

Un punto de vista sobre la formación del ingeniero químico colombiano

El presente trabajo, que fue presentado ante el XIV Congreso Colombiano de Ingeniería Química, dentro del Simposio de Docencia e Investigación, pretende caracterizar los elementos inherentes al proceso de formación llevado a cabo convencionalmente en las diversas facultades de Ingeniería Química; invitar a la reflexión, el análisis y la discusión sobre el tema; cuestionar la metodología tradicional de las clases; y plantear una propuesta global para su evaluación, corrección y enriquecimiento.

DANIEL BOGOYA MALDONADO
Ingeniero Químico, Magister en
Ingeniería de Sistemas
Profesor Asociado
Universidad Nacional de Colombia

PREAMBULO

Los representantes de la especie humana, desde los albores de su existencia, han intentado mejorar sus condiciones de vida. Es así como han puesto al servicio de su progreso toda herramienta que han inventado o descubierto, desde los primeros objetos de piedra conocidos hasta las ultramodernas vacunas contra algunas variedades de cáncer. Y, desde luego, la evolución de los tiempos ha venido marcando la historia con cada evento que, en su momento, constituyó un adelanto. Consecuentemente, y por la bondad de múltiples condiciones que han permitido la aparición de notables hombres de ciencia, la humanidad ha podido transitar senderos cada vez más benévolos y cada vez más pronto.

Ya recientemente, el raudo avance en las artes y en las letras, en las ciencias (básicas, económicas, humanas, políticas y de salud humana y animal) y en las ingenierías (con medio centenar de disciplinas hoy en día) exige al ser humano moderno nuevas estrategias para, siquiera, estar un tanto al día.

Naturalmente, estos cambios han venido acompañados por tensiones y conflictos que, no siempre justamente superados —porque normalmente el fuerte subyuga al débil—, han estimulado en gran medida la llegada de tales nuevas estrategias. La actualidad, entonces, se matiza de forma ya típica: el inconforme y astuto hombre desea seguir cambiando su medio ambiente, para mejorar su estar, con base en lo conocido y en lo audazmente imaginado. Así, es vigente la necesidad de promover nuevos rumbos en la formación de los seres humanos que pueblan el mundo.

INTRODUCCION

El trabajo que se plasma en este ensayo corresponde a largas horas de reflexión, análisis y discusión, en diferentes espacios y momentos, sobre el proceso de formación del ingeniero químico colombiano llevado a cabo, típicamente, en nuestras Facultades. Naturalmente, cada afirmación es la consecuencia de observaciones,

análisis, síntesis y evaluaciones de una mayoría, estadísticamente representativa, razón por la cual no pueden tomarse como verdades absolutas. Además, se trata solamente de un punto de vista.

Durante el desarrollo del trabajo se establecen algunos presupuestos sobre la incidencia de la expansión de la matrícula universitaria en los últimos tiempos; la evolución común del profesor, que sigue las huellas de aquellos a quienes aprecia como "buenos", formándose a pulso, ajeno a la industria química ubicada en el país y especializándose formalmente en diversos campos, mas no en docencia; y el proceso de formación del educando centrando la atención en los planes de estudio, la metodología, el sistema de calificación y los proyectos de grado.

También se establece una propuesta con miras a que el educando autogenera actitudes críticas, creativas y autovalorativas y conozca el medio ambiente de su ulterior desempeño, manteniendo esta filosofía: el educando debe protagonizar su propia existencia y no simplemente ser observador desinteresado de ella.

En medio de todos los planteamientos se ha querido imprimir un aroma que invita a pensar —a efectuar un alto en el camino— para cuestionar el proceso de formación, ya tradicional, de seguimiento confesional a diversas autoridades en cada materia; para forjar un camino propio integrando Universidad y Comunidad. No obstante, se reconoce el valor e importante aporte de los pioneros de la ingeniería química, quienes han colaborado, en su momento, con el devenir de la profesión.

Finalmente, el autor agradece a quienes le han dedicado tiempo, materia y espíritu para enriquecer y madurar las concepciones e ideas aquí expresadas; y ahora conocer las inquietudes y reacciones que se susciten al estudiar el documento.

ALGUNOS PRESUPUESTOS

La primera facultad de ingeniería química nace en Colombia hace casi medio siglo, en medio de la expectativa de la escasa industria química ya establecida, con amplio apoyo del Estado y en un momento en el que el país contaba con sólo diez universidades —cinco oficiales y cinco privadas—, con nueve millones de habitantes y con una matrícula universitaria de dos mil novecientos estudiantes; cifras que constituían el indicador central de una educación superior elitista y que había perdurado durante más de tres siglos.

