

El avance de la Ingeniería Química



Evolución histórica de la industria química

Industria química:

Industria que se ocupa de transformar químicamente materias primas o productos iniciales (de origen natural) en otros de mayor interés, valor añadido y utilidad.

Elaboración de productos naturales usando el fuego:

Cocción cerámica, preparación de pigmentos, obtención de vidrio y metales, conservación de alimentos y otras materias orgánicas.

Evolución artesanal y movimiento alquimista (siglo XIV):

Relación de ciencia y tecnología experimentando al azar (destiladores, cristalizadores, evaporadores, hornos).

Revolución Industrial (Gran Bretaña, siglo XVIII): Invención de la máquina de vapor aplicada a nuevas industrias; textil, papel, jabón, vidrio; se necesitaban grandes cantidades de **ácidos y álcalis fuertes**.

Procesos innovadores:

- Obtención de ácido sulfúrico por el método de las cámaras de plomo (Roerbruck, 1749).
- Obtención de carbonato sódico mediante el proceso Leblanc (Leblanc, 1789).



En siglo XIX se establecen las **leyes químicas**: Avanza la industria química, descubriéndose nuevos productos y procesos; colorantes artificiales, neumáticos, productos farmacéuticos, explosivos, plásticos.

Renovación de los procesos clásicos:

- Obtención de ácido sulfúrico por el método de contacto (Phillips, 1870).
- Obtención de carbonato sódico mediante el proceso Solvay (Solvay, 1863).

Principios del siglo XX:

Importante desarrollo de la industria química en Alemania; proceso Haber-Bosch de síntesis de amoníaco, desarrollado por BASF en 1913.

I Guerra Mundial:

En EE.UU. desarrollan plantas de amoníaco para producir explosivos y craqueo térmico para obtener gasolina para los automóviles que Ford fabrica en serie.

II Guerra Mundial:

En EE.UU. desarrollan el proceso de fabricación de caucho artificial para producir neumáticos y el de reformado catalítico para obtener combustible octanado para aviones de combate; en Alemania desarrollan la obtención de gasolinas a partir de carbón y gas natural (proceso Fischer-Tropsch).

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolla la Petroleoquímica (combustibles, plásticos, química fina) compitiendo al mismo nivel las industrias químicas alemanas (BASF, Bayer, Hoechst) y estadounidenses (Du Pont).

A principios del siglo XXI la industria química está madura y ha evolucionado respecto a dos condicionantes externos: crisis energética y deterioro del medio ambiente.



La industria química en España

España posee algunas materia primas (pirita, sal común, silvinita), pero se incorpora tarde al movimiento social producido por la Revolución Industrial.

A finales del siglo XIX se comienzan a instalar empresas químicas en España, pero el estancamiento económico debido a la I Guerra Mundial, a la recesión de 1928 y a la Guerra Civil Española limitan el desarrollo (CEPSA, 1930; UNQUINESA, 1939).

Los Planes de Desarrollo (1964) crean los “polos” de Huelva, Tarragona y Puertollano, principalmente dedicados a la Petroleoquímica.

Debido a su dependencia del petróleo, se produce una crisis en la industria química española entre 1975 y 1981.

En la década de 1980 se supera la crisis racionalizando los procesos productivos, pero en la década de 1990 vuelve a producirse una crisis de inversión y producción debido a la globalización de los mercados.

A comienzos del siglo XXI el futuro de la industria química española está ligado al de la Unión Europea, siendo necesario favorecer innovaciones tecnológicas que mejoren la competitividad.



Los procesos químicos actuales

Los **procesos** químicos los llevan a cabo las **empresas** químicas, que fabrican sus productos en la **plantas** químicas.

Factores que determinan la **localización de la planta** química:

- Posibilidad comercial del producto: Capacidad de producción.
- Disponibilidad y coste de materias primas: Selección de la fuente de suministro.
- Tecnología disponible: Elección del procedimiento.
- Servicios auxiliares necesarios: Combustibles, electricidad, agua, vapor.
- Consideraciones socio-económicas: Disponibilidad y coste de la mano de obra, coste del terreno, incentivos económicos.
- Consideraciones ambientales: Normativa legal, mercado de subproductos.

