

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

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: INGENIERÍA DE BIOPROCESOS**

**CLAVE: E-INBP-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante diseñará y escalará bioprocesos mediante la integración de las operaciones necesarias en el upstream, el biorreactor y el downstream 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. Procesos en la operación de medios de cultivo en bioprocesos.	15	10
II. Purificación de bioproductos (procesos de bioseparación).	15	10	25
III. Escalamiento de bioprocesos.	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. Procesos en la operación de medios de cultivo en bioprocesos.					
Propósito esperado	El estudiante diseñará procesos del upstream (mezclado, esterilización y aireación), para el manejo de medios de cultivo utilizados en la generación de 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
Tren de tratamiento de un proceso biotecnológico, diagramas de flujo: etapas y ejemplos (alimentos, farmacéutico, ambiental).	<p>Identificar las consideraciones de mercado y la potencial aplicación industrial de los bioproductos en distintas áreas.</p> <p>Describir la importancia del upstream en el tren de un proceso biotecnológico.</p> <p>Describir la importancia del biorreactor en el tren de un proceso biotecnológico.</p> <p>Describir la importancia del downstream en el tren de un proceso biotecnológico.</p> <p>Explicar los criterios considerados para la selección de las operaciones que integran un tren del procesamiento de productos biotecnológicos.</p>	<p>Diagramar las operaciones necesarias en un proceso biotecnológico.</p> <p>Proponer un tren de bioprocesamiento enfocado a productos con aplicaciones en distintas áreas.</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 asumirá la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p>
Diseño del proceso de mezclado en tanques agitados con y sin aireación	Explicar los procesos de mezclado en medios de cultivo dentro de tanques agitados con y sin aireación .	Establecer las condiciones en la operación (upstream y biorreactor) de los procesos de mezclado en	

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

	Identificar los parámetros de los procesos de mezclado.	medios de cultivo dentro de tanques agitados con y sin aireación. Determinar los parámetros de diseño de los procesos de mezclado (upstream y biorreactor) en medios de cultivo. Diseñar operaciones de mezclado de medios de cultivo (upstream y biorreactor) en bioprocesos.	
Diseño del proceso de esterilización por lote y en continuo	Explicar los procesos de esterilización en medios de cultivo dentro de tanques agitados con y sin aireación . Identificar los parámetros de los procesos de esterilización.	Establecer las condiciones en la operación (upstream) de los procesos de esterilización en medios de cultivo dentro de tanques agitados con y sin aireación. Determinar los parámetros de diseño de los procesos de esterilización (upstream) en medios de cultivo. Diseñar operaciones de esterilización de medios de cultivo (upstream) en bioprocesos.	
Diseño del proceso de aireación en medios de cultivo aerobios	Explicar los procesos de aireación en medios de cultivo dentro de tanques agitados. Identificar los parámetros de los procesos de aireación.	Establecer las condiciones en la operación (biorreactor) de los procesos de aireación en medios de cultivo dentro de tanques agitados. Determinar los parámetros de diseño de los procesos de aireación (biorreactor) en medios de cultivo. Diseñar operaciones de aireación de medios de cultivo (biorreactor) en bioprocesos.	

<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 la importancia del mercado de los bioproductos en distintas áreas.	A partir de un debate analizar y reflexionar sobre la importancia del mercado y las aplicaciones de los bioproductos en distintas áreas .	Ejercicios prácticos. Proyectos individuales.
Los estudiantes identifican las partes de un tren de bioprocesamiento. Los estudiantes comprenden las partes y los criterios de selección de un tren de bioprocesamiento .	A partir de los datos de casos de estudio identificar y analizar las etapas de un tren de bioprocesamiento (upstream, biorreactor, downstream).	Ejercicios prácticos. Proyectos individuales.
Los estudiantes analizan los parámetros involucrados en el proceso de mezclado en tanques agitados con y sin aireación. Los estudiantes identifican y analizan los parámetros relacionados al proceso de esterilización en tanques agitados con y sin aireación. Los estudiantes analizan los parámetros relacionados al proceso de aireación en tanques agitados.	A partir de los datos de casos de estudio diseñar procesos de mezclado, esterilización y aireación, determinando los parámetros de diseño y operación, y lo reporte en un examen o proyecto, indicando cálculos, diagramas y criterios utilizados.	Ejercicios prácticos. Proyectos individuales.