Hoy, el país cuenta con diez facultades de ingeniería química, con más de cien establecimientos universitarios —cuarenta por ciento oficiales y sesenta por ciento privados—, con prácticamente treinta millones de habitantes y con una matrícula universitaria de más de trescientos mil estudiantes; cifras que constituyen el

indicador central de una educación superior de masas, con consecuencias sociales, económicas y políticas ampliamente conocidas.

Así, la expansión de la matrícula universitaria durante el último medio siglo —desde trescientos veinte hasta diez mil por cada millón de habitantes— originada por generación espontánea y por la presión de las nuevas manifestaciones de organización productiva de la sociedad colombiana —pero no por el desarrollo coherente de plan o política de formación alguna y que atendiera a la proyección de la industria, la visión de la Universidad y los delineamientos del gobierno— ha tenido serias incidencias —sobre el profesional, la profesión, el nivel de desempeño y la sociedad misma.

En lo que atañe a la ingeniería química —con base en encuestas directas a ingenieros, asociaciones, industrias, institutos y Universidades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Barranquermeja, Bucaramanga, Manizales, Cúcuta y Sogamoso— el país cuenta actualmente con alrededor de cinco mil quinientos ingenieros químicos colombianos, ubicados en diferentes campos de acuerdo con la siguiente estimación:

Operación y producción en planta	3500
Ventas de productos químicos	700
Administración	350
No relacionados con la profesión	300
Desempleados	300
Docencia e investigación	250
Diseño, asesoría y consultoría	100

Y —acorde con la expansión de la matrícula universitaria, en medio de la ausencia de planes y políticas de desarrollo nacionales— hasta antes de la mitad de los años setenta —también como consecuencia de las cíclicas crisis de la economía— prácticamente no se notaba que hubiera ingenieros químicos desempleados o dedicados a campos no relacionados con la profesión. Es más, el medio generador de empleo absorbía no sólo a los ingenieros químicos recién graduados, sino también a estudiantes de últimos semestres de la carrera, algunos de los cuales aún no han retornado a su Universidad a graduarse.

De todas maneras, es absurdo que la expansión de la matrícula universitaria incida —aparente y sofisticadamente en forma negativa— aumentando el índice de desempleo y subempleo profesional de un país en vías de desarrollo y carente de industrias químicas de procesos básicos como los de obtención de materias primas y algunos bienes de consumo, aún a nivel nano o microindustrial.

EVOLUCION DEL PROFESOR COLOMBIANO DE INGENIERIA QUIMICA

Ni con la primera facultad de ingeniería química, ni ahora con diez puede indentificarse claramente la formación —con sus técnicas y sus fantasías—

de profesores docentes de carrera. Ha habido tendencias y casi escuelas, cada vez que se ha seguido el rastro de algún Maestro; pero ha sido sólo ello: la aproximación empírica de seguir la huella de aquellos a quienes se aprecia, muy particularmente, como "buenos". Y, de acuerdo con estas características, la selección de un profesor (desde el grupo de aspirantes) ha tenido en cuenta, primordialmente, el aspecto académico; es decir, ganan la plaza quienes obtuvieron mejores notas en la carrera y/o en sus posgrados.

Así mismo, una vez se ingresa a la carrera docente —y también por la movilidad social exigida con la expansión de la matrícula universitaria, que presiona por los estudios de posgrado, en la mayoría de las veces, para legitimar un estatus— se aspira inquietamente por cursos de capacitación y actualización, títulos de especialización, magister y diversas variedades de doctor y de posdoctor. En efecto, muchos profesores, docentes de carrera, poseen uno o más títulos de posgrado, como consecuencia de estudios en altísimo grado especializados y en países extranjeros bien diferentes al nuestro. Pero, ¿cuántos de ellos en docencia?

Adicionalmente, la gran mayoría de los profesores concentran su atención en la academia pura y viven alejados de la realidad del medio ambiente en donde deben desempeñarse los profesionales que están formando. Por ello, permanecen ajenos a las características y necesidades del universo de la industria química. Consecuentemente también, todo este potencial cerebral —conformado por alrededor de doscientos cincuenta profesores—, vive —según su condicionamiento— ausente e indiferente del planeamiento nacional en el campo de la industria química.

Realmente, el profesor colombiano, docente de ingeniería química, se hace a pulso, salvando casi siempre individualmente y por sí mismo los obstáculos que va redescubriendo. ¿Qué dictar? ¿Qué libro seguir? ¿Cómo calificar? ¿Qué ejemplo, de final de capítulo, de qué libro indicar? y otros similares.

Pero, consistente con la evolución que pretende bienestar, la formación del profesor docente de carrera, debe ser cada vez menos árdua, más benévola y más fructífera.

Aún así, cabe resaltar dos aspectos: una buena cantidad de profesores, en tantos otros campos del conocimiento, obedecen a una similar caracterización; y tanto unos como otros cuentan con verdaderos representantes de la docencia, verdaderos Maestros, quienes genialmente se han superado en su función —ocasionando una segmentación similar a la que se vive en cualquier otro desempeño— y así han influido grandemente en algunos sectores profesionales, creando casi una escuela.

