

Estudios de fundamentación y análisis del mercado de trabajo profesional que condujeron a la creación o modificación de planes de estudio del área química. El artículo que presentamos ahora es un ejemplo de lo que se desea en esta sección, pues de manera sucinta refleja perfectamente el perfil del profesional deseado y las líneas generales pedagógicas de su formación.

# La formación del ingeniero químico en Cuba

*Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas\**

El principal objetivo de la actuación del ingeniero químico es producir productos químicos y bioquímicos con la calidad requerida y al más bajo costo posible. Entre sus funciones está investigar, desarrollar y diseñar tanto la totalidad del proceso, como los equipos utilizados en él. Debe lograr con posterioridad que la operación de la planta se realice económicamente con eficiencia y seguridad, sin perjudicar el medio ambiente y garantizando que los productos satisfagan los requisitos y especificaciones establecidos.

En la República de Cuba se trabaja en la formación de ingenieros de perfil amplio, que puedan dar respuesta a las diversas ramas de la industria, esto es, la industria química, la azucarera, la biotecnológica y la de alimentos, con un plan de estudios de cinco años de duración.

Algunas publicaciones relacionadas con las tendencias en la enseñanza de la ingeniería química (Bird, 1980; Díaz, 1986; Hougen, 1977; Septenary Committee, 1985) así como los diagnósticos de calidad del egresado, permitieron definir los siguientes lineamientos fundamentales a utilizar en el perfeccionamiento del plan de estudios:

1. Utilizar desde el primer año, y en todas las disciplinas con condiciones para ello, el idioma inglés, los criterios económicos, el uso y generación de la información científico-técnica y las técnicas de computación.
2. Incrementar el desarrollo de actividades que propicien la visión integral de fenómenos y procesos.
3. Desarrollar la capacidad de autoeducarse, a través de trabajos que incluyan contenidos no abordados en clases.
4. Reducir la carga docente convencional para elevar el trabajo independiente.
5. Garantizar una base científica con la amplitud y solidez necesaria para entender los fenómenos más comunes en el ámbito de la profesión.
6. Incrementar la cultura técnica desde el primer año con el empleo de normas, manejo de tablas y nomogramas, conocimientos de métodos de protección e higiene del trabajo y otros.
7. Diseñar los contenidos de las asignaturas de forma tal que se garantice el dominio de las habilidades profesionales declaradas en el plan.
8. Precisar en las asignaturas de aplicación el empleo de los

principios básicos y métodos de trabajo, para desarrollar en el estudiante la capacidad para el análisis de situaciones nuevas.

9. Desarrollar una ética profesional consciente, mediante el análisis de situaciones propias de la profesión y sus implicaciones sociales económicas y legales, destacando su responsabilidad.

Atendiendo a estos lineamientos, quedó definido el modelo del profesional y la distribución de disciplinas del plan de estudios, con el trabajo de valiosos profesionales de los centros universitarios y las industrias vinculadas al perfil, agrupadas en la Comisión Nacional de Carreras (Plan de estudios, 1990).

La relación de disciplinas del plan, el total de horas dedicadas a cada una, así como sus contenidos fundamentales, se presentan en la Tabla 1.

Las asignaturas pueden agruparse en cuatro ciclos: de formación general (10%), básico (12%), básico específico (14%) y de formación profesional (64%).

El ciclo de formación profesional incluye el trabajo de vinculación con la industria y puede ser desglosado en horas dedicadas a la actividad académica (24.7%) y horas de vinculación laboral directa (39.3%).

Otro índice que demuestra el peso que ha sido dado a la adquisición de habilidades profesionales, es la relación entre las clases teóricas y otras formas de componente académico, que es de 0.41. En el anterior plan de estudios era de 0.96.

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos declarados en el modelo del profesional, que deben formar la personalidad y conocimientos del graduado del perfil, se elaboraron los objetivos a alcanzar en cada año académico, precisamente la profundidad en que se requiere una habilidad o conocimiento dado, caracterizado en tres niveles: reproductivo, productivo y creativo.

