

**PROGRAMA EDUCATIVO:
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

PROGRAMA DE ASIGNATURA: REACTORES QUÍMICOS CLAVE: E-RQU-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante diseñará reactores químicos de los procesos industriales a través de la aplicación de los conceptos fundamentales de las reacciones químicas, para garantizar la calidad de los productos, la eficiencia del proceso y la productividad de la empresa.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Desarrollar procesos de producción y servicios empleando principios de operaciones y procesos unitarios, ingeniería de procesos y económica, diseño, normatividad y sustentabilidad, para satisfacer las necesidades del entorno social e industrial.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	7°	5.62	Escolarizada	6	90

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Introducción reactores ideales	6	10
II. Reactores para reacciones homogéneas simples y múltiples	10	18	28
III. Reactores Heterogéneos	20	26	46
Totales	36	44	90

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Planificar proyectos de ingeniería empleando la Ingeniería Básica y de detalle, normas técnicas, sustentabilidad y criterios de ingeniería, para el desarrollo de procesos de producción o servicios, modificación de instalaciones u optimización	Calcular los equipos de proceso con base a los requerimientos y la normatividad aplicable, para lograr el rendimiento y conversión establecida.	<ol style="list-style-type: none"> 1.-Calcula el área de transferencia de intercambiadores de calor 2. Calcula el diámetro, altura y número de etapas de columnas de separación. 3. Cálculo de diámetros y caídas de presión en sistemas de transporte de fluido por tubería. 4. Cálculo de la potencia de bombeo y compresión. 5. Calcula la altura de la torre de enfriamiento y la potencia de la caldera. 6. Calcula la capacidad del equipo de operaciones unitarias: secado, evaporación, destilación, absorción ... 7. Calcula tanques de almacenamiento y recipientes sujetos a presión. 8. Elabora hojas de especificación de equipo de proceso.
Diseñar procesos e instalaciones de producción conforme a criterios heurísticos y normativos para optimizar las operaciones y productividad del proceso.	Realizar diagramas de ingeniería de proceso empleando software con base a normas y criterios aceptados para determinar la configuración de la instalación productiva.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrolla diagramas de bloques del proceso que contenga: <ol style="list-style-type: none"> a) Identificación de entradas y salidas de materiales b) Las operaciones y procesos efectuados c) Identificación de los componentes involucrados en el proceso. d) Cuadro de referencia con información del diagrama de bloques. 2. Desarrolla diagramas flujo de proceso que contengan: <ol style="list-style-type: none"> a) Dirección de las corrientes de flujo y su identificación. b) Composición de las corrientes de flujo en %peso y % mol c) Condiciones de operación del proceso, presión, temperatura y fracción vapor de las corrientes. d) Descripción de la función de los equipos de proceso con etiquetas distintivas. e) Pie de plano con información del diagrama de flujo. 3. Desarrolla diagrama de tubería e instrumentación que contenga: <ol style="list-style-type: none"> a) Codificación de la tubería con al menos diámetro, material de construcción, tipo de servicio, especificación y numeración

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

		<p>de tubería</p> <ul style="list-style-type: none"> b) Datos de diseño de los equipos con etiquetas distintivas c) Válvulas de acuerdo a la función dentro del proceso, bloqueo, regulación o evitar el retroflujo d) Lazos de control con al menos 4 componentes sensor, transmisor, controlador y elemento final de control. e) Pie de plano con información del diagrama de tubería e instrumentación <p>4. Realiza Plano de distribución de planta que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Distribución de las áreas de la planta b) Distribución de los equipos de proceso c) Infraestructura de carga y descarga d) Colindancias de la planta y dirección del viento dominante e) Pie de plano con la información del layout de la planta.
--	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción reactores ideales					
Propósito esperado	El alumno determinará los parámetros de operación para determinar las características de diseño de un reactor ideal y realizará su representación virtual mediante software especializado.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	16