PROCESO DE FORMACION DEL INGENIERO QUIMICO COLOMBIANO

Desde la aparición de la carrera de ingeniería química, y prácticamente durante toda su evolución, se vienen formando ingenieros químicos de acuerdo con un proceso que puede catalogarse como tradicional y sólo levemente enriquecido. Consiste, fundamentalmente, en generar en el educando una serie de actitudes que lo caracterizan como individualista, dependiente, pasivo, dogmático, alejado de la realidad y ciegamente técnico buscador del punto óptimo de toda situación en donde se encuentre —sin que medie la evaluación de criterios diferentes a buscar lo "bueno", según parámetros preestablecidos por alguna autoridad—.

Desde luego, y esto es innegable, la poderosa incidencia que sobre el ser humano han tenido las tradiciones —ya involucradas en su código genético—, los medios de comunicación y la sociedad misma— que cada vez afectan más significativamente todo proceso—, provoca un componente importante en el proceso de formación que se analiza. Ello influye grandemente. Y no sólo se acepta sino que también se reconoce que su control posee elementos aleatorios, cuyo análisis —inmerso en un universo más complejo— corresponderá a otro tipo de trabajo que también es urgente efectuar.

En lo referente a la incidencia de la Universidad —la cual, obviamente, está inmersa en una sociedad e impregnada de su ser— deben fundamentarse las afirmaciones que se han hecho en torno al proceso de formación, aclarando que una buena cantidad de los mismos, en tantos otros campos del conocimiento, obedecen a la misma fundamentación.

En efecto, la situación puede verse desde cuatro ángulos: el de los planes de estudio, el de la metodología seguida normalmente, el del sistema de calificación y el de los proyectos de grado.

Planes de estudio

Es fácil notar, desde los primeros planes de estudio, que la naturaleza, contenido y razón de cada asignatura —y del plan en suma— han sido la consecuencia de variadas interpretaciones de planes de estudio extranjeros —la mayoría de las veces norteamericanos—, avaladas por la avalancha de textos también extranjeros —la mayoría de las veces norteamericanos—. Así, es común encontrar que el contenido de la casi totalidad de las asignaturas, de cualquier plan de estudios, es la fiel reproducción del temario parcial de uno de los textos mencionados, con las variantes que el interpretador de turno ha dado.

Luego las referencias cotidianas, para trabajos en clase, de biblioteca, de laboratorio o de grado, tocan con autoridades como Andersen, Apostol, Ayres, Balzhiser, Boyd, Brown, Carnahan, Castellan,

Coughanour, Daniels, Denbigh, Eliassen, Felder, Findlay, Groggins, Halliday, Harriot, Himmelblau, Holland, Hougen, Irey, Johnson, Kern, Kreith, Kreyszig, Lange, Leighton, Levenspiel, Lewis, Mahan, McCabe, McCracken, Meyer, Morrison, Ocon, Perry, Plane, Potter, Prausnitz, Ragatz, Randall, Reid, Sears, Shreve, Sienko, Smith, Sonntag, Streeter, Taylor, Thomas, Treybal, Van Ness, Van Wylen, Welty, Watson, Wenzel, Williams o Zimmerman, por ejemplo. Muy raramente, por no decir nunca, se refieren nombres —o autoridades— como González o Rodríguez, por nombrar sólo dos. Y ello después de casi medio siglo de existencia de la carrera en el país.

Pero claro, es evidente que en nuestra realidad —como sociedad en vías de desarrollo y colonia de polos de poder— se interpreta la búsqueda del conocimiento (y algunas veces a la investigación misma —del latín "In Vestigium Ire"— o "ir tras los vestigios") como el seguimiento de las huellas que dejan autoridades en la materia; autoridades que como seres humanos naturales de otras latitudes e impregnados de un aroma cultural diferente, nos han venido guiando por el sendero que, desde luego, ellas han considerado conveniente.

Adicionalmente, en la mayoría de los casos en que algún profesor colombiano ha tenido la posibilidad de posgraduarse en el extranjero, sea como especialista, magister, doctor, posdoctor u otro, al regresar se encuentra con un ambiente propicio para mejorar su índice de credibilidad: se promueve a ejercer cátedras de su nueva especialidad (o en las que su feudo instaaura un nuevo estilo), y —casi por añadidura— también se promueve a ejercer cargos de administración; debiendo aclarar que su nueva especialidad no es en docencia, diseño de contenidos programáticos o identificación de objetivos, como tampoco en administración educativa.