Características de la industria química:

- Elevada inversión en investigación y desarrollo (I+D) de nuevos productos.
- Reducción del intervalo de tiempo comprendido entre la aparición de un nuevo producto y su fabricación industrial.
- Gran cantidad de capital necesario para la construcción y puesta en marcha de una planta industrial.
- Creciente automatización de los procesos.
- Disminución progresiva de la mano de obra necesaria, debido a la automatización.
- Aumento de la fracción de capital invertido en ahorro de energía y depuración.
- Tendencia a la integración vertical de la actividad empresarial (obtención de toda una gama de productos, desde los más básicos hasta los más transformados), para absorber las fluctuaciones en la demanda de productos.



Tipos de productos químicos:

- **Productos básicos** (*commodities*): son aquéllos de gran volumen de producción y coste reducido obtenidos a partir de las materias primas naturales, utilizándose cada uno de ellos en la fabricación de un gran número de otros más elaborados (*ácido sulfúrico, amoníaco, etileno*).
- **Productos intermedios** (*pseudocommodities*): son aquéllos de gran volumen de producción que se obtienen a partir de materias primas o de productos básicos, utilizándose cada uno de ellos en la fabricación de unos pocos productos más elaborados (*fenol, cloruro de vinilo*).
- **Productos de química fina** (*fine chemicals*): son aquellos productos intermedios de elevada pureza y especificaciones rigurosas, obtenidos en cantidades moderadas, y que se emplean en la fabricación de aditivos, fármacos o reactivos (*aminoácidos, vitaminas*).
- **Especialidades** (*specialties*): son aquellos productos que tienen las características deseada (incluido su envasado) para su utilización final y que se fabrican en menor escala pero en un gran número, siendo su valor añadido muy elevado (*insecticidas, detergentes, desodorantes, ambientadores*).

Algunos importantes procesos químicos actuales

Fuente	Materia prima	Industrias y productos básicos	Utilización
Atmósfera	Aire	Destilación: nitrógeno, oxígeno	Atmósferas inertes Combustiones
Hidrosfera	Agua dulce	Electrólisis: hidrógeno	Hidrogenaciones
	Agua de mar	Evaporación: cloruro sódico	Álcalis Vidrio Cloraciones
		Proceso Solvay: carbonato sódico	
		Electrólisis húmeda: cloro, sosa cáustica	
	Electrólisis seca: cloro, sodio		
		Bromo	Diversos usos

Algunos importantes procesos químicos actuales

Fuente	Materia prima	Industrias y productos básicos	Utilización
Litosfera	Sílice	Industria del vidrio	Construcción Óptica
	Arcilla	Industria cerámica	Construcción
	Caliza	Horno de cal: óxido cálcico, hidróxido cálcico	Álcalis
		Industria del cemento	Aglomerante
	Yeso	Industria del yeso	Aglomerante
	Azufre y sulfuros metálicos	Industria metalúrgica	Diversos usos
		Tostación: ácido sulfúrico	Abonos
	Rocas fosfáticas	Ácido fosfórico, fosfato potásico	Abonos
	Sales potásicas	Cloruro potásico, nitrato potásico	Abonos
	Carbón	Carboquímica	Prod. farmacéuticos Colorantes, perfumes Plásticos, cauchos
Petróleo	Petroquímica	Droguería Abonos, explosivos Disolventes, pinturas	

Algunos importantes procesos químicos actuales

Fuente	Materia prima	Industrias y productos básicos	Utilización
Biosfera	Vegetales	Almidón, sacarosa	Alimentación
		Látex, caucho, aguarrás	Neumáticos Pinturas
		Celulosa, rayón, industria papelera	Papel Vestido
	Animales	Algas, agar-agar	Alimentación
		Leche, lana, huesos, piel	Diversos usos
		Grasas, alcoholes grasos	Jabones Alimentación

Racionalización de la industria química: la Ingeniería Química

Ingeniería Química:

Disciplina que aporta un patrón de análisis y solución de los problemas de la industria química.

Orígenes europeos (G.E. Davis, Gran Bretaña, 1887) pero rápida expansión americana (L.M. Norton, EE.UU., 1888); en Alemania prevalece el “ingeniero de procesos” (“Verfahrensingénieur”) hasta 1960.

