

Reflexiones sobre el logro del perfil y atributos requeridos del ingeniero químico egresado de las instituciones educativas

Alejandro Anaya Durand*

El 3 de abril de 2008, el maestro en Ingeniería Alejandro Anaya Durand leyó el siguiente trabajo en su ingreso a la Academia de Ingeniería, por lo cual le felicitamos muy calurosamente.

Hay que aprender cosas útiles, más que cosas admirables
San Agustín

I) Preámbulo

Me siento muy honrado por mi ingreso a la Academia de Ingeniería, S.C., que agrupa a los profesionales más distinguidos del área de la Ingeniería Química, entre otras importantes especialidades. Durante mis ya más de 43 años dedicado a la enseñanza de la Ingeniería Química siempre ha sido mi preocupación y atención el formar egresados útiles para el país, plenamente identificados con las necesidades del entorno, el que demanda un PERFIL adecuado, realista y congruente entre lo que preparan nuestras instituciones educativas y la realidad, cambiante y problemática que requiere un cambio en beneficio de la sociedad. Es por tanto que en este trabajo reflexiono sobre algunas particularidades y problemas del sistema educativo actual que debe generar nuevos INGENIEROS químicos, proponiendo algunas opciones para garantizar el logro de un PERFIL requerido por el medio; tomando en cuenta acciones similares que en el ámbito internacional se están adoptando.

II) Nuevos criterios establecidos del perfil deseado en el ingeniero químico egresado

Tradicionalmente se había aceptado como suficiente un perfil del ingeniero químico que comprendiera esencialmente una serie de CONOCIMIENTOS BÁSICOS y también complementarios, que le serían suficientes para abordar, en teoría, la atención a las necesidades del medio profesional en cualquiera de sus campos. El ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, organismo prestigiado a nivel internacional que, entre sus funciones evalúa y acredita programas de INGENIERÍA en las instituciones, principalmente en Estados Unidos, había establecido criterios basados en "ENTRADAS" (INPUTS) del sistema educativo como lo sería la amplitud del plan de estudios, los recursos académicos, económicos, materiales, laboratorios, etc., que en principio, si fueran los

adecuados a criterio de ABET, garantizaría un egresado con un PERFIL suficiente para interactuar con el medio profesional eficientemente.

Estos criterios han sido modificados. Los criterios actuales que evalúan las pertinencias de los programas de estudio han sido orientados a evaluar las "SALIDAS" (OUTPUTS) que establecen con claridad los principales ATRIBUTOS con que debe contar el INGENIERO QUÍMICO. Es notable recalcar que dentro de estos criterios, de un total de 11 factores (ver tabla 1) la mayoría están orientados a garantizar que el egresado cuente con HABILIDADES, o competencias, indispensables para aplicar sus conocimientos, para trabajar en equipo, para plantear y resolver problemas, para comunicarse eficazmente, entre otras. Asimismo, destacan aspectos que demandan una serie de ACTITUDES POSITIVAS de trabajo y valores ÉTICOS que le demandan una preocupación por su entorno.

En otras palabras, el perfil tradicional del ingeniero químico acotado para garantizar una serie de conocimientos útiles (o no), que sería el QUÉ, ha sido orientado a un criterio más pragmático y dirigido al "CÓMO" y "PARA QUÉ" y "POR QUÉ" de la actualidad del ingeniero.

III) Diagnóstico del sistema actual

Haciendo una evaluación del sistema actual educativo se pueden apreciar los siguientes problemas que deberían revisarse y adecuarse para garantizar los criterios que propone el ABET y que están siendo adoptados en diversas universidades de prestigio (v.g. Carnegie Mellon, Wisconsin, Northwestern, etc., en Estados Unidos) y de algunas universidades de nuestro país que están adecuando sus planes de estudios para el desarrollo explícito de diversas habilidades indispensables:

- 1) El currículo actual de los planes de estudio proporciona al alumno de conocimientos específicos de las diversas materias. Sin embargo, pocos cursos permiten la INTEGRACIÓN de conocimientos en forma interdisciplinaria, tal y como se requiere en el ejercicio profesional.
- 2) Se asume que el conocimiento de los aspectos teóricos, conceptuales de algún tema en particular le permiten al alumno la capacidad para aplicarlo y resolver cualquier problema.

* Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

- 3) Se asume que la aprobación satisfactoria de cada uno de los cursos que integran el plan de estudios (generalmente basado en la impartición exhaustiva de conocimientos) garantiza que en FORMA GLOBAL E INTEGRAL el alumno cuente con el PERFIL de atributos que requiere un ingeniero.
- 4) Varios de dichos factores del PERFIL deseado (principalmente habilidades y actitudes) no son evaluados explícitamente en el proceso educativo y pueden ser deficientes en el ejercicio profesional. Es oportuno mencionar de varios casos de alumnos egresados, con altas calificaciones obtenidas en la universidad, que cuentan con problemas para adecuarse al trabajo por falta de diversas habilidades (trabajo en equipo) y de actitudes positivas de interrelación con otros profesionales.
- 5) En teoría, también, se asume que el EXAMEN PROFESIONAL permitiría explorar los atributos deseables del egresado más allá de conocimientos particulares relacionados con su TESIS; sin embargo, las limitaciones propias de dicho examen no permiten una evaluación más amplia del alumno. Incluso, en varias universidades se prescinde de dicho examen ofreciendo otras opciones que aceleren el egreso del alumno de la institución educativa. Reflexionando sobre este aspecto y utilizando un símil de operación de una planta, sería como obtener un producto sin un mecanismo de control que garantizara cumplir con las especificaciones del producto.
- 6) El sistema educativo actual ha estado orientado al objetivo de garantizar la ENSEÑANZA, más que el APRENDIZAJE en el alumno. El tiempo dedicado a impartir conocimientos para cumplir con el temario de la materia le permite poco espacio para una función esencial como lo sería la EVALUACIÓN y la RETROALIMENTACIÓN del estudiante. En este punto es oportuno recalcar la diferencia entre EVALUAR (orientado a corregir y mejorar) y CALIFICAR (que muchas veces es subjetivo y discriminatorio). Este factor "EVALUAR" garantiza la "SALIDA" requerida en el aprendizaje de la enseñanza. La sola enseñanza mide la "ENTRADA", sin conocer sus resultados.
- 7) Un aspecto limitante muy importante lo constituye el hecho de que pocos alumnos reconocen dentro de su carrera el PROPÓSITO o utilidad de los conocimientos que reciben en sus cursos, salvo por aspectos muy particulares que se tratan en los mismos. Esta situación es particularmente notable en los cursos básicos, teóricos que se imparten en el inicio de su carrera (Matemáticas, Física, Química, Físicoquímica, etc.) en los cuales se aprenden diversos conocimientos, muchos de los cuales el alumno ignora cuál será su propósito o futura aplicación. El sistema actual está orientado, en cierta forma, a partir de aspectos particulares que posteriormente (en su caso) se aplicarán en problemas a situaciones generales ¡Es ir de lo particular a lo general!

Tabla 1. Perfil de atributos del ingeniero químico. Criterios del ABET.

El ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) es un organismo prestigiado a nivel internacional que, entre sus funciones evalúa los programas de ingeniería, que se imparten en las Universidades, principalmente en Estados Unidos, ha incluido los siguientes objetivos (outputs) del perfil que debe cumplir el egresado de la carrera de Ingeniería Química, misma que se consideran pertinentes y congruentes con la propia definición de dicha profesión.

