

PROGRAMA DE ASIGNATURA: REACTORES FARMACÉUTICOS

CLAVE: E-RFA-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante establecerá las condiciones de operación de los reactores empleados en procesos farmacéuticos a través del cálculo de sus variables para garantizar la calidad de los productos y la optimización de los procesos.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Dirigir procesos de fabricación farmacéuticos a través de metodologías de diseño de productos, procesos y equipos, herramientas administrativas y de calidad con base en la normatividad aplicable para contribuir a la salud de la población y fortalecer el sector.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	8	4.69	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Reactores homogéneos simples y múltiples	12	18
II. Reactores heterogéneos	10	15	25
III. Introducción al diseño de reactores	8	12	20
Totales	30	45	75

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Diseñar formulaciones y procesos farmacéuticos innovadores a través de la identificación de oportunidades de mejora y necesidades, método científico, métodos analíticos, toxicodinámicos y toxicocinéticos, metodología de planta piloto y escalamiento, con base en la normatividad aplicable para contribuir al fortalecimiento del sector y coadyuvar en la salud de la población.</p>	<p>Evaluar oportunidades de mejora a procesos y productos farmacéuticos a través de método científico, métodos y técnicas analíticas considerando la normatividad, la ciencia aplicada de la química y necesidades de la población para su optimización.</p>	<p>Entrega un reporte de las oportunidades detectadas a procesos y productos farmacéuticos que contenga:</p> <p>De producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades químicas - Propiedades físicas - Propiedades fisicoquímicas - Propiedades toxicológicas - Propuesta de mejora - Justificación - Conclusiones <p>De proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de flujo - Instrumentación y control - Variables de proceso - Balances de materia y energía - Cálculo de reactores y cinética química - Operaciones unitarias - Propuesta de mejora - Justificación - Conclusiones
	<p>Proponer productos y procesos farmacéuticos innovadores con base en la ciencia aplicada de la química, métodos y técnicas analíticas, nuevas tecnologías, normatividad aplicable y métodos estadísticos para determinar su viabilidad.</p>	<p>Entrega una propuesta de productos y procesos farmacéuticos que incluya:</p> <p>Producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción - Fórmula química - Forma farmacéutica - Componentes

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

		<ul style="list-style-type: none"> - Presentación - Conservación - Pruebas de validación - Control de calidad - Justificación <p>Proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción - Innovación - Operaciones unitarias - Equipos - Variables de control - Pruebas de validación - Control de proceso - Optimización - Justificación
	<p>Desarrollar pruebas piloto de productos farmacéuticos y biotecnológicos innovadores a través de variables críticas de proceso, sistemas de control, métodos de ensayo y verificación con base en la normatividad aplicable para garantizar la efectividad de estos.</p>	<p>Entrega reporte de la prueba piloto que incluya:</p> <p>Producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo - Formulación química - Forma farmacéutica - Propiedades fisicoquímicas - Pruebas de estabilidad - Pruebas de validación - Normatividad aplicada - Conclusiones y recomendaciones <p>Proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo - Diagrama de flujo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

		<ul style="list-style-type: none"> - Balance de materia y energía - Parámetros de control - Pruebas de validación - Instrumentación y control del proceso - Técnicas analíticas - Normatividad aplicable - Conclusiones y recomendaciones"
	<p>Desarrollar el escalamiento y primer lote industrial a través de la aplicación de metodología de escalado, herramientas de planeación, software especializado, técnicas tradicionales y modernas de análisis, desarrollo de procesos y selección de equipos, considerando la normatividad aplicable para establecer las especificaciones técnicas.</p>	<p>Entrega primer lote y ficha técnica de formulación de producto y proceso que contenga:</p> <p>Especificaciones de Producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formulación química - Forma farmacéutica - Propiedades fisicoquímicas - Pruebas de estabilidad - Pruebas de validación - Normatividad aplicada - Conclusiones y recomendaciones <p>Especificaciones de proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de flujo - Balance de materia y energía - Parámetros de control - Pruebas de validación - Técnicas de escalamiento y software utilizado - Instrumentación y control del proceso - Técnicas analíticas - Normatividad aplicable - Conclusiones y recomendaciones