Y el nuevo especialista, bien desde la cátedra o bien desde la administración, busca trascender con lo que él, ya como nueva autoridad legitimada en su nuevo estatus, considera conveniente en torno de los nuevos planes de estudio, acordes con las nuevas tendencias del mundo que recién lo ha impregnado. Muchas veces el nuevo especialista desconoce la industria química, sus características, sus limitaciones y sus ambiciones.

Algo ya natural: por un lado el ambiente propicio y por el otro el nuevo especialista, obedecen a una tradición de seguimiento de las huellas que dejan autoridades en la materia. ¿Será conveniente este seguimiento de otra realidad para las características de nuestro medio?

En este punto debe quedar claro que para un país como Colombia es conveniente que sus ciudadanos —y entre ellos los ingenieros químicos— enriquezcan permanentemente su concepción del mundo no sólo por el paso de los

años sino, también, por el continuo contacto con la evolución de otros países —más, igual o menos avanzados que el nuestro—. Y también debe quedar claro que es inconveniente seguir trasplantando —sin mayor análisis— cuanto aspecto se vea, particularmente, como "bueno" en otros medios.

Así, hoy en el país las diez Facultades de Ingeniería Química presentan planes de estudios especiales —siempre como piélagos desintegrados y dispersos de asignaturas monolíticas— que obedecen los delineamientos de quienes en su turno han considerado como las tendencias del mundo moderno. Con ello, el ingeniero químico colombiano se forma con conocimientos que no precisamente requiere la realidad —aún invisible— de la industria química ubicada en el país y, por tanto, no propiamente satisface las necesidades de su futuro medio ambiente.

Entonces, es bien interesante sumirse en reflexión para confeccionar un plan integrado de estudios —con asignaturas ciertamente relacionadas entre sí— donde se tengan en cuenta, además de la experiencia de los profesores, la naturaleza de la carrera, la verdadera realidad —luego de tenerla visible— de la industria química ubicada en el país, sus planes de desarrollo y los lineamientos del gobierno, con visión tanto política como social y económica; y que satisfaga las verdaderas necesidades del país en este campo.

Metodología seguida normalmente

Se mencionó anteriormente que el profesor se hace a pulso, siguiendo algunas huellas y alejado del medio en el que se desempeñan profesionalmente los ingenieros químicos que está formando. Acorde con esta evolución, mediante la cual va enriqueciendo su concepción del mundo, el profesor acude continuamente a las clases presenciales formales para desempeñar su labor. Y la institución misma, que evidencia el esquema, plantea varias veces —en no más que documentos teóricos— las necesidades de revisar y revisar el plan de estudios. De todas maneras sigue el esquema.

Las clases formales, mediante exposición magistral y realización de ejercicios —de comienzo, intermedio o final de capítulo de textos guías, pero no relacionados, integralmente, con otras áreas o asignaturas ni con procesos llevados a cabo en nuestras plantas químicas— consisten en un monólogo del profesor. En un monólogo disperso. Para el educando cada mañana de clases implica escuchar una serie de autoridades en cada tema, a manera de visitas por islas, sin mayor conexión ni relación, cambiando secuencias, nomenclaturas, campos de aplicación y sin mayor posibilidad de interacción o discusión con su profesor o con su grupo.

Así, se va induciendo en el educando una monótona actitud pasiva: es bueno escuchar y creer lo que indica el profesor.

Cabe resaltar algunas cifras. Los planes de estudio actuales, que se han recortado respecto de los anteriores, comprenden una serie de asignaturas que implican que el educando permanezca cerca de cuatro mil horas sentado en un salón de clases. Sentado "recibiendo" conocimientos. Sentado dejando transcurrir el tiempo. Presente en materia y ausente en espíritu, porque tratándose de una clase normal, no tiene sentido esforzarse y, además, ya estudiará para el examen. ¿Qué tanta trascendencia puede tener este esquema?

Para soportar lo anterior, se relatan a continuación algunas de tantas vivencias —en un día cualquiera— repitiendo cada una de ellas con el mismo y con otros grupos, en la misma y en otras asignaturas, el mismo y otros años, para tener resultados que permitan una validación estadística y que sirvan de sostén de análisis y conclusiones.

Primera vivencia: al terminar una clase normal se solicita a cualquier educando que la reconstruya, la analice, la sintetice, la objete o la enriquezca. Esta vivencia puede tener variantes, cuestionando abruptamente durante la clase, o al comenzarla, sobre tópicos vistos en clases anteriores. ¿Cuántos y en qué proporción demuestran siquiera haber estado atentos?

Segunda vivencia: al concluir un tema se solicita a todo el curso, trabajando individualmente o en grupo, que redacten un párrafo, en su propio lenguaje, con una introducción a ese tema. Aquí las variantes pueden implicar la relación con tantos otros temas o la aplicación en algún campo práctico real. ¿Cuántos párrafos resultan coherentes para el tema y dentro de un contexto relacionado con la ingeniería química?