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Clasificación de reactores	<p>Definir el concepto de reactor.</p> <p>Explicar la clasificación y las características generales de los reactores ideales.</p>	<p>Representar en maqueta física o virtual los diferentes tipos de reactores con sus características distintivas.</p>	<p>Estimular el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la comprensión de conceptos y metodologías de cálculo relacionados con el tema</p> <p>Actuar con responsabilidad, seguridad y respeto al medio ambiente en el diseño y operación de los dispositivos relacionados con el tema</p>
Reactor intermitente o por lotes	<p>Describir la relación entre tiempo de residencia, velocidad de reacción, volumen del reactor y conversión en un reactor intermitente ideal.</p> <p>Explicar el método de cálculo de volumen, concentración, tiempo de residencia, velocidad de reacción y conversión en reactores intermitentes.</p>	<p>Determinar las características de diseño de reactores intermitentes: volumen, concentración, tiempo de residencia, velocidad de reacción y conversión.</p>	<p>Promover el pensamiento crítico y creativo durante el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la aplicación de software dedicado, relacionados con el tema</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Reactores ideales de tanque agitado en estado estacionario	<p>Describir la relación entre tiempo, velocidad de reacción, volumen del reactor, flujos de entrada y salida y conversión en un reactor de tanque agitado ideal.</p> <p>Explicar el método de cálculo de condiciones de operación de reactores de tanque agitado ideal.</p>	Determinar las características de diseño de reactores de tanque agitado: volumen, flujo de alimentación, conversiones y tiempo de una reacción	<p>Estimular el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la comprensión de conceptos y metodologías de cálculo relacionados con el tema</p> <p>Actuar con responsabilidad, seguridad y respeto al medio ambiente en el diseño y operación de los dispositivos relacionados con el tema</p>
Reactores de flujo pistón en estado estacionario	<p>Describir la relación entre tiempo, velocidad de reacción, longitud del reactor, flujos de entrada y salida y conversión en un reactor de flujo pistón.</p> <p>Explicar el método de cálculo de condiciones de operación de reactores de flujo pistón en estado estacionario.</p>	Determinar las características de diseño de reactores de flujo pistón: longitud del reactor, conversiones y flujo de alimentación.	<p>Promover el pensamiento crítico y creativo durante el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la aplicación de software dedicado, relacionados con el tema</p>
Reacciones catalizadas	<p>Definir el concepto de catalizador, tipos de catalizadores y su importancia.</p> <p>Describir mecanismos de reacción catalizadas.</p> <p>Explicar las características de los sistemas de catálisis: homogénea, ácido-base, heterogénea, y enzimática.</p>	<p>Seleccionar el catalizador de una reacción específica.</p> <p>Obtener un producto a partir de una reacción catalizada.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Ejercicios prácticos Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón PC Proyectores Banco de reactores químicos Software dedicado	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante identifica las características de los reactores de tanque intermitente, de tanque agitado y flujo pistón; relaciona las variables de la reacción con las variables de los reactores; gestiona la secuencia de cálculo de la ecuación de diseño de un reactor; gestiona los mecanismos de reacción en sistemas catalizados; emplea software dedicado para el modelado.	<p>A través de un estudio de caso práctico, elabora un reporte físico y virtual que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Características generales de los reactores - Operación del reactor - Cálculo de volumen de reactor, tiempo de residencia, velocidad de reacción y conversión en un reactor intermitente ideal, de tanque agitado o flujo pistón - Modelo cinético de la reacción catalizada - Simulación de reacciones mediante el uso del software dedicado 	<p>Estudio de casos Entrevista estructurada</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Reactores para reacciones homogéneas simples y múltiples					
Propósito esperado	El estudiante diseñará reactores homogéneos con base en los factores que influyen directamente como el tipo de reacción, escala de producción, costos de operación, vida útil de los aparatos, tiempo de residencia, entre otros, a través de las ecuaciones pertinentes, para obtener productos de calidad con las especificaciones requeridas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	28