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Reactores homogéneos simples y múltiples					
Propósito esperado	El estudiante determinará las condiciones de operación en reactores homogéneos simples, para obtener productos farmacéuticos con las especificaciones de calidad requeridas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Reactores continuos y discontinuos	<p>Explicar la diferencia entre reactores continuos y discontinuos, así como sus aplicaciones en el sector farmacéutico.</p> <p>Describir las variables apropiadas de operación del reactor: presión, temperatura y composición, así como su cinética y ecuaciones de diseño.</p> <p>Explicar las ecuaciones de diseño de reactores continuos y discontinuos (isotérmicos y adiabáticos).</p>	<p>Calcular las velocidades de reacción y el volumen para las condiciones existentes en reactores homogéneos simples.</p> <p>Realizar el balance de masa general en un reactor continuo y discontinuo.</p> <p>Determinar la ecuación general de reactores continuos y discontinuos en estado estacionario.</p> <p>Realizar el diseño virtual de un reactor farmacéutico continuo, mediante un software dedicado</p>	<p>Demostrar resiliencia y capacidad para enfrentar desafíos tecnológicos.</p> <p>Expresar habilidades de liderazgo y capacidad para coordinar equipos.</p> <p>Demostrar habilidades de gestión del tiempo y atención al detalle.</p> <p>Demostrar creatividad y habilidad para encontrar soluciones innovadoras.</p>
Sistemas de reactores múltiples	<p>Describir los conceptos requeridos de cálculo de sistemas de reactores múltiples, tales como concentración, densidad, flujo estable,</p>	<p>Seleccionar los métodos analíticos y gráficos de sistemas de reactores múltiples.</p>	<p>Fomentar el desarrollo de procesos y productos que atiendan las necesidades del sector social y productivo.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>velocidad de flujo, ecuaciones de diseño.</p> <p>Explicar los procesos químicos farmacéuticos que requieren sistemas de reactores múltiples y sus ecuaciones de cálculo.</p>	<p>Monitorear las condiciones de operación de una de reactores de mezcla y flujo de pistón acoplados en serie y en paralelo.</p> <p>Implementar aplicaciones móviles que permitan el monitoreo y control en tiempo real de las variables de reactores múltiples.</p>	<p>Desarrollar procesos y productos considerando la preservación del medio ambiente y la normatividad vigente.</p> <p>Fomentar la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva.</p> <p>Asumir una actitud metódica y analítica en la evaluación del proceso."</p>
Reactores con recirculación	<p>Explicar el efecto de la recirculación en la mejora de la eficiencia del reactor.</p> <p>Describir los procesos farmacéuticos que requieren reactores con recirculación y estructurar sus ecuaciones de cálculo.</p>	<p>Monitorear las condiciones de operación de un reactor con circulación.</p>	
Reactores no isotérmicos	<p>Identificar los factores que afectan la operación de un reactor isotérmico.</p> <p>Explicar procesos farmacéuticos donde se emplean reactores no isotérmicos y las ecuaciones de cálculo.</p>	<p>Establecer los parámetros de los reactores no isotérmicos en procesos farmacéuticos.</p>	
Desviaciones del comportamiento ideal	<p>Identificar las causas principales de las desviaciones de los reactores con respecto a la idealidad.</p> <p>Interpretar procesos farmacéuticos donde intervienen reactores con desviaciones con relación al comportamiento ideal.</p>	<p>Establecer las condiciones de mezclado y distribución de tiempo de residencia en reactores no ideal de procesos farmacéuticos.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos Prácticas en laboratorio. Simulación.	Pizarrón Banco de reactores químicos Software de Simulación PC Medios audiovisuales Equipo y reactivos de laboratorio Internet.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden los efectos de la P, T y composición en los reactores químicos Los estudiantes identifican el tipo de reacción en procesos homogéneo, heterogéneo, catalítico, exotérmico, endotérmico. Los estudiantes analizan las condiciones de operación de reactores homogéneos	A partir de un estudio de casos, elaborará un reporte que incluya: <ul style="list-style-type: none"> - Portada - Tipo de reactor - Condiciones de operación - Volumen del reactor - Tiempo de residencia - Relación de recirculación - Rendimiento y selectividad - Conclusiones - Bibliografía 	Estudio de Casos Rúbrica

