

# LA INGENIERIA DE PROCESOS QUIMICOS: UNA VISION ALTERNATIVA DEL PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA

*Alfonso Conde Cotes, Profesor Asociado del  
Departamento de Ingeniería Química,  
Universidad Nacional de Colombia.*

---

Se dice<sup>1</sup> que la universidad debe formar hombres libres - por su capacidad de criticar el conocimiento socialmente válido - para transformar la sociedad. Además de la orientación general, presentada para toda la universidad, cada división natural o artificial del conocimiento reproduce, o debe reproducir y concretar esa misión también en su campo particular: es decir, debe contribuir a formar en el ejercicio de la crítica (análisis) y generación (síntesis) del conocimiento.

---

*1 A. Conde. "Reflexiones sobre la Universidad Colombiana", Ingeniería E Investigación, 1995 (Esta edición)*

No se trata entonces simplemente de presentar el saber "actualizado" de un área particular; esa presentación debe ir acompañada de la discusión sobre la evolución de ese conocimiento y del método que ha facilitado su generación, pero ante todo, debe ir unida a la práctica del análisis y la síntesis.

Todo proceso académico incluye la combinación del debate teórico con la posibilidad de la validación empírica de las ideas. Los llamados laboratorios permiten constatar el nivel de aproximación de un modelo teórico a la realidad y, en consecuencia, corregir el

rumbo del proceso de construcción del conocimiento. Su utilidad no se cuestiona. En ese mismo sentido se plantea la necesidad de realizar "ejercicios prácticos" en relación con las actividades formativas fundamentales presentadas anteriormente, referidas al área particular del conocimiento de nuestro interés.

## LA INGENIERÍA DE LOS PROCESOS QUÍMICOS

El Ingeniero de Procesos ha sido definido como aquel que tiene la responsabilidad de crear sistemas de procesamiento de la materia que, en forma económica, segura y sin alteración perjudicial del ambiente, transformen

materias primas, energía y conocimiento en productos de utilidad. Su labor se centra en el análisis y la síntesis de procesos, para lo cual desarrolla labores de descomposición, modelación y simulación (análisis), y de diseño, evaluación, optimización y control (síntesis) según se trate de un proceso dado o de su gestación.

El proceso es un sistema conformado por elementos (equipos) y sus relaciones físicas controlantes, que interactúa sobre el medio externo recibiendo de él impulsos en forma de materias primas y energía y devuelve productos útiles para el hombre. El proceso es creado y operado por el hombre para su beneficio.

Por el objeto de su trabajo, la ingeniería de procesos constituye el enfoque, dentro de la ingeniería química, que más cercanamente puede desarrollar la función central definida para la universidad. No se niega la posibilidad del desempeño del profesional en otras funciones que también le son propias, pero la tesis que se formula habla de que una formación como la hasta ahora esbozada, referida a la globalidad de los procesos y que integra los elementos del saber normalmente asociados a la carrera, aventaja los requerimientos del ejercicio profesional medio, es decir, no desatiende el campo de trabajo, y permite formar individuos capaces de transformar.

La discusión tiene que ver con el contenido curricular de la carrera y con la metodología de su desarrollo.

## CONTENIDO CURRICULAR

La tabla 1 sintetiza la labor de formación del ingeniero químico de acuerdo con el enfoque sugerido. Allí se incluyen las áreas del conocimiento, clasificadas en cuatro niveles, que constituyen los requisitos mínimos de información que debe acopiar el futuro ingeniero, además de las actividades formativas a desarrollar durante su paso por la universidad y los objetivos del proceso, siempre presentes en el desarrollo de cada actividad.

El llamado Nivel I comprende elementos básicos de las áreas de ciencias naturales, ciencias sociales, filosofía, historia de la ciencia y la tecnología y el cultivo de las manifestaciones artísticas y culturales. Este nivel, al igual que los otros, no está concentrado en el tiempo sino que se distribuye a lo largo de los períodos académicos del programa de estudios.