Tercera vivencia: durante toda la clase normal se observa la actitud del grupo tratando de resolver, entre otras, estas preguntas. ¿Permanece la mayoría en observación silenciosa? ¿Toma notas la mayoría cuando el profesor escribe en el tablero (o en el medio que emplee)? y, ¿deja de tomar notas la mayoría cuando el profesor deja de escribir, aunque siga disertando?

Cuarta vivencia: durante un período de tiempo apreciable (cinco clases seguidas, por ejemplo) se suspende la exposición magistral por parte del profesor y se establece que se resolverán dudas de los educandos, sin que medie la realización de prueba alguna. ¿Es suficiente sólo una hora para resolver las dudas y éstas se agotan? Una variante interesante consiste en cuestionar a cualquier otro educando por la duda de su compañero (buscando la diferencia entre los niveles de credibilidad del profesor y de un educando, para otro de ellos). Estaba atento

el educando cuestionado y, ¿siquiera comprendió el planteamiento de la duda de su compañero? Intenta estar atento sólo cuando habla —o actúa de cualquier forma— el profesor y, ¿no le es igualmente importante cualquier participación de uno de sus compañeros?

De las vivencias mencionadas —y de otras complementarias— puede concluirse que las clases normales favorecen que el educando:

- Permanezca pasivo, desconcentrado, desatento y despreocupado por lo que ocurre a su alrededor,
- Prefiera creer en el profesor y seguir su huella, antes de siquiera intentar forjar un camino,
- Vea al profesor como una autoridad única, que conoce y domina muy bien un tema y un texto y como aquel juez que otorga una luz verde para seguir,
- Sea un individuo que debe afrontar sus problemas —porque son sus problemas— y no parte integral de un grupo,
- Viva en aras de, sólo conocer, algo comprender y poco aplicar, dejando a un lado el análisis, la síntesis y la evaluación o producción de juicios de valor; y, algo inquietante, Carezca de identidad con lo que es ingeniería química.

Entonces es bien interesante sumirse en reflexión para idear una metodología que permita que el educando:

- Protagonice su propia existencia, autogenerando actitudes críticas y creativas.
- Escale los niveles de análisis, síntesis y evaluación del conocimiento, desarrollando un espíritu investigativo,
- Comparta sus capacidades, logros y dificultades con su grupo, viviendo en función del grupo y no de él como individuo; e Identifique claramente qué es la ingeniería química, cómo practicarla y cómo enriquecerla.

Sistema de calificación

En este ángulo hay una mayor variedad. Cada profesor —a pesar de existir un reglamento institucional—, establece su propio estilo. De todas maneras las calificaciones parciales y totales de cada asignatura son responsabilidad única del profesor, sea objetiva o subjetiva, justa o injusta. Esta característica enmarca una dependencia clara para el educando: el profesor —con todas las características del ser humano— es quien tiene la razón y todo hay que hacerlo como él indica. A la vez, el educando se encuentra frente a una gran dificultad: debe "satisfacer" —o por lo menos intentarlo— a diferentes estilos y sistemas simultáneamente. Ahora bien, casi todos los estilos comprenden combinaciones diversas de previas, trabajos,

problemas, exposiciones y otros, donde el cuestionamiento versa sobre tópicos teóricos o problemas sueltos de aplicación —extraídos de textos guías, de los que antes se aludieron— que en poco o nada atañen el desempeño del futuro profesional en un medio desconocido por el profesor. Además, suele considerarse más importante lo cuantitativo que lo cualitativo. Y también, suele segmentarse lo óptimo de lo no óptimo, juzgando bueno lo primero y malo lo segundo —invitando a juzgar igualmente—.

Adicionalmente hay otro matiz: se juzga individualmente. Las previas son individuales y se sanciona cualquier intento de cooperación. Los trabajos, sean lo que fueren, cuando son responsabilidad de un grupo, suelen desarrollarse por un solo educando sin que medie la sustentación y valoración grupal. Así mismo, se examina para asignar una nota y segmentar al grupo: unos aprueban y otros pierden; pero rara vez se examina para detectar vacíos y favorecer el proceso de formación en tal sentido.

Análogamente, por el sistema de calificación, el educando segmenta a su grupo de profesores en dos categorías: "madres" y "cuchillas". Hay además esta apreciación: el educando es muy capaz e inteligente, cuando aprueba; y el profesor es injusto, cuando el educando pierde. Y esta otra: el educando —que se mantiene como espectador pasivo durante épocas de clase— intenta con preocupación e intensidad conocer un determinado tema —vísperas de algún examen o prueba— para obtener buenas notas y legitimar su estatus; es decir, sólo un poco antes de un examen o una prueba se dedica a "prepararlo" a "aprender" lo que durante horas y horas —sentado en un salón de clases y con su mente en reposo— dejó transitar como el viento. Ahora se encuentra frente al gran riesgo de la indigestión mental "por culpa del profesor" y posee muchas dudas. Y normalmente esto sucede con varias asignaturas al tiempo —como también al tiempo mantuvo su mente en reposo. Así, tortuosamente, muchos educandos afirman que es en los exámenes donde "aprenden".