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

Unidad de Aprendizaje	II. Purificación de bioproductos (procesos de bioseparación).					
Propósito esperado	El estudiante diseñará los procesos de un tren de bioseparación (downstream) aplicables a un bioproducto inmerso en un medio de cultivo.					
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
Diseño de los procesos de ruptura celular y centrifugación.	<p>Identificar las operaciones de recuperación, concentración y purificación posteriores a la biorreacción.</p> <p>Identificar las técnicas mecánicas y químicas de ruptura celular.</p> <p>Definir los criterios de diseño de los procesos usados en la recuperación de bioproductos extracelulares.</p> <p>Definir los criterios de diseño de los procesos de ruptura celular usados en la recuperación de bioproductos intracelulares.</p> <p>Explicar los criterios de diseño de las operaciones de concentración (centrifugación).</p>	<p>Establecer las condiciones en la operación de los procesos de bioseparación posteriores a la biorreacción que lleven a la recuperación, concentración y purificación de productos.</p> <p>Determinar las técnicas de ruptura celular necesarias en la recuperación de productos intracelulares.</p> <p>Diseñar operaciones de ruptura celular aplicables en la recuperación de productos intracelulares.</p> <p>Diseñar operaciones de centrifugación aplicables a la recuperación y concentración de bioproductos.</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 asumirá la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p>
Diseño de los procesos de extracción líquido-líquido.	Definir los criterios de diseño de los procesos usados en la separación por	Diseñar operaciones de extracción líquido-líquido aplicables en la	

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

	<p>extracción líquido-líquido de bioproductos.</p> <p>Identificar los mecanismos de transferencia de masa involucrados en los procesos extracción.</p>	<p>recuperación, concentración y purificación de productos.</p>	
<p>Diseño de los procesos de adsorción-absorción (Isotermas).</p>	<p>Definir los criterios de diseño de los procesos usados en la separación por adsorción de bioproductos.</p> <p>Identificar los criterios de diseño de los procesos usados en la separación por absorción de bioproductos.</p> <p>Explicar los mecanismos involucrados en los procesos de sorción (isotermas).</p>	<p>Diseñar operaciones de sorción que permitan la recuperación, concentración y purificación de productos.</p>	
<p>Diseño de los procesos de ósmosis inversa y ultrafiltración.</p>	<p>Definir los criterios de diseño de los procesos usados en la separación por ósmosis inversa de bioproductos.</p> <p>Identificar los mecanismos involucrados en los procesos de osmosis inversa.</p> <p>Definir los criterios de diseño de los procesos usados en la separación por ultrafiltración de bioproductos.</p> <p>Explicar los mecanismos involucrados en los procesos de ultrafiltración.</p>	<p>Diseñar operaciones de ósmosis inversa aplicables en la recuperación, concentración y purificación de productos.</p> <p>Diseñar operaciones de ultrafiltración que permitan la recuperación, concentración y purificación de productos.</p>	
<p>Diseño de los procesos de cromatografía por intercambio iónico, exclusión molecular y afinidad.</p>	<p>Definir los criterios de diseño de los procesos usados en la separación por cromatografía de bioproductos.</p> <p>Identificar los mecanismos involucrados en los procesos de cromatografía por intercambio iónico.</p>	<p>Diseñar operaciones de cromatografía por intercambio iónico que permitan la recuperación, concentración y purificación de productos.</p> <p>Diseñar operaciones de cromatografía por exclusión</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>Identificar los mecanismos involucrados en los procesos de cromatografía por exclusión molecular.</p> <p>Explicar los mecanismos involucrados en los procesos de cromatografía por afinidad.</p> <p>Explicar los mecanismos involucrados en los procesos de cromatografía por interacción hidrofóbica.</p> <p>Explicar los mecanismos involucrados en los procesos de cromatografía por adsorción.</p>	<p>molecular aplicables en la recuperación, concentración y purificación de productos.</p> <p>Diseñar operaciones de cromatografía por afinidad que permitan la recuperación, concentración y purificación de productos.</p> <p>Diseñar operaciones de cromatografía por interacción hidrofóbica aplicables en la recuperación, concentración y purificación de productos.</p> <p>Diseñar operaciones de cromatografía por adsorción que permitan la recuperación, concentración y purificación de productos.</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 comprenden las operaciones relacionadas con la recuperación, concentración y purificación de bioproductos.	A partir de los datos de casos de estudio diseñar un bioproceso de bioseparación, determinando los parámetros de diseño y operación, y lo reporte en un examen o proyecto, indicando cálculos, diagramas y criterios utilizados.	Ejercicios prácticos. Proyectos individuales.
Los estudiantes comprenden la diferencia entre producto intra y extracelular.		
Los estudiantes analizan las operaciones utilizadas en la ruptura celular.		
Los estudiantes comprenden los criterios de diseño de la centrifugación.		
Los estudiantes comprenden los criterios de diseño de la extracción líquido-líquido.		
Los estudiantes comprenden los criterios de diseño de los procesos de sorción.		
Los estudiantes comprenden los criterios de diseño de la ósmosis inversa.		
Los estudiantes comprenden los criterios de diseño de la ultrafiltración.		
Los estudiantes comprenden los criterios de diseño de la cromatografía por intercambio iónico, exclusión molecular, afinidad, interacción hidrofóbica y adsorción .		

