

**PROGRAMA EDUCATIVO**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: INGENIERÍA DE BIORREACTORES**

**CLAVE: E-INBR-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante diseñará biorreactores mediante la aplicación de los conocimientos teóricos, el establecimiento y resolución de los balances de materia y energía, la determinación de los fenómenos de transporte involucrados, así como la cinética química, enzimática y microbiológica, para el desarrollo, la optimización e innovación de bioprocesos.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Integrar el conocimiento para el desarrollo, la optimización e innovación de bioprocesos a través de la gestión y el manejo sostenible de los recursos para contribuir a la consolidación de la competitividad que permita generar bienes y servicios biotecnológicos con impacto regional, nacional e internacional.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
<b>ESPECÍFICA</b>	<b>8</b>	<b>4.68</b>	<b>ESCOLARIZADA</b>	<b>5</b>	<b>75</b>

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Reactores ideales homogéneos isotérmicos.	15	10
II. Reactores ideales homogéneos no isotérmicos.	15	10	25
III. Desviación de la idealidad y reactores heterogéneos.	15	10	25
<b>Totales</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>75</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Optimizar la eficiencia de los bioprocesos mediante la integración del conocimiento para generar bienes y servicios biotecnológicos.	Examinar el bioproceso mediante la determinación de los parámetros de operación y rendimientos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran el análisis de la factibilidad para la innovación del bioproceso.
	Establecer los parámetros de operación y rendimientos del bioproceso mediante el análisis de datos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran la implementación del proyecto, recolección y evaluación de datos, así como un análisis para evaluar el impacto de la innovación.
Implementar los bioprocesos optimizados a través de la integración del conocimiento para la innovación de bienes y servicios biotecnológicos.	Definir los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	Genera evidencias que demuestran el análisis en la elección de biorreactores, operaciones unitarias involucradas en los procesos de bioseparación y los servicios auxiliares requeridos.
	Gestionar los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	Genera evidencias que demuestran la implementación de todas las etapas y elementos que conforman al proyecto (factibilidad económica, estudio de mercado, estudio técnico y financiero, etc.).