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Reactores continuos y discontinuos (isotérmicos y adiabáticos)	Identificar la ecuación de la velocidad de reacción y las variables apropiadas para el diseño del reactor, tales como presión, temperatura y composición. Así como también, las ecuaciones de diseño.	<p>Calcular el orden y la constante de velocidad de reacción a partir de datos experimentales mediante el uso de software.</p> <p>Calcular variables de los reactores tales como: el volumen, tiempo de residencia, tiempo espacial, conversiones, para condiciones dadas en reactores homogéneos simples.</p> <p>Seleccionar la ecuación de diseño de reactores continuos y discontinuos (isotérmicos y adiabáticos) en estado estacionario.</p> <p>Optimizar el rendimiento de reactores variando su temperatura.</p>	<p>Estimular el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la comprensión de conceptos y metodologías de cálculo relacionados con el tema</p> <p>Promover el pensamiento crítico y creativo durante el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la comprensión de los conceptos y metodologías de cálculo y en la aplicación de software dedicado, relacionados con el tema.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Sistemas de reactores múltiples	Describir los conceptos requeridos para el cálculo de sistemas de reactores múltiples, tales como concentración, densidad, flujo estable, velocidad de flujo, ecuaciones de diseño.	Seleccionar los métodos analíticos y gráficos para el cálculo de sistemas de reactores múltiples que mejoren la eficiencia del proceso. Diseñar una batería de reactores en serie: de mezcla perfecta y de flujo pistón. Diseñar reactores en paralelo: de mezcla perfecta y flujo pistón. Evaluar el mejor arreglo de reactores mediante el uso de software especializado (simulación)	Actuar con responsabilidad, seguridad y respeto al medio ambiente en el diseño y operación de los dispositivos relacionados con el tema Fomentar el pensamiento crítico en la evaluación de los ajustes para compensar las desviaciones de la idealidad
Reactores con recirculación	Explicar el efecto de la recirculación en la mejora de la eficiencia del reactor	Diseñar reactores con recirculación para obtener conversiones óptimas a través de las ecuaciones y métodos pertinentes.	
Reactores no isotérmicos	Identificar los casos en los que el reactor no opera isotérmicamente para considerarlo en la etapa de diseño.	Desarrollar el cálculo de reactores no isotérmicos mediante la solución simultánea de ecuaciones de balances de energía y de masa.	
Desviaciones del comportamiento ideal	Identificar las causas principales de las desviaciones de los reactores con respecto a la idealidad.	Efectuar los ajustes a los cálculos para compensar las desviaciones de la idealidad, sobre todo los correspondientes a las condiciones de mezclado y la función de distribución de tiempo de residencia (RTD).	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Ejercicios prácticos Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón PC Proyectores Banco de reactores químicos Software dedicado	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante identifica el tipo de reacción en el proceso (homogénea, exotérmica, endotérmica); calcula el arreglo óptimo de reactores para la obtención de una mayor conversión; analiza los efectos de la presión, temperatura y composición en los reactores químicos homogéneos.	A partir de un sistema de reacción dado, propone diseños de reactores químicos optimizados, especificando: <ul style="list-style-type: none"> - el tipo de reactor, - las condiciones de operación, - volumen del reactor, - tiempo de residencia, - relación de recirculación, - rendimiento y selectividad. 	Proyecto Entrevista estructurada

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Reactores Heterogéneos					
Propósito esperado	El estudiante diseñará reactores donde haya reactivos en diferentes fases, considerando la complejidad de la ecuación cinética y los modelos de contacto en los sistemas de dos fases, para mejorar la eficiencia y selectividad.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	20	Horas del Saber Hacer	26	Horas Totales	46