Para lograr cada uno de los objetivos del año, se requiere la participación coordinada de todas las asignaturas que se imparten en un semestre o año, y por tanto no pueden quedar a la espontaneidad de cada docente. La creación del colectivo de año como elemento rector del proceso docente a nivel de año, permite realizar acciones coordinadas entre diversas asignaturas, fijar trabajos curriculares de integración e impartir las asignaturas del año con una articulación lógica y evidente, pero no siempre alcanzada en planes anteriores. Este colectivo es dirigido por un docente de categoría principal, nombrado al efecto.

En el colectivo se precisan las acciones a seguir con estudiantes que demuestran alto rendimiento académico y que incluyen: modificaciones del plan de estudios con la aprobación del Rector del centro, participación en trabajos de investigación que se

\* Decana de la Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría", Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba.  
**Recibido:** 9 de octubre de 1993; **Aceptado:** 3 de febrero de 1994.

Tabla 1. Disciplinas del plan de estudios.

Disciplina	Horas totales	# asignaturas	Descripción
Matemática	288 (4.5%)	4	
Física	224 (3.5%)	3	
Dibujo	70 (1.1%)	1	
Idioma	224 (3.5%)	3	Inglés
Ciencias Sociales	228 (3.5%)	3	
Educación Física	192 (3.0%)	4	
Fundamentos químicos y biológicos	623 (9.3%)	9	Inorgánica (2), Orgánica (2) Análisis químico, Quím.-Fís (2), Bioquímica y Microbiología
Análisis de Procesos	328 (5.1%)	5	Computación, Estadística, Métodos numéricos, Optimización, Modelación matemática
Principios de ingeniería química	281 (4.4%)	3	Balance de masa y energía, Termodinámica técnica y Termodinámica química
Ingeniería de materiales	171 (2.7%)	3	Corrosión, Complementos de mecánica y Diseño de equipos
Operaciones unitarias	801 (12.5%)	9	Flujo de fluidos, Separaciones mecánicas, Calor, Masa (2), Reactores (2), Fenómenos de transporte, Tratamiento de aguas y residuales
Fundamentos de automatización	184 (2.9%)	3	Electrotecnia, Instrumentación, Controles
Ingeniería de procesos	2 788 (13.5%)	11	Práctica en industrias, Talleres, Proyectos de curso, Economía de empresas, Diseño de plantas y Trabajo de diploma

realizan en la Facultad, convocatoria a exámenes de premio, etcétera.

En el ciclo de formación profesional se destaca la disciplina Ingeniería de Procesos, la que está llamada a constituir el núcleo central de la enseñanza de la profesión, con un carácter integrador, para eliminar la fragmentación de la realidad que se introduce con la enseñanza por asignaturas. Este proceso de integración implica que el conjunto de conocimiento se aplique a tareas propias del ejercicio de la profesión, comenzando desde el primer año.

Esta disciplina incluye formas organizativas de enseñanza que difieren de las usadas por otras disciplinas del plan de estudios: los talleres de habilidades, la práctica en la industria y los proyectos de curso.

Los talleres de habilidades tienen como objetivo que el estudiante adquiera habilidades que lo vinculen con la profesión. Para ello, en el primer año se realizan 16 talleres de cuatro horas de duración cada uno, en los que los estudiantes se familiarizan con los instrumentos de medición, el instrumental de un taller eléctrico y mecánico, adquiriendo habilidades propias de éstos (conexiones eléctricas, confección de roscas, etcétera), los diferentes tipos de válvulas, medidores de flujo, sistemas de bombeo

de líquidos e intercambiadores de calor. Al finalizar el curso, el estudiante realiza la instalación de un sistema simple utilizando los conocimientos ejercitados en los talleres, de forma individual.

En la práctica en la industria, el estudiante trabaja bajo la tutoría de profesionales de la producción o de docentes, con dos objetivos fundamentales: la realización de una tarea técnica que ayude a la solución de un problema en la industria, y la familiarización con las actividades que el ingeniero químico realiza una vez graduado. Así se fijan en el programa de la práctica los requisitos de destreza en la explotación, el control, y otras habilidades desarrolladas en los equipos existentes y que han sido estudiados en otras disciplinas.