- a) Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.**
- b) Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como para analizar e interpretar sus resultados.**
- c) Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para un propósito requerido.**
- d) Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.**
- e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.**
- f) Conciencia de su responsabilidad profesional y ética.**
- g) Habilidad para comunicar eficazmente.**
- h) Una amplia educación necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social y global.**
- i) Reconocimiento de la necesidad y habilidad necesaria para comprometerse a un aprendizaje permanente, en su vida.**
- j) Un conocimiento del entorno contemporáneo.**
- k) Habilidad para utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas ingenieriles, necesarias para la práctica de la ingeniería.**

- 8) El sistema actual educativo rara vez permite el aprendizaje cooperativo, por grupos de alumnos, que enriquece la relación y el conocimiento, y de esta forma se propicia el individualismo y la "competencia" más que la colaboración. El que suscribe ha probado con éxito varios exámenes por grupos de alumnos e incluso estimularlos a "copiar" con inteligencia (hay que saber "qué copiar" y "a quién copiar") que es una cierta actividad de "transferencia de tecnología", válida en algunos casos.
- 9) El sistema actual rara vez fomenta la creatividad en el alumno. Muchos maestros imponen reglas rígidas sobre el "qué resolver" y "cómo quiero que lo hagan mis alumnos". En el mundo real no existen los datos explícitos, ni incluso el problema como tal, ni mucho menos la forma de resolverlo.
- 10) Dentro del país existen varias instituciones que preparan ingenieros químicos. Sin embargo, se aprecian diferencias notables en el perfil de los egresados de varias de ellas. Dentro del perfil de atributos que dichas instituciones establecen para un ingeniero químico, en muchos casos se dirigen a propósitos de demandas específicas en términos de conocimientos (el QUÉ) más que el propósito de las mismas y el CÓMO aplicarlos. Al respecto, es oportuno mencionar que el CENEVAL está llevando a cabo una revisión y actualización de los criterios de evaluación de los egresados de las instituciones para incorporar la cuantificación de otras competencias indispensables que pudieran ser guía para las universidades en su misión y compromiso educativo.
- 11) Como se mencionó, el sistema actual de enseñanza está orientado a la impartición de conocimientos que se consideran indispensables en el alumno y fragmentados a través de una serie de MATERIAS, TEMAS y SUB-TEMAS. Si consideramos un plan de estudios típico con 40 a 50 materias en la carrera a impartir y 20 o más "temas específicos" supuestamente indispensables, ello le implica al alumno recibir del orden de 1000 o más conceptos en su carrera. Muchos de esos los olvidará si no tiene necesidad de aplicarlos ¿Cuáles son los verdaderamente indispensables? ¿Cuáles son circunstanciales?

Adicionalmente, el aprendizaje de estos temas (útiles o no) se ha estado dirigiendo a estimular el ANÁLISIS de situaciones concretas, más que a la SÍNTESIS de nuevas opciones que estimularían la CREATIVIDAD.

IV) A propósito de Semestres, Cuatrimestres, Trimestres y... ¿qué sigue?

Hace muchos años, la carrera de ingeniería química se impartía con base en periodos ANUALES que iniciaban en febrero y terminaban a fines de noviembre o principios de diciembre, para efectuar los exámenes finales. La aparición en octubre o noviembre de las frutas de los tejocotes eran preludio de preocupaciones y cierto pánico por la inminencia de los exámenes.

Se aprendía la ingeniería química en un proceso casi continuo, interrelacionando naturalmente con la impartición de conocimientos afines. El maestro Guerrero Torres nos enlazaba de conocimientos básicos de "Flujo de Fluidos y Transferencia de calor" en forma coordinada, secuencial, pero muy interrelacionada. En forma similar el maestro Alberto Urbina nos formaba de manera global e integrada en los conocimientos y diversas habilidades indispensables que cubrían integralmente los conceptos de "Absorción, Destilación, Humidificación, etc.", que posteriormente y en forma elegante se denominaron "Transporte de masa". Es oportuno mencionar que, por lo menos en la Facultad en donde estudié, la de Química en la Universidad Nacional Autónoma de México, la mayoría de los maestros eran profesionales en activo, de gran prestigio también, del medio profesional. Nos traían a diario, como los periódicos, los problemas ingenieriles que vivían y resolvían cotidianamente para compartirlos con sus alumnos. No eran, ciertamente, situaciones o casos que provenían de libros de texto.