Realmente, el sistema de calificación convencional permite que el educando genere un sentimiento de reacción social poco sano, refuerce su actitud de credibilidad confesional al profesor y, no siempre de buen gusto, de obedecerle; malgaste su tiempo en época de ausencia de previas, trabajos, problemas, exposiciones, exámenes u otros; y se concentre unas pocas horas, antes de cada prueba, para memorizar el mayor número de detalles, corriendo el riesgo de un colapso mental.

Entonces, es bien interesante sumirse en reflexión para diseñar un sistema de calificación que permita que tanto el profesor como el educando trabajen mancomunada y constantemente; y que

el educando sea parte activa, consciente y vital de su calificación.

Proyectos de Grado

Nuevamente, como desde ángulos anteriores, los temas y enfoques de los proyectos de grado han correspondido a ideas sueltas, a propósitos individuales y a un simple requisito parcial para optar al título, desperdiciando un gran potencial.

De otra parte, el educando que inicia su proyecto, después de nueve o más semestres presenciales —permitiendo que otros protagonicen su existencia— viendo temas y temas desvinculados, se encuentra frente a un reto: debe interpretar las indicaciones de su Director de proyecto, cumplir un buen número de exigencias y obtener un modelo de proyecto. ¿Tiene acaso el educando, como consecuencia del proceso de formación que ha vivido, siquiera leves actitudes para responder medianamente el reto? Ciertamente el costo humano es muy alto.

A la par, la mayoría de la gran, mediana y pequeña industria ubicada en el país —que concomitantemente también obedece a una caracterización de seguimiento de huellas de grandes empresas e intereses de los polos de poder, trasplante, empirismo y pasiva dependencia tecnológica— posee un buen número de necesidades, de las que en ocasiones ni siquiera quiere ser consciente, que cubren tópicos tan variados como programas de ahorro de energía, obtención y sustitución de materias primas e insumos, conocimiento del comportamiento de los procesos propios de sus plantas y síntesis y evaluación de procesos alternos, por ejemplo.

Paralelamente con esta confusión no existen institucionalizados formalmente y de manera permanente, los convenios Universidad-Industria que, para mutuo beneficio, satisfagan las necesidades de la industria química y su desarrollo, permitiendo trascendencia al potencial de preingenieros químicos —en proyecto de grado— con la coordinación de sus profesores y sus Facultades.

En consecuencia, hoy reposan empolvados, en viejos o nuevos muebles, varios centenares de proyectos empastados que fueron, en suma, la culminación de un proceso que consumió más de un millón de horas preingeniero químico y varias decenas de miles de horas profesor universitario. Y cuántos, de tantos trabajos culminados, corresponden hoy a nano o microplantas, a modificaciones o perfeccionamientos de procesos o a nuevas creaciones y generaciones de éstos en pequeñas, medianas o grandes industrias?

Entonces, es bien interesante sumirse en reflexión para establecer, en los proyectos de grado, una política dual: el educando que llegue a realizar su proyecto debe tener actitudes críticas y, por lo menos, levemente investigativas; y el

proyecto que realice debe plasmarse en la realidad, satisfaciendo alguna de tantas necesidades que tiene el país en este campo. Desde luego, se requiere también un compromiso de la industria química ubicada en el país y del gobierno nacional.

PROPUESTA

Con base en la presentación anterior se invita a reflexionar para generar en el educando actitudes críticas, creativas y autovalorativas; para que conozca el medio en el que deberá desempeñarse, y para que protagonice su propia existencia. Para ello puede desglosarse una propuesta así:

Estructura del plan de estudios:

Primer semestre: Identificación

Segundo a décimo semestre: Desarrollo central del contenido de la carrera.

Sexto a décimo semestre: Proyecto de grado.

No se toca aquí lo referente a cada objetivo y contenido, por considerarse propio de un amplio diagnóstico de las necesidades de la industria química, de los planes de desarrollo y de los delineamientos del gobierno, así como de la experiencia de los profesores, trabajo que no se ha efectuado. Sólo se detalla el primer semestre y las generalidades de los demás.

