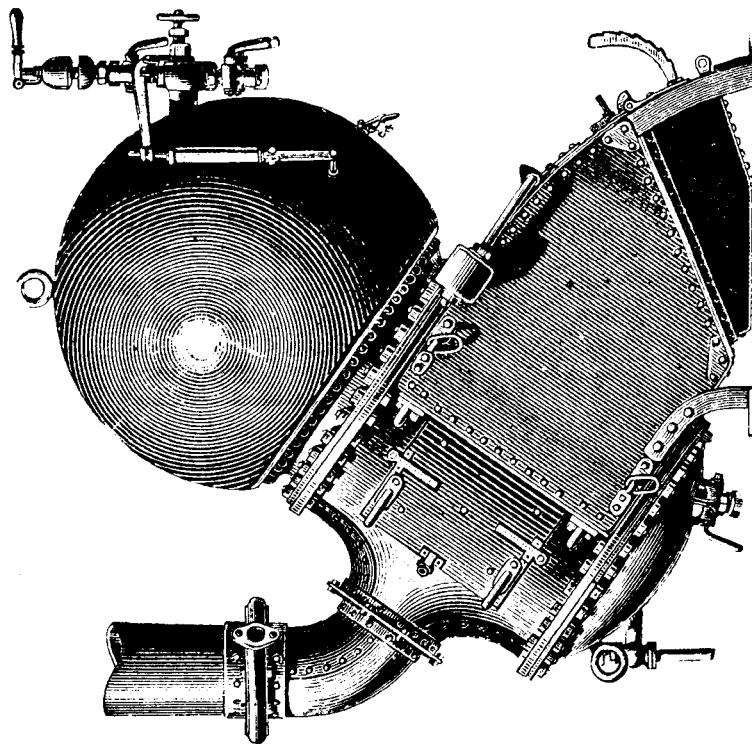


Ingenieros químicos: ¿Qué habilidades requieren?*

EXTRACTO

Los ingenieros químicos tienen varias opciones para ser útiles a las cambiantes necesidades de la sociedad. Aunque individualmente tienen diferentes metas, el logro de sus propósitos requiere de un conjunto de habilidades básicas y otro de habilidades específicas en las áreas de la tecnología seleccionada. El Nuevo Comité Tecnológico del AIChE (NTC), desarrolló un currículo de ingeniería química, y obtuvo recientemente una matriz de habilidades y tecnologías, que proporciona una base para seleccionar las destrezas requeridas a fin de alcanzar dichos objetivos conforme se avanza en la carrera o se pone en marcha un proyecto. Este estudio se efectuó tomando en cuenta los factores del entorno, identificando oportunidades tecnológicas y seleccionando una serie de habilidades. Para ello, se eligió un conjunto común de habilidades básicas y otro de habilidades específicas para cada tecnología.



(*) *Resumen tomado de "Chemical Engineers: what skills are needed?, AIChE, Washington D.C., diciembre de 1987. Tr. por Lucía Alvarez A. y Agueda Saavedra R., Departamento de Idiomas, Facultad de Química, UNAM.

te la transición de una economía basada en la nueva maquinaria textil, mejores métodos de extracción del carbón y de producción de hierro, nuevas técnicas agrícolas y generación de vapor, a otra que se centró en el acero, los ferrocarriles, los buques de vapor, la mecanización del campo y la elaboración de productos químicos. Debido a ello, los métodos que el ingeniero químico ha usado y los problemas que ha resuelto se han transformado poco a poco desde su inicio. La tabla 1 ilustra las etapas principales de este desarrollo.