Posteriormente, por ciertas razones quizá válidas, pero discutibles por lo menos en lo académico, se produjo la primera partición del ciclo escolar en SEMESTRES. Lo anterior propició, ciertamente, el incremento de MATERIAS y posibilidad de otros conocimientos; pero logró también cierta falta de CONTINUIDAD en el proceso educativo. Como todo proceso, al interrumpirlo para volverlo a poner en funcionamiento se pierde cierta eficiencia en restablecer el ritmo de un proceso continuo. Si quisiéramos hacer un símil, como ingenieros químicos, a un proceso de DESTILACIÓN sería el comparar un sistema de contacto continuo (sistema anual educativo) a otro por etapas (en este caso 2) de un proceso discontinuo.

Más adelante, otras instituciones adoptaron programas con la modalidad CUATRIMESTRAL e incluso TRIMESTRAL, volviendo más discontinuo el proceso educativo y quizá menos EFICIENTE.

Es un punto de reflexión y de análisis más cuidadoso, pero que debe tomarse en cuenta. Sin embargo, en mi opinión, la distribución del currículum en semestres, cuatrimestres y trimestres incrementa la ATOMIZACIÓN y FRAGMENTACIÓN del proceso educativo que no contribuye a una INTEGRACIÓN de conocimientos, deseable, amén de la poca CONTINUIDAD que le resta eficiencia al propio proceso.

V) Algunas estrategias y propuestas sugeridas

Con el fin de adecuar las necesidades del perfil que demanda en el INGENIERO QUÍMICO una formación integral en términos de conocimientos, habilidades, actitudes y valores ante un entorno que demanda un profesional que conjunte una preparación sólida, una competencia en la aplicación de sus conocimientos y una formación HUMANÍSTICA que oriente el sentido de su trabajo, se considera pertinente llevar a cabo una revisión y adecuación, en su caso al modelo actual educativo de nuestras instituciones de educación superior que preparan a nuestros futuros profesionales.

Se proponen las siguientes adecuaciones:

A) Cambio de un paradigma orientado a la enseñanza, por otro orientado al aprendizaje

Es necesario reflexionar en el sentido de que el propósito final del proceso educativo es el APRENDIZAJE y como tal se debe propiciar, evaluar y retroalimentar para garantizarlo en sus objetivos.

Para lo anterior, será necesario conceder un mayor espacio en el proceso educativo y en la adecuación de los planes de estudio a dar mayor atención y tiempo a la EVALUACIÓN del aprendizaje de los alumnos en un proceso continuo. Es pertinente recalcar que la evaluación está orientada para corregir y mejorar y no simplemente a calificar esporádicamente al alumno en un sistema subjetivo de evaluación.

Para lo anterior, sería necesario ser más SELECTIVO en la impartición de temas y aspectos meramente cognoscitivos, orientados a la mera enseñanza, la cual permitirá que el MAESTRO disponga de tiempo suficiente en el periodo escolar para la planeación de un sistema de evaluación en "tiempo real", manteniendo una comunicación continua con sus alumnos y utilizando varias técnicas didácticas que lo propicien (análisis de casos, aprendizaje cooperativo, solución de problemas, autoaprendizaje, sociodramas, etc.)

B) Propiciar en el proceso de formación el desarrollo de Habilidades y Competencias

Como se mencionó, la tendencia actual en la validación de planes de estudio de las UNIVERSIDADES se está readequando a nivel internacional (v.g. ABET) para orientar su pertinencia al logro de SALIDAS indispensables en el egresado, mismas que, principalmente están relacionadas con diversas habilidades y actitudes indispensables que equivalen al PERFIL deseado de un ingeniero. Para lo anterior se propone incorporar en la didáctica de la enseñanza el estudio de situaciones y problemas prácticos que propicien la aplicación de conocimientos y no una mera retención o memorización (efímera) de conceptos aislados, sin propósitos aplicativos específicos.