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Reactores ideales homogéneos isotérmicos.					
Propósito esperado	El estudiante diseñará biorreactores isotérmicos ideales homogéneos por lote, continuo de mezcla completa y de flujo pistón, para generar servicios y productos biotecnológicos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	15	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
¿Qué es un reactor/biorreactor? y elementos para su diseño.	<p>Describir las aplicaciones de distintos biorreactores (de tanque agitado, de flujo pistón, columna de burbujas, airlift, de membrana, de lecho fijo, de lecho fluidizado, sistemas de estado sólido, fotobiorreactores, etc.) a escala laboratorio, piloto e industrial en la generación de bioproductos.</p> <p>Definir los requerimientos fisicoquímicos necesarios en el desarrollo de procesos que se realizan dentro de un biorreactor.</p> <p>Explicar los parámetros cinéticos y estequiométricos relacionados a los procesos para la generación de bioproductos.</p> <p>Relacionar los modelos matemáticos usados para descripción de procesos enzimáticos.</p>	<p>Establecer las aplicaciones y requerimientos fisicoquímicos necesarios en la operación de biorreactores.</p> <p>Determinar los parámetros cinéticos y estequiométricos, así como los modelos matemáticos necesarios en la operación de biorreactores.</p> <p>Evaluar los procesos de transferencia de momento, calor y masa en biorreactores.</p> <p>Establecer las condiciones de operación de biorreactores (enzimáticos y microbianos), ideales, homogéneos y en condiciones isotérmicas, operados por lote, lote alimentado, continuo de mezcla completa, flujo pistón y con recirculación.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Relacionar los modelos matemáticos (no segregados, no estructurados, segregados y estructurados) usados para descripción de procesos microbianos.</p> <p>Identificar los procesos de transferencia (momento, calor y masa) involucrados en el diseño de biorreactores.</p> <p>Describir los sistemas de contacto de biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Definir los criterios de diseño de biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Distinguir operativamente los sistemas de contacto de biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos.</p>	<p>Determinar la mejor configuración en la operación de biorreactores de flujo pistón conectados en serie (enzimáticos y microbianos), ideales, homogéneos y en condiciones isotérmicas.</p>	
<p>Reactor por lote (discontinuo o batch).</p>	<p>Diferenciar el modo de operación en lote de un biorreactor ideal, homogéneo e isotérmico.</p> <p>Distinguir la configuración geométrica de los distintos biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos que pueden ser operados en lote.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos operados en lote.</p> <p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos operados en lote.</p>	<p>Diseñar un biorreactor ideal homogéneo isotérmico (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) que opere en lote.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor ideal, homogéneo e isotérmico operado en lote.</p>		
<p>Reactor continuo de mezcla completa (RCMC o CSTR).</p>	<p>Diferenciar el modo de operación en continuo de un biorreactor ideal, homogéneo e isotérmico.</p> <p>Distinguir la configuración geométrica de los distintos biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos que pueden ser operados en continuo.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos operados en continuo.</p> <p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos operados en continuo.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor ideal, homogéneo e isotérmico operado en continuo.</p>	<p>Diseñar un biorreactor ideal homogéneo isotérmico (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) que opere en continuo.</p>	
<p>Reactor de flujo pistón (RFP o PFR).</p>	<p>Diferenciar el modo de operación de un biorreactor de flujo pistón, ideal, homogéneo e isotérmico .</p> <p>Distinguir la configuración geométrica de los biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p>	<p>Diseñar un biorreactor de flujo pistón, ideal, homogéneo e isotérmico.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor de flujo pistón, ideal, homogéneo e isotérmico.</p>		
<p>Reactor continuo mezcla completa con recirculación.</p>	<p>Diferenciar el modo de operación en continuo con recirculación de un biorreactor ideal, homogéneo e isotérmico.</p> <p>Distinguir la configuración geométrica de los distintos biorreactores en continuo con recirculación, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores en continuo con recirculación, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores en continuo con recirculación, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor en continuo con recirculación, ideal, homogéneo e isotérmico.</p>	<p>Diseñar un biorreactor ideal, homogéneo e isotérmico (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) que opere en continuo con recirculación.</p>	
<p>Configuración de Reactores de flujo pistón (RCMC y RFP) en serie.</p>	<p>Diferenciar el modo de operación de un biorreactor de flujo pistón en serie, ideal, homogéneo e isotérmico.</p>	<p>Diseñar un biorreactor de flujo pistón en serie, ideal, homogéneo e isotérmico.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Distinguir la configuración geométrica de los biorreactores de flujo pistón en serie, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores de flujo pistón en serie, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores de flujo pistón en serie, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor de flujo pistón en serie, ideal, homogéneo e isotérmico.</p> <p>Explicar las diferencias en las configuraciones de biorreactores de flujo pistón en serie, ideales, homogéneos e isotérmicos.</p>		
--	---	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Resolución de problemas. Simulación sistema de biorreacción. Trabajos de investigación.	Equipo de cómputo. Herramientas ofimáticas. Simuladores. Bases de datos de revistas científicas. Buscadores académicos.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican las aplicaciones de los biorreactores en la producción a escala laboratorio, piloto e industrial de bioproductos.	A partir de los datos de casos de estudio teórico o práctico diseñar un biorreactor ideales, homogéneo e isotérmico, determinando las aplicaciones, los requerimientos fisicoquímicos, los parámetros cinéticos y estequiométricos, así como los fenómenos de transporte involucrados en la operación, y lo reporte en un examen y problemario, indicando cálculos, diagramas y criterios utilizados.	*Ejercicios prácticos *Proyectos en equipo
Los estudiantes determinan los requerimientos fisicoquímicos, así como los parámetros cinéticos y estequiométricos aplicables en el desarrollo de bioprocesos.		
Los estudiantes evalúan el uso de modelos matemáticos en la descripción de proceso biológicos y enzimáticos.		
Los estudiantes evalúan los procesos de transferencia (momento, calor y masa) involucrados en el diseño de biorreactores.		
Los estudiantes determinan los parámetros cinéticos y establecen las condiciones de operación de biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos llevando a cabo su diseño.		
Los estudiantes diseñan biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos de distintas configuraciones (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) bajo condiciones de operación en lote.		
Los estudiantes diseñan biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos de distintas configuraciones (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) bajo condiciones de operación en continuo.	A partir de un estudio de caso construir un prototipo de biorreactor isotérmico ideal homogéneo, integrando un informe que contenga:  *Fundamentos teóricos *Configuración y modo de operación del biorreactor. *Características de diseño del biorreactor.	
Los estudiantes diseñan biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos e isotérmicos.		
Los estudiantes diseñan biorreactores ideales, homogéneos e isotérmicos de distintas configuraciones (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) bajo		

