempeño profesional mediante la solución de problemas concretos.

Las áreas de conocimiento aparecen expuestas en el trabajo, pero considero importante que queden explícitamente declarados los elementos de automatización y control. Es indudable que cualquier

valoración en esta dirección está sujeta a la interpretación que podamos realizar del título atribuido a un área de conocimiento particular. Por ejemplo, ¿dónde incluir los procesos unitarios que no sean los de separación o reacción o las técnicas de simulación de procesos?

Para lograr las habilidades declaradas: creatividad, criticidad, trabajo en grupos, las universidades requieren, en alguna medida, modificar la forma de impartir clases, ya que éstas no se logran en colectivos numerosos, ni con conferencias magistrales, sino que se requiere de un mayor carácter tutorial, de la discusión de alternativas de solución en colectivos, de la preparación de temas por parte de los estudiantes, a modo de proyectos de investigación, y otros.

En los estudios de ingeniería en Cuba, estas modificaciones se han introducido. A modo de ejemplo, en el plan de estudios vigente la relación entre horas de clases teóricas y horas dedicadas a otras formas de componente académico es 0.4. En estas últimas se incluyen: seminarios, talleres, laboratorios, prácticas en la industria, etcétera.

En el epígrafe ACTITUDES se recogen criterios de gran interés pero que sin un desarrollo ético serían irrealizables. El comportamiento ético debe desarrollarse durante toda la enseñanza y en particular corresponde una gran responsabilidad en este desarrollo a los profesores universitarios, no sólo en las clases, sino con la conducta ética que mantengamos en la vida.

### Perfil y formación del profesor

Considero que un profesor universitario requiere de un equilibrio entre la actividad investigadora y la docente. Como profesores de dedicación total, en Cuba mantenemos una estructura de tareas en la que se integran como elementos fundamentales la docencia de pregrado, la docencia de posgrado y la investigación-desarrollo en diversas ramas de las ciencias que por supuesto incluyen las pedagógicas.

El profesor es evaluado por su jefe inmediato anualmente y en este análisis se califica con igual rigor el resultado de la docencia impartida en los cursos de pregrado y posgrado y el alcanzado en el proyecto de investigación-desarrollo al que se vincula. Al calificar la docencia se incluyen las tareas de carácter metodológico realizadas para propiciar el

\*Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba.



aprendizaje del estudiante, aspecto éste que recibe la máxima prioridad en nuestro trabajo. La estructura piramidal de categorías docentes evalúa con alto rigor el desempeño docente e incluye, para poder alcanzar uno u otro escalón de clasificación, los resultados de investigación.

Por lo anterior, en los campus universitarios, la docencia no ha sido relegada frente a la investigación, como plantea Rugarcía que ha sucedido en algunos países. Demasiado categórica es la afirmación de Rugarcía extraída de su experiencia personal: “el maestro universitario no debe ser un investigador de la temática que enseña”.

Considero que la situación ideal (no siempre posible de alcanzar por la lógica de un plan de estudios, en que se requiere fragmentar la realidad para que el alumno pueda asimilar los conocimientos) es la de investigar y enseñar en la misma rama del conocimiento. Profundidad en éstos, relaciones con otras ramas del saber, visión de futuro de la rama en cuestión, estarían así garantizadas. No obstante, es indispensable que ese profesor esté preparado en el campo pedagógico para que sus conocimientos puedan llegar con efectividad al sujeto que debe aprender, lo cual puede lograrse mediante un sistema de capacitación para profesores con carácter obligatorio, a modo de cursos, seminarios u otra modalidad que se estime. En la universidad en que trabajo, un nuevo docente recibe esta capacitación durante el primer año de estancia en la universidad, a la vez que desarrolla algunas tareas docentes frente

al alumno bajo la guía de un tutor de mayor categoría.

Por otra parte, la aplicación del concepto de trabajo en grupos es válida para el profesor, estableciéndose como estilo de trabajo en la universidad la formación de colectivos de asignatura, en los que los profesores que imparten una misma materia (se encuentren o no haciéndolo en ese momento) realizan y discuten las tareas para su desarrollo metodológico. Con este estilo la experiencia del colectivo se enriquece y se potencian las aptitudes individuales. Este trabajo en equipo permite la inclinación de uno u otro docente, en dependencia de sus gustos y aptitudes hacia la profundización en el terreno de la ingeniería o de la pedagogía.

Finalmente, considero que un profesor de ingeniería química tiene ante todo que ser un buen ingeniero químico por lo que la realización de proyectos de investigación y desarrollo en este campo no puede ser omitida.

A modo de conclusión, considero que para tener un buen claustro de ingeniería química las universidades tienen que contar con profesores que demuestren dominio de su profesión y que a la vez posean la preparación pedagógica que les posibilite lograr exitosamente la misión de educar a los futuros ingenieros. El trabajo en grupos de estos profesores para alcanzar objetivos comunes, ya sean de carácter docente o de investigación y desarrollo, potencia las individualidades y por tanto eleva el nivel de la universidad. ■