Unidad de Aprendizaje	II. Reactores heterogéneos
Propósito esperado	El estudiante establecerá las condiciones químicas de reactores, para mejorar la eficiencia y selectividad de los procesos farmacéuticos.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	25
------------------------	------------------------	----	------------------------------	----	----------------------	----

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Procesos heterogéneos	<p>Explicar las reacciones heterogéneas y su cinética, así como los procesos en los que se aplican.</p> <p>Identificar los tipos de reactores heterogéneos de lecho fijo, móvil y de lodos.</p> <p>Describir las condiciones de operación de los reactores heterogéneos.</p>	<p>Seleccionar procesos y el tipo de reactor heterogéneo a utilizar en procesos farmacéuticos.</p>	<p>Demostrar resiliencia y capacidad para enfrentar desafíos tecnológicos.</p> <p>Demostrar habilidades de liderazgo y capacidad para coordinar equipos.</p> <p>Demostrar creatividad y habilidad para encontrar soluciones innovadoras.</p>
Procesos en los que intervienen reacciones fluido-fluido	<p>Describir los procesos farmacéuticos en los que se llevan a cabo reacciones sólido-fluido.</p> <p>Explicar las ecuaciones de diseño para reactores de procesos sólido-fluido.</p>	<p>Establecer las condiciones de optimización en un reactor de procesos farmacéuticos de sólido-fluido.</p>	<p>Asumir capacidad de análisis y toma de decisiones</p> <p>Desarrollar procesos y productos considerando la preservación del medio ambiente y la normatividad vigente.</p>
Reactores catalíticos gas-sólido	<p>Definir los modelos cinéticos de reacciones catalíticas.</p> <p>Identificar las etapas de control de un reactor catalítico en procesos farmacéuticos.</p>	<p>Determinar las especificaciones de operación de reactores catalíticos en procesos farmacéuticos.</p>	<p>Fomentar la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Explicar los tipos de adsorción, el modelo de Langmuir en los procesos gas-sólido		forma individual o en equipo de forma proactiva.
Reactores catalíticos líquido-sólido	Explicar los tipos de adsorción, el modelo de Langmuir en los procesos gas-sólido	Verificar el funcionamiento óptimo de los reactores catalíticos en procesos industriales y de laboratorio.	Asumir una actitud metódica y analítica al proponer productos y procesos innovadores.
Reactores catalíticos líquido-gas	Explicar los tipos de adsorción, el modelo de Langmuir en los procesos líquido-gas		

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Prácticas en laboratorio. Simulación.	Pizarrón Banco de reactores químicos Software de Simulación PC Medios audiovisuales Equipo y reactivos de laboratorio Internet.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante va a comprender los fundamentos de las reacciones químicas heterogéneas. El estudiante va a identificar los procesos donde intervienen reacciones químicas heterogéneas. El estudiante va a seleccionar el tipo de reactor y los métodos de diseño.	A partir de un caso práctico de la industria farmacéutica y química, elaborará un informe que contenga: – Portada – Variables químicas del reactor heterogéneo según sea el caso de	Caso de estudio Proyecto Rúbrica

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

El estudiante va a organizar la información para el desarrollo de los cálculos.	sólido-fluido, fluido-fluido, catalíticos y biocatalíticos – Condiciones de operación – Volumen del reactor – Tiempo de residencia – Relación de recirculación – Rendimiento y selectividad – Conclusiones – Bibliografía	
---	--	--