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	



condiciones de operación en continuo con recirculación.	*Simulación para obtención de parámetros cinéticos y estequiométricos.
Los estudiantes diseñan biorreactores de flujo pistón en serie, ideales, homogéneos e isotérmicos.	*Interpretación y representación de resultados. *Conclusiones.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Reactores ideales homogéneos no isotérmicos.					
Propósito esperado	El estudiante diseñará biorreactores ideales homogéneos no isotérmicos por lote, continuo de mezcla completa y flujo pistón para generar servicios y productos biotecnológicos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	15	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Dependencia de la velocidad de reacción de la temperatura.	<p>Explicar los fenómenos de transferencia de calor en biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.</p> <p>Diferenciar los sistemas de intercambio de calor en biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.</p> <p>Distinguir operativamente los sistemas de contacto de biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.</p> <p>Definir criterios de diseño de biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.</p> <p>Describir los sistemas de contacto de biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.</p>	<p>Establecer los fenómenos de transferencia de calor en la operación de biorreactores.</p> <p>Determinar las condiciones de operación en biorreactores ideales, homogéneos, no isotérmicos en lote, lote alimentado, continuo de mezcla completa y flujo pistón.</p> <p>Establecer las condiciones de operación de biorreactores homogéneos (enzimáticos y microbianos) en condiciones no isotérmicas y operados por lote, lote alimentado, continuo de mezcla completa y flujo pistón con intercambiadores de calor.</p>	<p>El estudiante desarrollará el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.</p> <p>El estudiante ejercerá liderazgo en el trabajo en equipo, coordinando las actividades para el buen resultado de los procesos a desarrollar.</p>
Reactor por lote adiabático y con intercambiador de calor.	Diferenciar el modo de operación en lote de un biorreactor ideal homogéneo adiabático y con intercambiador de calor.	Establecer las condiciones de operación de biorreactores homogéneos (enzimáticos y microbianos) en condiciones	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Distinguir la configuración geométrica de los distintos biorreactores ideales, homogéneos, adiabáticos y con intercambiador de calor que pueden ser operados en lote.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores ideales, homogéneos, adiabático y con intercambiador de calor operados en lote.</p> <p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores ideales, homogéneos, adiabático y con intercambiador de calor operados en lote.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor ideal, homogéneo, adiabático y con intercambiador de calor operado en lote.</p>	<p>adiabáticas y operados por lote, lote alimentado, continuo de mezcla completa y flujo pistón</p> <p>Diseñar biorreactores ideales, homogéneos, no isotérmicos operados en lote.</p>	
<p>Reactor continuo de mezcla completa (RCMC o CSTR) adiabático y con intercambiador de calor.</p>	<p>Diferenciar el modo de operación en continuo de un biorreactor ideal, homogéneo, adiabático y con intercambiador de calor</p> <p>Distinguir la configuración geométrica de los distintos biorreactores ideales, homogéneos, adiabáticos y con intercambiador de calor que pueden ser operados en continuo.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores ideales, homogéneos, adiabáticos y con intercambiador de calor operados en continuo.</p>	<p>Diseñar biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos operados en continuo.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores ideales, homogéneos, adiabáticos y con intercambiador de calor operados en continuo.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor ideal, homogéneo, adiabático y con intercambiador de calor operado en continuo.</p>		
<p>Reactor de flujo pistón (RFP o PFR) adiabático y con intercambiador de calor.</p>	<p>Diferenciar el modo de operación de un biorreactor de flujo pistón, ideal, homogéneo, adiabático y con intercambiador de calor .</p> <p>Distinguir la configuración geométrica de los biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos, adiabáticos y con intercambiador.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos, adiabático y con intercambiador de calor.</p> <p>Explicar las ventajas y desventajas de los biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos, adiabático y con intercambiador de calor.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de un biorreactor de flujo pistón, ideal homogéneo, adiabático y con intercambiador de calor.</p>	<p>Diseñar biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos y no isotérmicos.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Resolución de problemas. Simulación sistema de biorreacción. Trabajos de investigación.	Equipo de cómputo. Herramientas ofimáticas. Simuladores. Bases de datos de revistas científicas. Buscadores académicos.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden los fenómenos de transferencia de calor en biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.	A partir de los datos de casos de estudio teórico o práctico diseñar un biorreactor ideal, homogéneo y no isotérmico, determinando las aplicaciones, los requerimientos fisicoquímicos, los parámetros cinéticos y estequiométricos, así como los fenómenos de transporte involucrados en la operación, y lo reporte en un examen y problemario, indicando cálculos, diagramas y criterios utilizados.	*Ejercicios prácticos *Proyectos individuales
Los estudiantes comprenden y evalúan los sistemas de intercambio de calor en biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos.		
Los estudiantes determinan los parámetros (cinéticos y estequiométricos) y establecen las condiciones de operación de biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos llevando a cabo su diseño.		
Los estudiantes diseñan biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos de distintos tipos (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) bajo condiciones de operación en lote.		
Los estudiantes diseñan biorreactores ideales, homogéneos y no isotérmicos de distintos tipos (tanque agitado, columna de burbujas, airlift, etc.) bajo condiciones de operación en continuo.		
Los estudiantes diseñan biorreactores de flujo pistón, ideales, homogéneos y no isotérmicos.		