El Nivel II, que se alimenta directamente del anterior, hace énfasis en aquellas áreas del conocimiento

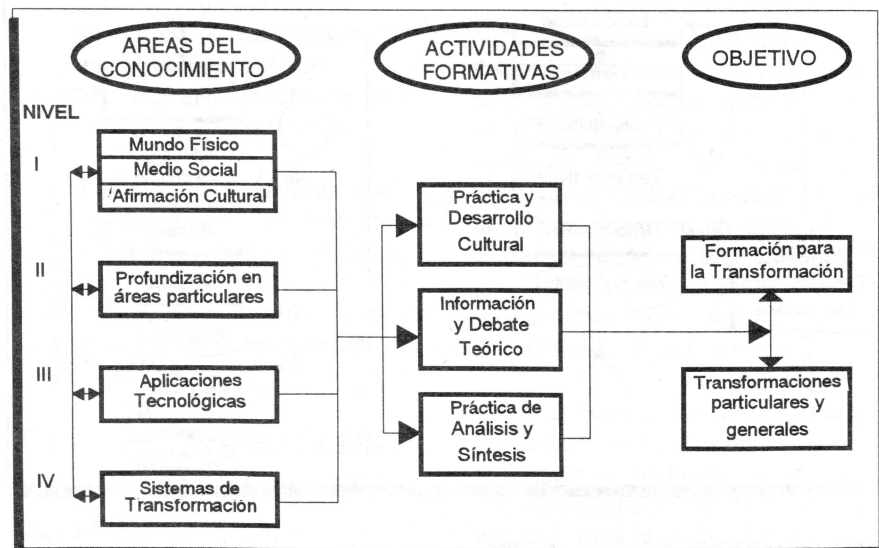
científico que más se relacionan con las operaciones de transformación físico-química de la materia. Así comprende la misma físico-química, los fenómenos de transferencia de momentum, energía y masa, herramientas matemáticas, economía y el conocimiento de la realidad del medio, desde el desarrollo de la producción química en el país hasta la geografía económica nacional.

El Nivel III hace referencia a las aplicaciones tecnológicas concretas que surgen como desarrollo de los conocimientos particulares del Nivel II y comprende las llamadas operaciones unitarias, los reactores químicos y los elementos de control y regulación.

El Nivel IV globaliza los anteriores en cuanto que requiere esa acumulación para dirigirla al análisis y la síntesis de procesos de transformación físico-química de la materia.

Las actividades formativas incluirán, en cualquier período académico, la información y el debate teórico unidos a la práctica de la crítica del conocimiento y la generación de saber de "nuevo" complementados

Tabla 1.  
Síntesis del Currículo



con aquellas actividades enriquecedoras del acervo cultural.

El proceso debe incidir doblemente sobre los objetivos centrales asignados a la universidad : formar para transformar y generar transformaciones.

Se hace énfasis en el último nivel.

### 3- NIVEL IV: SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN

Por su campo de trabajo es el área más cercana al objetivo particular de la carrera y también al objetivo de generar transformaciones directas como subproducto del proceso formativo, en cuanto compete a los ingenieros químicos. Es aquí en donde con mayor énfasis y rigurosidad debe realizarse la práctica del análisis y la síntesis.

Se plantea la posibilidad de centrar la labor de este nivel alrededor de la síntesis de procesos útiles, que puedan