Es igualmente trascendente entender las tendencias tecnológicas. Por ejemplo, en lo que se refiere a las comunicaciones, se ha transitado del periodo del telégrafo (1850s), al del teléfono (1900s), las microondas (1960s) y la óptica (1990s). Ello ha transformado el modo como el ingeniero químico utiliza la información, realiza diagnósticos o monta esquemas de análisis de procesos y de seguimiento "en línea". El ambiente actual se caracteriza por la reestructuración industrial, la transferencia internacional de tecnología, el desplazamiento hacia la industria de los servicios y la reaparición de la figura del empresario. La mayoría de los planes nacionales e internacionales de desarrollo incluyen el procesamiento de información, la atención a la salud, el abastecimiento de energía y alimentos, las repercusiones ecológicas, las

aplicaciones espaciales y el control de la violencia. Con base en esta situación, se derivan las áreas de desarrollo profesional de la tabla 2 y las recomendaciones curriculares de la tabla 3.

Agricultura	Tecnología de la información
Producción química	Materiales y su procesamiento
Defensa	Sector médico
Sistemas de energía	Control de Procesos
Control/Servicio del Ambiente	Sensores/Instrumentación
Alimentos	Sistemas espaciales/ procesamiento
Salud y Seguridad	Transportación

El informe culmina con un ejemplo del currículo académico para el ingeniero químico, que incluye un cuerpo central de conocimientos básicos y un resumen de habilidades específicas dependientes del área tecnológica de especialización (ver tabla 4). Vale la pena comparar esta tabla con la número 5, en la que se ha vertido un plan de estudios típico de la década de los años cuarenta.

Tabla 1. Relación entre la ingeniería química y el ambiente externo

PERIODO	1850	1900	1950	2000
Ambiente externo	Economía extractiva, agricultura, minería Pequeña industria	Aparición del consumo masivo/manufactura Grandes empresas (crecimiento y fusión)	Automatización de tareas económicas para hacer frente a necesidades matriales y comerciales Necesidades bélicas, combustibles nucleares sintéticos	Interés en el medio ambiente Subeconomía militar Crecimiento paulatino de la industria de procesos químicos
Ingeniería química		Propiedad directa del negocio (empresarios, dueños, capitalistas)		
Métodos	Manufactura de productos específicos	Química industrial Guía en la experiencia	Operaciones unitarias	Ingeniería científica Guía en los conocimientos Diseño e ingeniería asistidos por computadora

Tabla 3. Habilidades del candidato/necesidades de capacitación

Matemáticas	Química	Ciencias Básicas			Ingeniería		Empresa/Gobierno
		Física	Biología	Otras	Básica	Diseño	Políticas/Leyes
Cálculo Variable compleja	Analítica ⁽¹⁾ Inorgánica Bioinorgánica	Cinemática Dinámica Gravitación	Biología molecular Biología celular Genética	Ciencia de la computación Geología	Termodinámica Procesos de transporte Procesos de separación	Control de procesos Diseño de procesos	Economía Administración de riesgos
Estadística Algebra lineal/ Ecuaciones diferenciales	Orgánica Productos químicos/ Petroquímicos/ Polímeros	Fluidos Calor Vibraciones/ondas Sonido	Ecología Reinos Evolución Toxicología	Geofísica Oceanografía Astronomía Psicología	Ingeniería de reacciones/ Cinética química Catálisis	Economía de procesos Administración operativa Seguridad de procesos	Confiableidad Administración de proyectos Teoría de decisiones
Análisis numérico Programación lineal Programación dinámica	Síntesis Física Orgánica Bioorgánica	Carga eléctrica/ Campos/Circuitos Magnetismo Electromagnetismo	Inmunología Fisiología animal Anatomía Sistema nervioso Sistema circulatorio		Procesos de fluidos y sólidos Simulación/optimación de procesos Nuclear Petróleo	Sistemas de energía Robótica Manufactura Procesamiento de metales	Políticas gubernamentales Arbitraje
Métodos matemáticos de la ingeniería química	Física Soluciones Electroquímica Coloides/Química de superficies Química nuclear Estructura cristalina/ crecimiento Teoría cuántica/ Mecánica ondulatoria Diagnóstico ⁽²⁾	Optica, incluyendo fibras, interruptores Relatividad Mecánica cuántica Física nuclear/ Radioactividad Partículas elementales Plasmas Estado sólido Biofísica	Digestión Reproducción etcétera Fisiología vegetal Fotosíntesis Reproducción etcétera		Minería Tecnología de gravedad cero Procesamiento de polímeros Criogenia Ciencia de materiales ⁽³⁾ Metalurgia ⁽⁴⁾ Tecnología de semiconductores ⁽⁵⁾ Electrónica ⁽⁶⁾ Análisis de sistemas de energía Hidrología/Hidráulica Mecánica ⁽⁷⁾ Civil ⁽⁸⁾ Eléctrica ⁽⁹⁾	Maquinaria eléctrica Equipo de cómputo Sistemas de microprocesadores Sistemas de transporte Control de contaminación del aire Tratamiento de aguas Tratamiento de desperdicios Apoyo a la vida Control de calidad	Contabilidad Mercadotecnia Seguros Comunicación escrita oral