En efecto, con el semestre de identificación se pretende que el educando conozca las características relevantes del país, de la institución en donde inicia sus estudios superiores y de la profesión que ha escogido. De otra parte, se pretende que el educando interiorice el costo social y económico que asume el país y su familia para que él, privilegiado, tenga acceso a la Universidad y la posibilidad de formarse como un profesional. Además, se pretende que, ya como profesional, asuma la responsabilidad y el compromiso de servir, con ética profesional, a una nación que, llena de complejas debilidades y alto nivel de dependencia, guarda la esperanza de que sus profesionales la conduzcan por un nuevo y mejor sendero. Este proceso de identificación que se inicia en el primer semestre, pero no se termina allí, debe afianzarse paulatinamente en todos los demás.

En lo referente al contenido de la carrera se propone trabajar de manera integrada. Es decir, todas las asignaturas (o, en adelante, todos los simposios) deben ser verdaderos satélites del proyecto de grado con objetivos, contenidos y aplicaciones definidos para soportar el entendimiento de los procesos químicos —y no para aislar al educando, sumiéndolo en un pozo de ciencia pura e inmiscible con la realidad de una planta química—. Por tanto todos los simposios deben relacionarse íntimamente con el universo del ingeniero químico: el de los aspectos inherentes a la previda, vida y posvida de los procesos y

las plantas químicas y/o físicas —y ya recientemente también las biológicas—.

Aquí, un pequeño paréntesis para ilustrar mediante un ejemplo simple la integración. La estimación de una propiedad físicoquímica de una mezcla Z debe hacerse para favorecer el entendimiento —el análisis y la discusión— de lo que sucede dentro de un proceso de separación o transformación llevado a cabo en una planta; y no para simplemente, en forma aislada, resolver el problema 7.4 ó 9.8 del libro X. Si lo primero, el educando está más cerca de comprender la razón, interrelación e importancia de ese tema con otros; si lo segundo, el educando está más cerca de dispersarse y simplemente memoriza una técnica para tan sólo aprobar su próximo examen —técnica que antes de llegar al siguiente semestre olvida—.

Respecto del proyecto de grado —cuyos preámbulos deben darse desde quinto o sexto semestre y tener asiento en grandes líneas de investigación— debe consistir en una aplicación real de aporte y creatividad, bien dentro de la industria o en la Universidad, pero en todo caso interdisciplinario. Sólo excepcionalmente se aceptarían trabajos netamente teóricos. El proyecto de grado, que debe ser el corazón de la carrera, estaría soportado por cada uno de los simposios, los que se convertirían en herramientas primordiales, y así, se cursarían con suma atención; es decir, el educando cursa un determinado simposio porque previamente ha identificado su importancia y relación con el proyecto en el que se encuentra inmerso. De otra parte, el proyecto de grado debe sustentarse ante un amplio jurado —conformado por profesores y profesionales de la industria relacionada— quien aprobará o aplazará —con la fundamentación del caso— la opción de grado del grupo.

Metodología

La base principal es la de fomentar el trabajo en grupo, la interacción y la actividad en los educandos. Fundamentalmente, deben cambiarse las prácticamente cuatro mil horas de clase normales, de los planes de estudio actuales, por del orden de dos mil horas de simposios, en grupos de quince a veinte educandos. El soporte de los simposios lo constituyen las conferencias, las visitas industriales, la consulta en biblioteca, el trabajo en laboratorio y planta piloto y la disertación permanente con el profesor. Dentro del simposio, además del intercambio de ideas, la disertación, la discusión crítica y la aclaración de dudas, debe evaluarse y ajustarse el proceso de formación, tanto por el profesor como por los educandos.

Las conferencias, que se ofrecerían semanalmente, versarían sobre temas complementarios —de sostén a los simposios y proyectos que se estén

realizando— como historia y nuevos desarrollos de la ingeniería química; la institución y la educación superior en el país; el arte, la filosofía y la ciencia; el hombre como ser humano y social; el patrimonio cultural colombiano; economía política; y tantos otros cambiantes en el tiempo. Los conferencistas serían tanto profesores como profesionales de la industria o investigadores.

Las visitas industriales, con base en grupos pequeños, del orden de diez educandos, bajo la orientación compartida de un profesor y un profesional de la industria, se realizarían a plantas químicas de la región, a razón de una por mes y durante un día. Una vez realizada la visita, el grupo intenta comprender globalmente los procesos de la planta y el detalle pertinente que motivó la visita, contrasta su apreciación mediante consultas bibliográficas y conversaciones con el profesor, elabora y sustenta un informe.

Así, los simposios, las conferencias, las visitas industriales, la consulta en biblioteca, el trabajo de laboratorio y planta piloto y la permanente disertación con los profesores se convertirían en el magno alimento, soporte y sostén —como satélites— de los proyectos de grado y sería la filosofía de trabajo en la Universidad, durante todos los semestres, como cotidiana labor. También así, se mantendría una trilogía: educandos, profesores y profesionales de la industria; trilogía potencial para forjar un camino mejor.