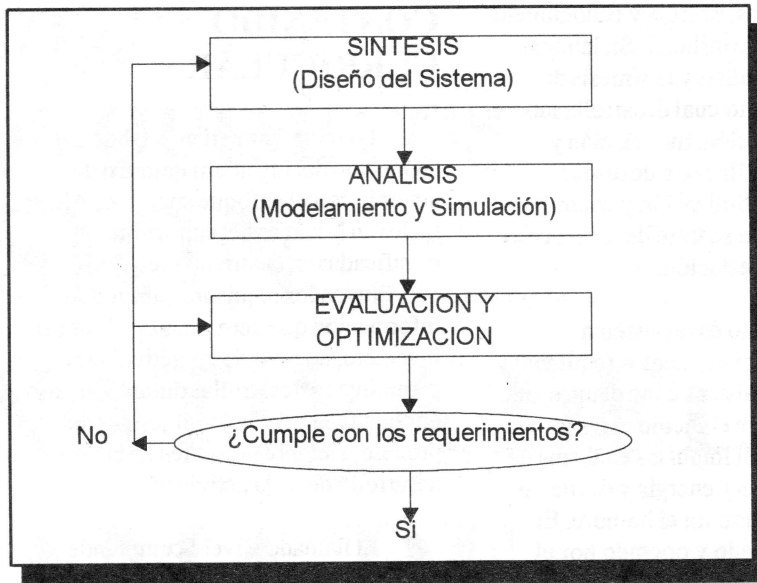


Tabla 2. Labor del Nivel IV

ser analizados y verificados parcial o totalmente (Tabla 2) de manera empírica. Naturalmente este proceso tendría que ser alimentado desde todos los niveles previos.

El trabajo parte de la formación de un banco de ideas sobre procesos o productos potencialmente útiles los cuales deberían someterse a una evaluación preliminar de su factibilidad. De acuerdo con ella se adoptaría la decisión de continuar la labor hacia la búsqueda de información pertinente al proceso y sus posibles operaciones, con la posibilidad de asumir tareas experimentales, para proseguir de acuerdo con lo esquematizado en la Tabla 3

Las actividades presentadas se distribuyen en el programa de estudios de manera tal que el estudiante participa de cada una de ellas pero asociadas con procesos diferentes, así :

- Proyecto de Grado : Cumple funciones múltiples. Es, de un lado, el alimento principal del banco de ideas de procesos por cuanto allí se investigan y desarrollan los elementos fundamentales que pueden constituir aportes a la

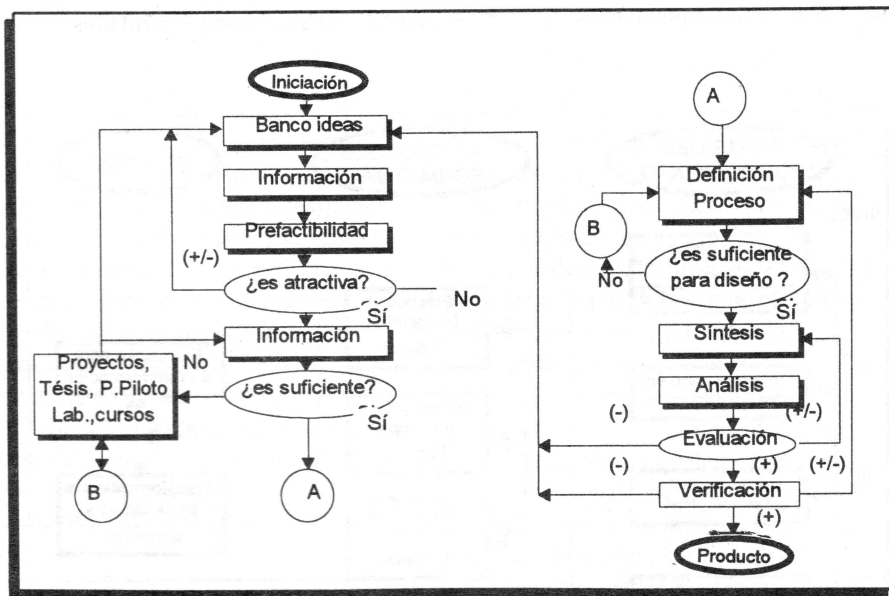


Tabla 3. Actividades hacia la síntesis y el análisis

---

## Todo proceso académico incluye la combinación del debate teórico con la posibilidad de la validación empírica de las ideas.