La incorporación en los planes de estudio de materias de tipo integrador como INGENIERÍA DE PROYECTOS, INGENIERÍA DE PROCESOS, EVALUACIÓN DE PROCESOS, entre otras, son particularmente valiosas para facilitar un proceso de inmersión del estudiante a un entorno muy similar al que afrontará en su ejercicio profesional. Asimismo, se sugiere la instalación de TALLERES, CURSOS y SEMINARIOS dedicados al desarrollo de habilidades específicas y en particular la de SOLUCIÓN DE PROBLEMAS como se está procediendo ya en diversas universidades del mundo.

C) Diseño de un sistema que permita una evaluación integral del perfil deseado en el egresado

Como se mencionó, el sistema actual evalúa conocimientos temáticos aislados (materias y temas) y se asume que la aprobación satisfactoria del currículum garantiza el logro del perfil deseado. La experiencia indica que esto no necesariamente es cierto, en particular por deficiencias en la integración de conocimientos y habilidades de aplicación.

Una opción para llevar a cabo una evaluación de los atributos del perfil deseado pudiera ser la de destinar la fase terminal de la carrera (últimos semestres, cuatrimestres o trimestres, según sea el caso) a incorporar actividades de tipo integrador (PROYECTOS, TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA, TALLERES, etcétera) que estén orientados, más que a la impartición de nuevos conocimientos, a EVALUAR los distintos factores del PERFIL deseado del futuro ingeniero. Sería algo similar al proceso de inmersión de los futuros médicos en actividades en hospitales, al final de su carrera, en donde se aprecia muy objetivamente el logro o no del perfil esperado de estos profesionales.

Asimismo, sería conveniente llevar a cabo una revisión de la mecánica actual de los EXÁMENES PROFESIONALES para lograr que en ellos se dé una evaluación de los principales atributos con los que debe contar un ingeniero químico, de acuerdo con su perfil y no un mero análisis o cuestionamiento de la temática de su TESIS o de conocimientos específicos muy particulares.

Dicho sistema terminal de evaluación del perfil obtenido al final de la carrera podría evaluar lo que se denomina la GANANCIA EDUCATIVA "CHA" (Conocimientos, Habilidades, Actitudes) que mediante reactivos especiales de tipo integrador permitan evaluar estos factores formativos. Sería equivalente a un "CONTROL DE ESPECIFICACIONES" producto de una planta, previo a una certificación de garantía.

D) Propiciar desde el inicio de la carrera una visión general de sus objetivos en el alumno

Es necesario ver el bosque primero y luego conocer los árboles. Es frecuente que los alumnos desconozcan al principio de su formación los objetivos de su carrera, su aplicación, sus áreas de oportunidad y el PROPÓSITO de las materias que comprenden el plan de estudios. Por otra parte, es frecuente que en las primeras fases de su carrera estudien materias con temas demasiado específicos y particulares, sin conocer el qué o para qué se emplearán. Esta situación se presenta particularmente en materias conceptuales básicas del llamado tronco común de varias carreras similares a la Ingeniería Química (Matemáticas, Física, etc.). De alguna manera se está partiendo DE LO PARTICULAR A LO GENERAL.

Se podrían incorporar desde el inicio cursos introductorios de tipo general, que permitan ubicar al alumno en el entorno de su profesión y de conocer la razón de ser de los diversos conocimientos que se les pretenden enseñar. En otras palabras, plantear una estrategia didáctica que PRIMERAMENTE presente una necesidad de atender un OBJETIVO (en este caso el de la INGENIERÍA QUÍMICA) Y CON ELLO COMPRENDER la necesidad de disponer de diversos recursos cognoscitivos y de información necesaria de aplicar.