Para la realización de las tareas científico-técnicas se valoran problemas existentes en la industria que estén en correspondencia con los conocimientos recibidos por el alumno o que puedan ser adquiridos por sí mismo. El hecho de tratarse de un problema real, obliga a la integración de conocimientos. La defensa del trabajo se realiza ante un tribunal.

Actualmente la estancia en la industria se realiza por tres semanas en primer año, cinco semanas en segundo año y ocho semanas en tercero y cuarto años.

Los proyectos de curso se elaboran desde el primer año, con

un grado de complejidad creciente, y se desarrollan de forma activa, siendo responsabilidad del estudiante completar la información requerida para dar solución a la tarea planteada.

En el desarrollo de los proyectos se utilizan técnicas de trabajo en grupo como parte de la formación de los estudiantes en técnicas de dirección.

El último proyecto que se realiza tiene carácter de trabajo de diploma para optar por el título de ingeniero químico, y tiene una duración de un semestre académico.

Por otra parte, debe señalarse que la vinculación universidad-industria no se materializa sólo en los periodos de práctica diaria en la fábrica, sino que desde hace años se ha trabajado en el desarrollo de un conjunto de centros de producción que, actuando en estrecha coordinación con los centros universitarios, permita la impartición de una docencia de mayor calidad. Estos centros reciben el nombre de Unidades Docentes y permiten vincular al proceso docente lo más actualizado del desarrollo de la ciencia, la técnica y la producción, revelar y analizar los factores que determinan las relaciones de la teoría con la práctica en cada actividad concreta y derivar generalizaciones de esta interacción que enriquezcan el trabajo tanto del centro de Educación Superior como del centro de producción.

En la Facultad de Ingeniería Química del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (ISPJAE) se seleccionaron cuatro Unidades Docentes: una refinería de petróleo, un complejo azucarero, un complejo lácteo y una industria biotecnológica.

Las actividades que se realizan durante el período de clases pueden ser: clases teóricas, clases prácticas o talleres, prácticas de laboratorio, proyectos de curso y visitas de familiarización.

Las visitas de familiarización están dirigidas a los estudiantes de primer año y es la primera actividad que realizan al ingresar a la universidad.

La impartición de conferencias se dirige hacia aquéllas en las que el nivel de abstracción de lo explicado resulta conveniente presentar el contenido a la vez que se observa lo descrito, utilizando equipos desactivados, en línea y paneles de control.

En los talleres, el docente presenta métodos rápidos de cálculo usados en la industria y compara los resultados con los métodos rigurosos estudiados en las clases teóricas, analizando la confiabilidad de los métodos rápidos.

La realización de prácticas de laboratorio va encaminada a comprobar cálculos y propiedades que complementan el conocimiento de un tema, fundamentalmente en aquellas asignaturas en las que la ausencia de la base material adecuada en la universidad conspira contra la formación del alumno, resultando aconsejable utilizar la instalación industrial en la que la base técnico-material ya existe. El inconveniente de no poder modificar los parámetros del proceso para comprobar las variaciones que provocan sobre las variables de interés, se salva con el auxilio de la simulación por computadora.

Las transformaciones realizadas en la enseñanza de pregra-

do, con la reducción de las especialidades para la formación de un ingeniero de perfil amplio, han llevado al reanálisis del sistema de educación posgraduada. Ha quedado establecido que una vez graduado, el profesional debe continuar la superación desde su puesto de trabajo, conformándose un sistema que incluye como elementos:

- 1) el estudio individual o autopreparación;
- 2) el adiestramiento laboral, que cubre una etapa formativa bajo la guía de un tutor, con la correspondiente evaluación de las posibilidades del graduado para su desarrollo posterior;
- 3) la actualización de los conocimientos mediante cursos, entrenamientos y estudios de posgrado, y
- 4) las especialidades de posgrado y doctorados.