---

generación de vías de transformación de la materia. También puede producir información y herramientas de cálculo aplicables al análisis y la síntesis de procesos. Puede asimismo contribuir a la realización de estudios sobre la realidad de la industria química nacional de modo tal que se pueda, racionalmente, definir una escala de prioridades para el trabajo.

### - Procesos Químicos

(2 asignaturas): Realiza la labor de análisis y evaluación de procesos ya diseñados; ello implica la inclusión de técnicas para la descomposición, modelamiento y simulación de procesos, su aplicación sobre procesos típicos (propios o adoptados) y el propio desarrollo del análisis.

### - Ingeniería de Procesos

(2 asignaturas): Centra su atención en el diseño del proceso. A pesar de que se mencionan asignaturas, realmente se hace referencia al tiempo de dedicación por cuanto se trata de desarrollar un proyecto de diseño de proceso. Paralelamente se realizan conferencias relacionadas con técnicas de simplificación del trabajo y la divulgación de experiencias particulares que puedan allanar el camino.

### - Planta Piloto : Desarrolla la

verificación parcial o total de los procesos sintetizados y previamente analizados y evaluados. Contribuye además a la generación de información requerida por aquellos grupos en su labor de diseño de procesos.

- Nivel II : Genera, recopila y sistematiza información referida a propiedades de equilibrio y

transporte requerida para los objetivos de la síntesis. Analiza aspectos puntuales de los fenómenos de transferencia y la termodinámica de los procesos. Participa en la definición de técnicas de evaluación económica, aporta elementos de información y crítica del desarrollo de la producción nacional. Contribuye con estudios de prefactibilidad.

- Nivel III : Crea herramientas de análisis y síntesis referidas a elementos de proceso. Realiza evaluaciones parciales del diseño de equipos que permitan caracterizar la sensibilidad paramétrica. Aporta iniciativas acerca del control y regulación de las variables centrales de un proceso y sus equipos. Estudia alternativas de unidades de separación, de reacción y de transferencia de calor no manejadas suficientemente por el grupo a cargo de la síntesis.

La visión que se presenta, que afecta realmente el desarrollo de todo el programa curricular, pone a girar las actividades alrededor del Nivel IV de globalización y permite el cumplimiento de los objetivos de formación y de generación.

## EFFECTO SOBRE LOS PROFESORES Y LOS ESTUDIANTES

La organización de los profesores en el Departamento de Ingeniería Química conviene definirla según el tipo de proceso, de acuerdo con la formación y el interés de cada uno; así se plantea la posibilidad de formación de grupos de procesos orgánicos, inorgánicos y biológicos, cuya responsabilidad iría desde la proposición y preparación de temas a ser manejados desde la investigación hasta la verificación de los productos del diseño, pasando por el desarrollo de producto y proceso y, es claro, hasta la síntesis y el análisis del último. Esta organización estimula la producción de conocimiento, en todos los niveles, incentiva la investigación y permite la desconcentración del trabajo al colectivizarlo.

Los estudiantes, al igual que los profesores, ven afectada la cantidad y clase de trabajo. Habría menos labor de clase presencial para incrementar el trabajo dirigido, a ser realizado en el tiempo que defina el estudiante dentro de un cronograma racional acordado con su grupo, que incluye a los profesores. Profesores y estudiantes modificarían su relación tradicional por cuanto ambos formarían parte de un equipo con la misión de formación y producción.

Esta visión que se presenta permite al estudiante participar, en distintos momentos, en todas las labores propias de la gestación, desarrollo, definición, síntesis, análisis, evaluación y verificación de procesos. No se presentaría la "especialización" alrededor de un proceso por cuanto al ser las actividades distribuidas en el tiempo, cada una de ellas se relacionaría con procesos diferentes, con pocas probabilidades de coincidencia.

En suma, la propuesta acerca el proceso formativo a los objetivos universitarios y deja como subproducto procesos que han sufrido el recorrido necesario para su eventual aplicación.