<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	III. Escalamiento de bioprocesos.					
Propósito esperado	El estudiante determinará los criterios a través de los números adimensionales obtenidos del análisis dimensional del bioproceso, para llevar a cabo su escalamiento.					
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
Concepto de escalamiento y etapas para el escalado de un bioproceso.	<p>Identificar los criterios de escalamiento requeridos en los bioprocesos.</p> <p>Describir las etapas a considerar en el escalamiento de un bioproceso.</p> <p>Explicar procedimientos de escalamiento, incluyendo los cálculos y conversiones necesarias</p>	<p>Seleccionar los criterios de escalamiento de bioprocesos.</p> <p>Seleccionar las etapas de escalamiento de bioprocesos.</p> <p>Evaluar propuestas de escalamientos de distintos bioprocesos.</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 asumirá la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p>
Análisis Dimensional, Teorema Pi de Buckingham y números adimensionales como criterios de escalamiento.	<p>Describir el análisis dimensional requerido en el escalamiento de los bioprocesos.</p> <p>Explicar el Teorema Pi de Buckingham y los números adimensionales requeridos en el escalamiento de los bioprocesos.</p>	<p>Proponer el escalamiento de un bioproceso usando el Teorema Pi de Buckingham y los números adimensionales.</p> <p>Validar la propuesta de escalamiento de un bioproceso usando el Teorema Pi de Buckingham y los números adimensionales.</p>	
Escalado de un proceso de mezclado en tanque agitado a partir de los números de Reynolds y Potencia	<p>Explicar los números de Reynolds y de Potencia requeridos en el escalamiento de los procesos de mezclado en taques agitados.</p>	<p>Proponer el escalamiento de un proceso de mezclado en un tanque agitado usando los números de Reynolds y Potencia.</p>	

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

		Validar la propuesta de escalamiento de un proceso de mezclado en un tanque agitado usando los números de Reynolds y Potencia.	
Escalado de un proceso de aireación en medios de cultivo a partir del número de aireación y el $k_{La}$ .	Explicar el número de aireación y el $k_{La}$ requeridos en el escalamiento de los bioprocesos en taques agitados.	Proponer el escalamiento de un proceso de aireación en un tanque agitado usando el número de aireación y el $k_{La}$ . Validar la propuesta de escalamiento de un proceso de aireación en un tanque agitado usando el número de aireación y el $k_{La}$ .	

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 criterios necesarios en el escalamiento de un proceso de bioseparación. Los estudiantes analizan el Teorema Pi de Buckingham y los números adimensionales necesarios en el escalamiento de un proceso de bioseparación.	A partir de los datos de casos proyectar el escalado de un bioproceso, determinando los parámetros de escalamiento y magnitudes del proceso escalado, y lo	Ejercicios prácticos. Proyectos individuales.