Primera etapa:

Descripción de secuencias de operaciones que tienen lugar en los procesos químicos.

Operación básica (A.D. Little, 1918):

Primera herramienta conceptual que considera etapas comunes a diferentes procesos que pueden ser estudiados de forma independiente.

Fenómenos de transporte (R.B. Bird, 1960):

Nuevo concepto que hace énfasis en la comprensión de los principios físicos; las operaciones básicas se fundamentan en el transporte de tres propiedades, cuya analogía puede permitir un tratamiento unificado.

Independencia de las disciplinas madres (generalización y abstracción):

Estudio de los procesos químicos mediante un conocimiento detallado de las operaciones básicas que se fundamentan en el transporte de propiedades (materia, energía, momento), la termodinámica y la cinética química.

Etapa de diversificación:

Tecnología ambiental, energética y alimentaria; polímeros, plásticos, materiales cerámicos y materiales compuestos; dinámica, simulación y control de procesos; economía y estrategia de procesos.

Principios del siglo XXI:

Técnicas de cálculo para resolver modelos complejos, utilización de ordenadores como herramientas de análisis y diseño.

Tecnologías de tratamiento de residuos

Tipo de tratamiento	Contaminante tratado	Operación empleada
<i>Efluentes gaseosos</i>		
Físico	Partículas en suspensión	Sedimentación Centrifugación Filtración
	Olores	Adsorción
Químico	Partículas en suspensión	Lavado
	Óxidos de azufre	Absorción
	Óxidos de nitrógeno	Absorción Reducción catalítica

Tecnologías de tratamiento de residuos

Tipo de tratamiento	Contaminante tratado	Operación empleada
<i>Aguas residuales</i>		
Previo	Sólidos gruesos	Sedimentación Trituración Cribado
	Aceites y grasas	Sedimentación
Primario	Sólidos en suspensión	Sedimentación Floculación Flotación
	Acidez	Neutralización
Secundario	Materia orgánica	Lagunas de aireación Filtros percoladores Fangos activados Digestión aerobia Digestión anaerobia Microfiltración
	Sólidos en suspensión	Sedimentación Flotación

Tecnologías de tratamiento de residuos

Tipo de tratamiento	Contaminante tratado	Operación empleada
<i>Aguas residuales</i>		
Terciario	Diversos contaminantes específicos	Sedimentación Filtración Adsorción Intercambio iónico Destilación Ósmosis inversa Electrodialisis Congelación Extracción
Diverso	Diversos contaminantes específicos	Precipitación Oxidación Reducción Desorción
	Desinfección	Cloración Ozonización Irradiación

Tecnologías de tratamiento de residuos

Tipo de tratamiento	Contaminante tratado	Operación empleada
<i>Residuos sólidos</i>		
Eliminación	Residuos agrarios, urbanos e industriales	Vertido controlado Incineración
Aprovechamiento químico	Residuos agrarios	Compostaje
	Residuos urbanos	Compostaje
	Residuos industriales	Tratamientos específicos
Aprovechamiento energético	Residuos agrarios	Procesos termoquímicos (combustión, gasificación, pirólisis) Procesos bioquímicos (fermentación alcohólica, digestión anaerobia)
	Residuos urbanos	Procesos termoquímicos
Reciclado	Residuos urbanos	Separación selectiva y reutilización