### Conclusiones

La formación del ingeniero químico en Cuba se encamina a la obtención de un profesional de perfil amplio que se caracterice por un dominio profundo de la formación básica. Por otra parte, debe poder desarrollar, independiente y creadoramente, los problemas más generales de la profesión, que se le presentarán una vez graduados, por lo que se estimula en la formación de pregrado el desarrollo de la independencia y la creatividad, con la aplicación de métodos activos de enseñanza. Es el colectivo de año el responsable de lograr el cumplimiento de los objetivos integradores.

Para lograr el equilibrio entre los conocimientos adquiridos y las habilidades desarrolladas, el vínculo laboral por periodos concentrados es un medio idóneo, pues consolida la formación del estudiante al enfrentarlo a las condiciones reales de la industria.

El vínculo con la producción, en las Unidades Docentes y en las restantes industrias en que se ubique a los estudiantes, ha permitido:

- incrementar la vinculación de los docentes con la realidad de la producción y los servicios.
- ilustrar las clases con aspectos de carácter práctico, haciendo uso de ejemplos y aplicaciones.
- enseñar al estudiante, cómo fundamentar teóricamente lo que cotidianamente sucede en la práctica.
- interrelacionar las asignaturas con lo aplicado de éstas en la práctica industrial, introduciendo en el proceso docente los métodos más comunes en la industria.

Las modificaciones más importantes realizadas al plan de estudios han permitido que el actual tenga las siguientes ventajas:

- mayor flexibilidad, lo que permite su perfeccionamiento permanente.
- introducción de la disciplina integradora que posibilita el análisis de problemas reales e incluye la realización de laboratorios multidisciplinarios.
- mayor independencia del alumno al realizar actividades curriculares.

— mejor equilibrio entre conocimientos y habilidades profesionales.

Finalmente, la adecuada preparación del profesional requiere que éste continúe transitando por el sistema de educación posgraduada al concluir sus estudios de pregrado.

### Referencias

- Bird R. *et al.*, "The role of Transport Phenomena in Chemical Engineering Teaching and Research: Past, Present and Future", en "History of Chemical Engineering", *Adv in Chem. Series* 190, Am. Chem Soc. Ed., p. 154-165, Washington DC, 1980.
- Díaz, R. y Zumalacárregui, L., *Algunas consideraciones para el perfeccionamiento de los planes de estudio de las especialidades del perfil químico*, Ministerio de Educación Superior, Cuba, 1986.
- Hougen, O, "Seven Decades of Chemical Engineering", *Chem. Eng. Prog.* 73[1] 89-104, 1977.

*Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la República de Cuba*, Ministerio de Educación Superior, Cuba, 1990.

Report by the Septenary Committee, "Chemical Engineering Education for the Future", *Chem. Eng. Prog.* oct. 1985.

### LOURDES ZUMALACÁRREGUI DE CÁRDENAS

Graduada de Ingeniería Química en 1972 en la Facultad de Tecnología de la Universidad de la Habana (actualmente Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, Ciudad de la Habana, Cuba). Vinculada a la docencia universitaria desde su graduación, fundamentalmente en las áreas de Química-Física y Termodinámica Aplicada. Ostenta la categoría docente de Profesor Auxiliar. Tiene nivel de especialista en Análisis y Control de Procesos (M. en C. equivalente). Ocupó durante cinco años la responsabilidad de Vice-decana de la Facultad de Ingeniería Química del Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, y hoy es su Decana.

SERIE  
**TEORIA Y PRACTICA**  
HARCOURT BRACE JOVANOVICH



Esta serie contiene puntos clave para el aprendizaje actualizado, conciso y completo para los primeros semestres de carreras de las áreas:

**Económico Administrativa, Físico Matemática, Química y Computación.**

En cada título se incluyen:

- Cursos para principiantes en forma de compendio
- Ejemplos y problemas resueltos
- Ejercicios complementarios
- Exámenes semestrales y finales
- Textos actualizados
- Repaso de conocimientos básicos



**SITESA**

SISTEMAS TÉCNICOS DE EDICIÓN, S.A. de C.V.

San Marcos 102, Tlalpan  
14000 México, D.F.  
Apartado Postal 22-311, 14060 México, D.F.  
Teléfono 655-91-44 con 23 líneas  
Fax 573-94-12  
Télex 1771410 SITEME