Sistema de calificación

En lo que corresponde al primer semestre, cuando aún el educando ve difusamente el horizonte de su carrera, la institución no debe emitir una nota que cause el retiro del educando o la repetición, total o parcial, del semestre. No obstante, la institución, por medio de sus profesores, tiene ya un concepto sobre la inclinación, la capacidad y la dedicación de cada educando. Tal concepto, que va refinándose con el tiempo, permite a la institución enfocar la atención para orientar al educando.

Para los demás semestres, las notas deben emitirse por cada simposio contemplando la porción objetiva del rendimiento —con base en variadas formas de exámenes— y la porción subjetiva —con base en el concepto inmaterial tanto del profesor como del educando. Es decir,

debe contemplarse la autoevaluación, aunque sea en pequeña proporción, del trabajo personal del educando; autoevaluación que debe aumentar la proporción semestre a semestre.

De otra parte, los exámenes deben alejarse de medir conocimiento puro, comprensión y aplicación solamente, para acercarse a medir el dominio del conocimiento en sus niveles de análisis, síntesis y producción de juicios de valor, mediante construcción de párrafos, objeción de temas, formulación de aplicaciones y tantos otros.

Así mismo, los exámenes deben hacerse por grupos, con acceso a toda fuente de información. Y el profesor, en vez de tener presencia vigilante —muchas veces de pasividad contagiosa— debe estar en actitud orientadora y de detección de vacíos para establecer las acciones que correspondan. No debe existir el temor de la "copia" porque el profesor y los educandos —en virtud de su gran interacción— deben conocerse mutuamente bien y, en consecuencia, el profesor puede establecer los diálogos pertinentes y el seguimiento del caso; además, porque como los exámenes no cuestionarían la respuesta numérica aislada o el segmento W del capítulo X del texto Z —sino por juicios de valor, donde lo determinístico es apenas una herramienta—, es absurdo pensar en que se "copie" la creatividad.

EPILOGO

En la actualidad hay esparcidos por los cuatro puntos cardinales un buen número de profesionales colombianos de la ingeniería química, formados a pulso, primero en la Universidad y luego en su medio de desempeño, ejerciendo genialmente la profesión, con espíritu inquieto. Sin embargo —por sana visión y no por rebeldía de oficio— al reestructurar los planes de estudio en las Facultades y abordar metodologías, otras políticas para los proyectos de grados y otros sistemas de calificación— que respondan a nuestra realidad y forjen la trilogía: educando, profesor universitario y profesional de la industria química— se favorecerá la visualización y construcción de un mejor sendero para nuestro desarrollo industrial colombiano; así como la formación de un profesional crítico con espíritu creativo e investigativo.

BIBLIOGRAFIA

- AREVALO Luis. **El despegue por impulso propio**. Cooperativa nacional de artes gráficas. Bogotá, enero 1983.
- BEUT Mario. **La ingeniería química y el desempleo: ideas y propuestas al respecto**. Integral industrial, número 65. Medellín, abril 1985.
- CARPIO Agustín, BARRAL Angel. **Proyección de la enseñanza de la ingeniería química**. Anales X Congreso Interamericano de Ingeniería Química. Santiago, noviembre 1983.
- FUNDACION UNIVERSIDAD DE BOGOTA. **Memorias del Seminario sobre Tecnología Educativa**. Bogotá, agosto 1981.
- INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR. **Diagnóstico de la educación superior 1973-1983**. Editora Guadalupe. Bogotá, enero 1985.
- LEAL Francisco. **Consideraciones históricas que justifican la reforma del sistema universitario colombiano**. Comisión Universidad - Diálogo Nacional. Bogotá, mayo 1985.
- LOPEZ Carlos. **Bases para una política universitaria del partido liberal**. Foro universitario. Bogotá, noviembre 1983.

8. NAVARRO Néstor. **Ser y quehacer de la Universidad**. Comisión Universidad - Diálogo Nacional. Bogotá, mayo 1985.
9. RODRIGUEZ Jaime. **Algunas reflexiones sobre la Universidad en crisis**. Comisión Universidad — Diálogo Nacional. Bogotá, abril 1985.
10. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - RECTORIA. **Hacia un proyecto de Universidad**. Medellín, mayo 1983.
11. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - DEPARTAMENTO DE EDUCACION. **Memorias del Seminario sobre metodología de la enseñanza de la ingeniería**. Bogotá, junio 1982.
12. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - DEPARTAMENTO DE EDUCACION. **Técnicas de grupo**. Bogotá, 1981.
13. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUIMICOS. **Plan de desarrollo 1983 - 1986**. Medellín, 1983.
14. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - FACULTAD DE INGENIERIA. **Hacia un plan de desarrollo**, Bogotá, abril 1985.
15. VARELA Rodrigo. **El área económico administrativa en la formación del ingeniero**. ION, volumen 8, número 1. Bucaramanga, diciembre 1984.