(1) Análisis espectroscópico, cromatografía, electrogravimetría, etcétera.

(2) Cristalografía, haces moleculares, dispersión, esparcimiento de iones, difracción de electrones, etcétera.

(3) Aleaciones, cerámicas, polímeros, refractarios, conductores eléctricos, conductores ópticos.

(4) Física y de procesos.

(5) Procesamiento de películas delgadas, crecimiento de cristales, plasmas, grabado, ensamblaje, diagnóstico, etcétera.

(6) Transistores, circuitos, amplificadores, osciladores, equipo digital, microprocesadores.

(7) Acústica, electromagnetismo, magnetodinámica de fluidos, tribología, lubricación, soldadura/uniones, aerodinámica.

(8) Cinemática, dinámica, vibraciones, materiales para la construcción, cimentación, mecánica de sólidos.

(9) Teoría de redes transmisoras, procesamiento de señales, teoría de la comunicación, electrónica láser y óptica.

Tabla 4. Glosario de habilidades prioritarias para tecnologías seleccionadas

Area Tecnológica	Matemáticas	Química	Ciencias Básicas	Ingeniería		Empresa/Gobierno
				Básica	Diseño	Política/Leyes
Habilidades en el tronco básico	Cálculo Estadística Algebra lineal/ Ecuaciones diferenciales	Analítica Inorgánica Orgánica Física	Física Biología	Termodinámica Procesos de transporte Procesos de separación Ingeniería de reacción/ Cinética química	Control de procesos Diseño de procesos Economía de procesos	Comunicación
Sistemas de energía	Análisis numérico	Física Nuclear Electroquímica Diagnóstico	Física Electromagnetismo Nuclear Plasmas Estado sólido Mecánica cuántica Geología	Catálisis Procesamiento de fluidos y sólidos Simulación/optimización de procesos Nuclear Ciencia de materiales Análisis de sistemas de energía	Sistemas de energía Control de contaminación del aire Tratamiento de aguas Tratamiento de desperdicios Seguridad de procesos	Economía Administración de proyectos Políticas gubernamentales
Servicios del medio ambiente	Métodos matemáticos de la ingeniería química	Inorgánica Bioinorgánica Orgánica Bioorgánica Física Diagnóstico	Biología Ecología Toxicología Geología Oceanografía Psicología	Simulación/optimización de procesos Hidrología	Seguridad de procesos Tratamiento de aguas Tratamiento de desperdicios Control de la contaminación del aire Apoyo a la vida	Economía Administración de riesgos Confiabilidad Políticas gubernamentales
Electrónica		Física Electroquímica Química de coloides/superficies Cristales Estructura/crecimiento Diagnóstico	Física Optica Estado sólido Mecánica cuántica Ciencias de la computación	Simulación/optimización de procesos Tecnología de semiconductores Electrónica Eléctrica	Robótica Seguridad de procesos	