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Catálisis y reactores catalíticos heterogéneos	<p>Explicar los tipos de adsorción.</p> <p>Definir los modelos cinéticos de reacciones catalíticas e identificar las etapas controlantes del proceso catalítico.</p>	<p>Diseñar reactores catalíticos heterogéneos.</p> <p>Simular el funcionamiento y operación adecuada de los reactores heterogéneos para obtener productos con las especificaciones deseadas, empleando software especializado</p>	<p>Estimular el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la comprensión de conceptos y metodologías de cálculo relacionados con el tema</p> <p>Promover el pensamiento crítico y creativo durante el autoaprendizaje y el trabajo en equipo en la comprensión de los conceptos y metodologías de cálculo y en la aplicación de software dedicado, relacionados con el tema.</p>
Procesos heterogéneos	<p>Explicar las reacciones heterogéneas y su cinética, así como los procesos en los que se aplican e identificar los tipos de reactores heterogéneos de lecho móvil, de lecho fluidizado, de lodos y biológicos.</p>	<p>Distinguir procesos homogéneos y heterogéneos, así como los tipos de reactores que se utilizan.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Procesos en los que intervienen reacciones fluido-fluido	Explicar los procesos industriales en los que se llevan a cabo reacciones fluido-fluido.	Determinar el funcionamiento, cálculo, diseño y optimización de los reactores en donde intervienen reacciones fluido-fluido.	Actuar con responsabilidad, seguridad y respeto al medio ambiente en el diseño y operación de los dispositivos relacionados con el tema
Reactores biocatalíticos	Explicar los principios de los biocatalizadores y la cinética de los procesos bioenzimáticos. Clasificar los procesos industriales biocatalíticos y los biorreactores.	Diseñar el funcionamiento adecuado de biorreactores catalíticos en procesos industriales o de laboratorio.	Fomentar el pensamiento crítico en la evaluación de los ajustes para compensar las desviaciones de la idealidad

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Ejercicios prácticos Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón PC Proyectores Banco de reactores químicos Software dedicado	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante identifica los procesos donde intervienen reacciones químicas heterogéneas; selecciona el tipo de reactor y los métodos de diseño; organiza la información para el desarrollo de los cálculos	A partir de un sistema de reacción dado, diseña reactores heterogéneos (sólido-fluido, fluido-fluido, catalíticos y biocatalíticos), especificando: <ul style="list-style-type: none"> - el tipo de reactor, - las condiciones de operación, - volumen del reactor, - tiempo de residencia, - relación de recirculación, - rendimiento y selectividad. 	Proyecto Entrevista estructurada

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniería o Maestría de formación química orientados a procesos industriales o similares	Experiencia mínima de dos años impartiendo asignaturas de especialidad en instituciones de educación superior, con capacitación pedagógica y didáctica en evaluación en competencias.	Experiencia mínima de tres años, con nivel mínimo de mando medio, en operación de plantas de procesamiento químico, petroquímico, refinación de petróleo o similares, que contengan sistemas de transferencia de momento, de calor y de masa.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Levenspiel Octave	(2009)	Ingeniería de las reacciones químicas	D.F., México	Limusa Wiley	968616503-7
Fogler, H. Scott	(2008)	Elementos de ingeniería de las reacciones químicas	D.F.	Pearson educación	150827030617
Avery H. E	(2002)	Cinética química básica y mecanismos de reacción.	D.F., México	Reverté.	978-8429170306
Smith, J.M	(1993)	Ingeniería de la cinética química	México	CECSA	978-9682606281
Atkinson B.	(1989)	Reactores bioquímicos	Barcelona, España	Reverté.	978-84-291-7009-2
Bailey, J.E.	(1987)	Biochemical engineering fundamentals	New York, USA	Mc Graw Hill	978-007070123-6

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
A. Barba Juan, C. Clausell Terol ISBN: 978-84-695-9787-3	2014	Reactores químicos y bioquímicos	https://dn790004.ca.archive.org/0/items/2014ReactoresQuimicosYBioquimicos/2014_reactores-quimicos-y-bioquimicos.pdf
A. Barba Juan, C. Clausell Terol ISBN: 978-84-697-1981-7 DOI: http://dx.doi.org/10.6035/	2015	Problemas resueltos de reactores químicos y bioquímicos	https://core.ac.uk/reader/61447220
Cunill, Fidel. Iborra, Montserrat.	2010	AMPLIACIÓN DE REACTORES QUÍMICOS APUNTES	https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/11903/1/APUNTES%20DE%20AMPLIACI%C3%93N%20DE%20REACTORES%20QU%C3%8DMICOS.pdf

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	