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

Los estudiantes analizan los números de Reynolds y de Potencia necesarios en el escalamiento de un proceso de mezclado.	reporte en un examen o proyecto, indicando cálculos, diagramas y criterios utilizados.
Los estudiantes analizan el número de aireación y el $k_L a$ necesarios en el escalamiento de un tanque agitado.	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciatura, maestría o doctorado en biotecnología, bioquímica y 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
Pauline M. Doran	2013	Bioprocess Engineering Principles.	Holanda	Elsevier Science.	9780122208515
Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J.	2013	Principles of fermentation technology.	Holanda	Elsevier	9780080999531
Bailey, J. E., & Ollis, D. F	2018	Biochemical engineering fundamentals	Internacional	McGraw-Hill	9780070032125
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

<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	

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
Liu Shijie.	2017	Bioprocess Engineering.	Holanda	Elsevier.	978-0-444-63783-3

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Doran, P. M.	21 Junio 2024	Bioprocess Engineering Principles. 2nd edition	<a href="https://books.google.com.mx/books?hl=en&amp;lr=&amp;id=GoOqw3hKlylIC&amp;oi=fnd&amp;pg=PP1&amp;dq=Doran,+P.+M.+(2013).+Bioprocess+Engineering+Principles.+2nd+edition.+Academic+Press.+Disponible+en+ScienceDirect.&amp;ots=ZOYbmy6leW&amp;sig=jMovZABPch713HNIR6SqHTT03Ho#v=onepage&amp;q&amp;f=false">https://books.google.com.mx/books?hl=en&amp;lr=&amp;id=GoOqw3hKlylIC&amp;oi=fnd&amp;pg=PP1&amp;dq=Doran,+P.+M.+(2013).+Bioprocess+Engineering+Principles.+2nd+edition.+Academic+Press.+Disponible+en+ScienceDirect.&amp;ots=ZOYbmy6leW&amp;sig=jMovZABPch713HNIR6SqHTT03Ho#v=onepage&amp;q&amp;f=false</a>
Roger G. Harrison, Paul W. Todd, Scott R. Rudge, Demetri P. Petrides	21 Junio 2024	Bioseparations Science and Engineering.	<a href="https://www.academia.edu/41126037/BIOSEPARATIONS_SCIENCE_AND_ENGINEERING">https://www.academia.edu/41126037/BIOSEPARATIONS_SCIENCE_AND_ENGINEERING</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	

SpudichTom	21 Junio 2024	Online HPLC Simulator.	<a href="https://remotelabs.asdlib.org/online-hplc-simulator/">https://remotelabs.asdlib.org/online-hplc-simulator/</a>
Porter Sandra	21 Junio 2024	The InnovATEBIO National Center for Biotechnology Education.	<a href="https://innovatebio.org/blog/virtual-tools-for-protein-purification">https://innovatebio.org/blog/virtual-tools-for-protein-purification</a>
Tingyue Gu	21 Junio 2024	Chromatography Simulation Home Page.	<a href="https://sites.ohio.edu/gu/CHROM/indexbad.html">https://sites.ohio.edu/gu/CHROM/indexbad.html</a>
Bionetwork	21 Junio 2024	Centrifugation	<a href="https://www.ncbionetwork.org/educational-resources/elearning/centrifugation">https://www.ncbionetwork.org/educational-resources/elearning/centrifugation</a>
Center for the Advancement of Faculty Excellence	21 Junio 2024	Liquid-Liquid Extraction.	<a href="https://elearning.cpp.edu/learning-objects/organic-chemistry/liquid-extraction/">https://elearning.cpp.edu/learning-objects/organic-chemistry/liquid-extraction/</a>
NC state University	21 Junio 2024	Virtual Upstream biomanufacturing laboratory.	<a href="https://virtualbioreactor.wordpress.ncsu.edu/virtual-bioreactor/">https://virtualbioreactor.wordpress.ncsu.edu/virtual-bioreactor/</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>	