Tabla 4. Glosario de habilidades prioritarias para tecnologías seleccionadas

Área Tecnológica	Matemáticas	Química	Ciencias Básicas	Ingeniería		Empresa/Gobierno
				Básica	Diseño	Política/Leyes
Alimentos		Orgánica Bioorgánica Física Coloides/química de superficies Diagnóstico	Biología Molecular Celular Genética Fisiología vegetal Fisiología animal Física Biofísica Oceanografía	Catálisis Procesamiento de fluidos y sólidos Simulación/optimación de procesos Ciencia de materiales	Seguridad de procesos Manufactura Control de contaminación del aire Tratamiento de aguas	Políticas gubernamentales
Salud y seguridad		Orgánica Bioorgánica Física Diagnóstico	Biología Molecular Celular Genética Ecología Fisiología animal Toxicología Física Sonido	Simulación/optimación de procesos Ciencia de Materiales	Seguridad de procesos Tratamiento de aguas Tratamiento de desperdicios Apoyo a la vida Control de Calidad	Economía Administración de riesgos Confiabledad Políticas gubernamentales
Instrumentación y Control de Procesos	Métodos numéricos	Física Diagnóstico Soluciones	Física Optica Magnetismo Mecánica cuántica Estado sólido Biofísica Biología Molecular Celular Ciencias de la computación	Catálisis Simulación/optimación de procesos Tecnología de semiconductores Electrónica	Seguridad de procesos Robótica Manufactura Sistemas de microprocesadores Control de calidad	Economía

Tabla 4. Glosario de habilidades prioritarias para tecnologías seleccionadas

Área Tecnológica	Matemáticas	Química	Ciencias Básicas	Ingeniería		Empresa/Gobierno
				Básica	Diseño	Política/Leyes
Materiales		Inorgánica Bioinorgánica Orgánica Químicos/ Petroquímicos/ Polímeros Síntesis Bioinorgánica Física Coloides/química de superficies Soluciones Electroquímica	Física Electromagnetismo Plasmas Estado sólido Óptica Biología Molecular Celular Genética	Catálisis Procesamiento de fluidos y sólidos Tecnología de gravedad cero Procesamiento de polímeros Ciencia de materiales Metalurgia	Procesamiento de metales Seguridad de procesos	Economía
Sistemas espaciales		Física Cristales Estructura/crecimiento Diagnóstico	Física Electromagnetismo Óptica Relatividad Estado sólido Biología Molecular Celular Geología Astronomía	Catálisis Simulación/optimización de procesos Tecnología de gravedad cero Ciencia de materiales	Robótica Sistemas de microprocesadores Sistemas de energía Manufactura* Apoyo a la vida Seguridad de procesos	Administración de riesgos Economía

* Enfocado a estructuras espaciales, gravedad-cero

Tabla 5. Currículo típico de Ingeniería Química-1940

Matemáticas	Química	Ciencias Básicas	Ingeniería		Empresa/Gobierno
			Básica	Diseño	Políticas/Leyes
Cálculo	Analítica Inorgánica Orgánica Física	Física Calor Electricidad	Termodinámica Operaciones unitarias Flujo de fluidos Transferencia de calor Mecánica de materiales Mecánica/estática	Diseño de plantas químicas	Economía

Sociedad Química de México

Invita cordialmente a la comunidad química nacional al:

XXV Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada “La química de los materiales”

y al:

IX Congreso Nacional de Educación Química “La filosofía de la enseñanza experimental”

del 23 al 26 de agosto de 1989



Sede

Casa de la Cultura
Venustiano Carranza 101, Centro
2000, Aguascalientes, Ags.
Teléfonos 91 (491) 534 43

- Conferencias plenarias
- Conferencias divisionales
- Simposios
- Trabajos cortos
- Sesiones de carteles estudiantiles
- Sesiones de carteles de profesionales
- Exposición química:
 - Equipo
 - Reactivos
 - Libros

Informes

Sociedad Química de México, A.C.
Dr. Jaime Torres Bodet 176, 1er. piso
Col. Santa María la Ribera
Delegación Cuauhtémoc
06400, México, D.F.
Teléfono 91 (5) 547 0790