E) Orientación ocupacional

Uno de los principales problemas que padece el egresado de las universidades es la falta de información sobre sus posibles fuentes de trabajo. Aunado a esto y ante la problemática del

desempleo por falta de oportunidades por diversas circunstancias, el recién profesional se encuentra en una situación confusa e incierta. Algunos diferencian temporalmente esta problemática optando por seguir estudiando algún posgrado, aunque sean casos sin tener una idea clara de su propósito de aplicación futura. Por otra parte, la mayoría de los alumnos desconoce una estrategia adecuada para obtener un trabajo en condiciones aceptables, desconoce algunas guías pertinentes para promover sus servicios con una mercadotecnia y personal pertinente.

Por lo anterior se propone que en el propio proceso educativo y principalmente al término de la carrera, se le proporcione al alumno información pertinente de las oportunidades de trabajo y en donde se le proporcionen guías para elaborar su currículum personal y otros aspectos de comunicación pertinentes con sus posibles empleadores.

Una estrategia pertinente sería la que las propias instituciones gremiales que agrupan a los ingenieros químicos (Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos) puedan coordinar un enlace pertinente entre el medio profesional y las universidades con seminarios de "Orientación ocupacional" que no sólo los orienten en términos de oportunidades sino los ayuden a concretar ofertas de trabajo.

F) *La Figura del Maestro, factor clave del proceso formativo*

Ningún perfil, por explícito que se presente, por pertinente que se garantice para lograr la identificación del profesional con su maestro, podrá lograrse sin la voluntad y excelencia del MAESTRO. Los planes de estudio serían como las partituras de una obra que no basta ser excelente, se requiere la "interpretación" del Maestro para su logro. La figura del Maestro en su función básica de enseñar a aprender deberá de mantenerse en su misión de orden superior.

Se recomienda que las universidades propicien la presencia y acción de verdaderos MAESTROS, cuya función sea la de formar y lograr el aprendizaje y no únicamente a PROFESORES que, en el mejor de los casos, se limiten a enseñar lo que saben y a calificar para excluir al alumno con problemas, sin corregir su desempeño.

Dichos Maestros deberán tener amplia experiencia profesional que le permita ejercer su DOCENCIA muy vinculada con la realidad del medio y conocedores de sus características y problemáticas. Lo anterior es particularmente importante en los cursos prácticos, ingenieriles de aplicación, aunque desde luego siempre es deseable que incluso en los cursos teóricos, básicos, se presente el espíritu pragmático que identifica a nuestra profesión.

G) *Conclusiones. Reflexión final*

México está pasando por un momento difícil en términos de las oportunidades para el ejercicio de la profesión de la Ingeniería Química. Existe un evidente desaliento en la actividad industrial, que se refleja en una disminución de la demanda de ingenieros. Por otra parte, la oferta requiere una mayor competitividad en el profesional. Hay necesidad de un ingeniero con mayores habilidades de relación y de obtención de resultados. De ingenieros con mayor iniciativa y actitud responsable y emprendedora. Ingenieros con mentalidad flexible, preparada al cambio y al futuro incierto. No bastan la erudición, los conocimientos, los estudios de posgrado y la ciencia infusa para el éxito profesional. El ingeniero del presente vive en un entorno muy diferente al que a veces se añora. Requiere una mentalidad diseñada a superar retos que no esperaba. No le basta el QUÉ, que dan los conocimientos, requiere del CÓMO de las habilidades y el PUE-DO que da una actitud asertiva, de seguridad y confianza en el éxito.

Es por ello que las universidades a través de sus maestros, deberán ocuparnos en forma, en este caso, ingenieros químicos competentes y competitivos con un perfil realista y congruente con el medio que tanto espera de ellos, en beneficio de la sociedad, con capacidad para lograr un cambio más justo en las oportunidades para nuestros semejantes.

En nuestro país, es imperativo establecer un método efectivo de evaluación del perfil del egresado, para lo cual el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos debe llevar el liderazgo participando en el desarrollo de los criterios a aplicar, así como fungiendo como árbitro en la ejecución de esta actividad por las autoridades educativas competentes.