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	III. Desviación de la idealidad y reactores heterogéneos.					
Propósito esperado	El estudiante determinará criterios en la desviación del flujo ideal y de fenómenos de transporte para el diseño de biorreactores homogéneos y heterogéneos .					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	15	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Desviación del flujo Ideal y determinación de DTR (Distribución Tiempos Residencia Hidráulica) por el método de pulso de entrada.	<p>Identificar los factores que definen el flujo no ideal en la operación de biorreactores.</p> <p>Definir los factores en la desviación del comportamiento ideal del flujo en biorreactores homogéneos y heterogéneos.</p>	<p>Determinar los factores que afectan la desviación del flujo ideal.</p> <p>Evaluar los modelos de desviación del flujo ideal de uno y dos parámetros de biorreactores no ideales homogéneos enzimáticos y microbianos para el diseño de biorreactores gasificados de columna y airlift.</p>	<p>El estudiante desarrollará el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.</p> <p>El estudiante ejercerá liderazgo en el trabajo en equipo, coordinando las actividades para el buen resultado de los procesos a desarrollar.</p>
Diseño de reactores de flujo no ideal por los modelos de cero parámetros (segregación) y un parámetro (dispersión).	<p>Explicar los modelos de cero parámetros y los sistemas de un parámetro en el diseño de biorreactores de flujo no ideal.</p> <p>Describir los criterios derivados de los fenómenos de transporte de biorreactores heterogéneos.</p>	<p>Evaluar los modelos de desviación del flujo ideal de uno y dos parámetros de biorreactores.</p>	
Diseño de reactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.	<p>Explicar el diseño de biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.</p> <p>Distinguir la configuración de biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.</p>	<p>Determinar los parámetros de los mecanismos de transferencia de masa de biorreactores heterogéneos (enzimas y microorganismos inmovilizados) para el diseño de biorreactores (biopelícula y lecho).</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de los biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.</p>	<p>Evaluar la operación de biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.</p>	
<p>Diseño de reactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas (módulo de Thiele).</p>	<p>Explicar el diseño de biorreactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas.</p> <p>Distinguir la configuración de biorreactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas.</p> <p>Relacionar las aplicaciones de los biorreactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas.</p> <p>Describir los factores que pueden afectar la operación de los biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas (biopelícula y lecho).</p>	<p>Evaluar el módulo de Thiele en biorreactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas.</p> <p>Evaluar la operación de biorreactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas.</p>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Resolución de problemas. Simulación sistema de biorreacción. Trabajos de investigación.	Equipo de cómputo. Herramientas ofimáticas. Simuladores. Bases de datos de revistas científicas. Buscadores académicos.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