Unidad de Aprendizaje	III. Introducción al diseño de reactores				
Propósito esperado	El estudiante propondrá el diseño de un reactor que garantice su eficiencia, considerando la naturaleza de la reacción química y la implementación de accesorios requeridos para el control de las variables del proceso en la Industria Farmacéutica.				
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales 20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Características del recipiente	Explicar las características del material con que están fabricados la mayoría de los reactores.		Demostrar creatividad y proactividad para la resolución de problemas.
Sistemas de calentamiento y enfriamiento	Identificar los tipos de Sistemas de Calentamiento y enfriamiento de un Reactor y su conjunto.	Seleccionar el material más adecuado de acuerdo con las características particulares de los reactivos y productos a obtener.	Demostrar habilidad para trabajar en equipo y colaborar en proyectos complejos.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Sistemas de agitación	Describir las características de los medios de agitación, tipos y las unidades en que se mide.	Establecer las condiciones óptimas del sistema de enfriamiento, del sistema de calentamiento y mecanismo de agitación de un sistema de reactor químico.	Demostrar resiliencia y capacidad para enfrentar desafíos tecnológicos. Asumir capacidad de análisis y toma de decisiones
Conexiones	Describir las conexiones periféricas y externas que son necesarias para el correcto funcionamiento del reactor.	Determinar y proponer las conexiones periféricas y externas ideales para el correcto funcionamiento del reactor en cada caso en particular.	Asumir capacidad de análisis y reflexión para la resolución de problemas. Demostrar habilidad para adaptarse y ajustar estrategias en función de resultados.
Instrumentación y accesorio	Definir los medios, instrumentación y accesorios externos necesarios para el monitoreo y correcto funcionamiento de un reactor químico continuo, por lotes, catalítico y multifases.	Aprender a verificar y supervisar el funcionamiento óptimo de la instrumentación y accesorios externos necesarios para el monitoreo y control de un reactor químico continuo, por lotes, catalítico y multifases.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos. Prácticas en laboratorio. Simulación. Maquetas. Prototipos a escala.	Pizarrón Reactor Químico Software de Simulación PC Medios audiovisuales Maquetas y Prototipos a escala.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes comprenden las características de los materiales de fabricación de los reactores químicos.</p> <p>Los estudiantes determinan las condiciones óptimas de los parámetros de control de los reactores químicos.</p> <p>Los estudiantes proponen los tipos de accesorios requeridos en los reactores químicos.</p> <p>Los estudiantes analizan las variables de diseño de los reactores químicos.</p>	<p>A partir de un estudio de caso, elaborará un reporte que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Portada. – Tipo de reactor. – Condiciones de operación. – Volumen del reactor. – Tiempo de residencia. – Material de construcción. – Sistema de Calentamiento o enfriamiento. – Tipo de agitación y características – Conexiones externas e instrumentación necesaria para asegurar el correcto funcionamiento y control del reactor – Conclusiones – Bibliografía 	<p>Caso de estudio</p> <p>Proyecto</p> <p>Rúbrica</p>

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
<p>Profesionista en el área Química, QFB, Ingeniería Química o afín, con experiencia en el área farmacéutica.</p>	<p>Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de la farmacología o ciencias de la salud en nivel superior.</p> <p>Capacitaciones en estrategias didácticas.</p> <p>Inducción al modelo educativo de las UST</p>	<p>Mínimo un año de experiencia en el ejercicio profesional del área Farmacéutica</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Levenspiel, O.	2021	Ingeniería de las reacciones químicas	INDIA-UK	Wiley	9789354244605
Scott Fogler, H	2019	Elementos de Ingeniería de las reacciones químicas.	México	Pearson	9789353948597
Sinko, J.	2023	Physical and Pharmaceutical Sciences	USA	Wolters-Kluwer House	9781975174811
Bea Sánchez J.L.	2016	Reactores Químicos	España	Síntesis	9788490773413
Tiscareño Lechuga F.	2012	ABC para comprender reactores químicos con multireacción.	México	Reverté	9789686708769
Antonio Creus	2013	Instrumentación Industrial	México	Marcombo - AlfaOmega.	9786077070429
Don W. Green, Marylee Z. Southard.	2019	Manual del Ingeniero Químico de Perry.	México		9780071834087
Román Ramírez, Isaias Hernández.	2020	Diseño de Reactores Homogéneos	México	Cengage Learning	9786075269320
Montiel Cota, Montiel Fernández, Balcázar Meza	2017	Diseño de Reactores Químicos Batch (Lotes) y Semibatch (Semicontínuos).	España	Academia Española	9786202234641
Cuevas García R.	2013	Introducción al Diseño de Reactores Homogéneos	España	Académica Española	9783659065514

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Richard K. Herz.	10/06/24	Reactor Lab. Interactive simulations of chemical reactors for active learning	https://reactorlab.net/resources/grad-cre-notes/index.html

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-11.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	