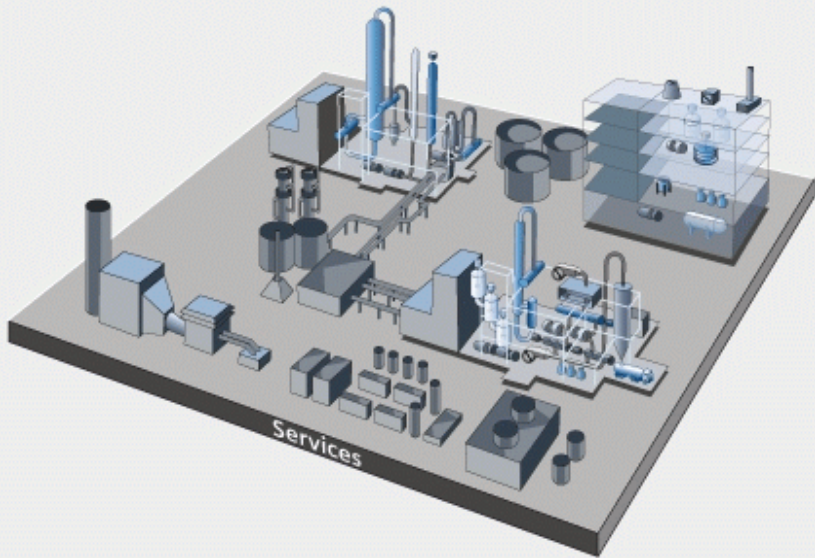
La Ingeniería Química en España

Modelos paralelos desde 1922 (modelo alemán), adecuados a las circunstancias de la industria química española:

- **Licenciado en Química (Especialidad Industrial)**, por las Facultades de Ciencias o Facultades de Química, considerando la Ingeniería Química como un anexo sobre ingeniería.
- **Ingeniero Industrial (Especialidad Química)**, por las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales, considerando la Ingeniería Química como un anexo sobre química.

En la década de 1980 ambas enseñanzas incluían programas homologables internacionalmente; **se hacía Ingeniería Química sin existir Ingenieros Químicos.**

Se publica el *Real Decreto 923/1992, de 17 de julio (B.O.E. nº 206, de 27/08/92)*, por el que se establece el título universitario oficial de *Ingeniero Químico* y la aprobación de las directrices generales propias de los planes de estudio conducentes a la obtención de aquél.



A comienzos del siglo XXI se dispone en España del marco que permitirá impartir los contenidos conceptuales propios de la Ingeniería Química, con un carácter de independencia plenamente consolidado.

Nuevas tendencias de la Ingeniería Química

Procesos:

- Desarrollo de procesos socialmente aceptables.
- Desarrollo de procesos con materias primas alternativas.
- Diseño de plantas de menor tamaño.
- Desarrollo de procesos híbridos.

Nuevas tendencias de la Ingeniería Química

Productos:

- Productos ambientalmente aceptables.
- Materiales avanzados.
- Productos químicos especiales.

Nuevas tendencias de la Ingeniería Química

Herramientas:

- Instrumentación avanzada.
- Simulación por ordenador.
- Aplicaciones de la inteligencia artificial:
 - Sistemas expertos.
 - Redes neuronales.
 - Lógica difusa.
 - Algoritmos genéticos.

Aparatos utilizados para algunas operaciones

Operación	En el laboratorio	En una planta de proceso
Medida de fluidos	Medidores de volumen: <ul style="list-style-type: none"> ● Probetas ● Pipetas ● Buretas 	Medidores de caudal: <ul style="list-style-type: none"> ● Venturímetros ● Diafragmas ● Rotámetros
Transporte de fluidos	Recipientes: <ul style="list-style-type: none"> ● Botellas ● Frascos ● Bombonas 	Tuberías Aparatos de impulsión: <ul style="list-style-type: none"> ● Bombas ● Compresores Aparatos de regulación: <ul style="list-style-type: none"> ● Válvulas
Calentamiento	Mechero Bunsen	Horno
	Manta calefactora	Cambiador de calor: <ul style="list-style-type: none"> ● de doble tubo ● de carcasa y tubos ● de placas
Enfriamiento	Refrigerante	

Aparatos utilizados para algunas operaciones

Operación	En el laboratorio	En una planta de proceso
Separación líquido-líquido	Embudo de decantación	Sedimentadores: <ul style="list-style-type: none">● Decantador● Espesador
Separación sólido-líquido	Embudo y papel de filtro Embudo Buchner	Filtros: <ul style="list-style-type: none">● de presión● de vacío● centrifugo
Lavado de gases	Burbujeador	Columna de relleno: <ul style="list-style-type: none">● con anillos● con sillas
Destilación	Alambique	Columna de platos: <ul style="list-style-type: none">● perforados● de campanas

Aparatos utilizados para algunas operaciones

Operación	En el laboratorio	En una planta de proceso
Reacciones químicas	Matraces: <ul style="list-style-type: none">● Erlenmeyer● Esférico Vasos de precipitado	Reactores: <ul style="list-style-type: none">● tanques agitados● tubulares
Instrumentación	De análisis químico	De control de procesos