**Proceso de Evaluación**

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden y analizan los factores que definen el flujo no ideal en la operación de biorreactores.	A partir de los datos de casos de estudio teórico o práctico modelar y diseñar un biorreactor no ideal, homogéneo, determinando las aplicaciones, los requerimientos fisicoquímicos, los parámetros cinéticos y estequiométricos, así como los fenómenos de transporte involucrados en la operación, y lo reporte en un examen y problemario, indicando cálculos, diagramas y criterios utilizados.	*Ejercicios prácticos *Proyectos individuales
Los estudiantes diseñan biorreactores heterogéneos bifásicos líquido-líquido y líquido-gas.		
Los estudiantes diseñan biorreactores heterogéneos trifásicos líquido-sólido-gas.		
Los estudiantes evalúan y seleccionan los modelos de biorreactores homogéneos con desviación de la idealidad e identifican y evalúan los mecanismos de transporte en el diseño de biorreactores heterogéneos.		

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciatura, maestría o doctorado en biotecnología, bioquímica o química. Estudios cursados relacionados con la asignatura a impartir.	Cursos y actualización en manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación, técnicas de manejo de grupos.	Experiencia en industria como jefe de producción, jefe de planta tratamiento de aguas residuales, posgrado (maestría/doctorado) enfocado a procesos de transformación química/enzimática/microbiana.  Al menos un año de experiencia en docencia a nivel universitario, impartiendo asignaturas del área

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Levenspiel, O.	1999	Chemical Reaction Engineering.	Alemania	John Wiley	9780471254249
Fogler, H. S.	2016	Elements of Chemical Reaction Engineering.	Internacional	Pearson Education.	9780133887518

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	



Pauline M. Doran	2013	Bioprocess Engineering Principles.	Holanda	Elsevier Science.	9780122208515
Nielsen, J., Villadsen, J., & Liden, G.	2017	Bioreaction Engineering Principles.	Holanda	Springer.	9781461507673
Shuler, M. L., & Kargi, F.	2017	Bioprocess Engineering: Basic Concepts.	Internacional	Pearson Education.	978013290141
Mandenius Carl-Fredrik	2016	Design, Operation and Novel Applications	UK	Wiley	9783527337682
Katoh Shigeo, Horiuchi Jun-ichi , Yoshida Fumitake	2015	Biochemical Engineering: A Textbook for Engineers, Chemists and Biologists.	Alemania	Wiley	978-3-527-33804-7
Clarke Kim Gail	2013	Bioprocess Engineering An Introductory Engineering and Life Science Approach.	UK	Woodhead Publishing	978-1-78242-167-2
Moo-Young Murray	2011	Comprehensive Biotechnology.	Holanda	Pergamon	978-0-08-088504-9
McDuffie Norton G.	1991	Bioreactor Design Fundamentals.	UK	Butterworth-Heinemann	978-0-7506-9107-9

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Smith, J. M.	2014	Chemical Engineering Kinetics.	<a href="https://books.google.com.mx/books?hl=en&amp;lr=&amp;id=WoNYAwAAQBAJ&amp;oi=fnd&amp;pg=PR9&amp;dq=Smith,+J.+M.+(2014).+Chemical+Engineering+Kinetics.+3rd+edition.+McGraw-Hill&amp;ots=ovZ01fzq9D&amp;sig=RMTj9xt36ayMYCMiww-LsV6rbV8#v=onepage&amp;q=Smith">https://books.google.com.mx/books?hl=en&amp;lr=&amp;id=WoNYAwAAQBAJ&amp;oi=fnd&amp;pg=PR9&amp;dq=Smith,+J.+M.+(2014).+Chemical+Engineering+Kinetics.+3rd+edition.+McGraw-Hill&amp;ots=ovZ01fzq9D&amp;sig=RMTj9xt36ayMYCMiww-LsV6rbV8#v=onepage&amp;q=Smith</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

			%2C%20J.%20M.%20(2014).%20Chemical%20Engineering%20Kinetics.%203rd%20edition.%20McGraw-Hill&f=false
Liu Shijie.	2017	Bioprocess Engineering Kinetics, Sustainability, and Reactor Design.	<a href="https://www.sciencedirect.com/book/9780444637833/bioprocess-engineering">https://www.sciencedirect.com/book/9780444637833/bioprocess-engineering</a>
Herz Richard K.	2024	The Reactor Lab.	<a href="https://reactorlab.net/index.html">https://reactorlab.net/index.html</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	