



POSADAS, 06 SEP 2023

VISTO: el expediente FCEQYN-S01:0001478/2023, referente al Programa de la asignatura "INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES" de la carrera Ingeniería Química; y

CONSIDERANDO:

QUE, el Departamento de Ingeniería Química aprueba el Programa de la asignatura "INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES" de la carrera Ingeniería Química.

QUE, la Secretaría Académica toma conocimiento del trámite y eleva al Honorable Consejo Directivo para su tratamiento.

QUE, la comisión de Asuntos Académicos emite el despacho N° 178/23 en el que se sugiere Aprobar el Programa de la asignatura "INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES" de la carrera de Ingeniería Química (Plan 2003).

QUE, el tema se pone a consideración en la Vª Sesión Ordinaria de Consejo Directivo realizada el 24 de julio de 2023, aprobándose -por unanimidad y sin objeciones de los consejeros presentes- el despacho N° 178/23 de la comisión de Asuntos Académicos.

Por ello:

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: APROBAR por el período 2023-2026 el Programa de la asignatura "INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES" de la carrera Ingeniería Química (Plan 2003), el que se incorpora como Anexo de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º: REGISTRAR. Notificar al Señor Decano. Comunicar. Cumplido. **ARCHIVAR.**

RESOLUCION CD N° 420-23

mle/PCD

Dra. Claudia Marcela MENDEZ
Secretaria Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

Dra. Sandra Liliana GRENON
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

VISTO: se deja expresa constancia que en la fecha se tomó conocimiento de la Resolución N°..... del Honorable Consejo Directivo de la FCEQyN de conformidad al Art. 1º inciso "c" de la Ordenanza N° 001/97.

06 SEP 2023

Dr. Dardo Andrea MARTI
Decano
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES

Período: **2023-2026**

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES (ORI43)
 CARRERA: **Ingeniería Química** AÑO EN QUE SE DICTA: **Quinto año**
 PLAN DE ESTUDIO: **Ingeniería Química 2003**
 CARGA HORARIA: **80 h**
 PORCENTAJE FORMACION TEÓRICA: **60 %**
 PORCENTAJE FORMACIÓN PRACTICA: **40 %**
 DEPARTAMENTO: **Ingeniería Química**
 PROFESOR (Responsable de la Asignatura): **Dr. Ing. Qco. José Luis HERRERA**
 CARGO Y DEDICACIÓN: **Profesor Titular Exclusiva Interino**

EQUIPO DE CÁTEDRA	CARGO Y DEDICACIÓN
José Luis HERRERA	Prof. Titular Excl. Int. (Afect.. 10 h)
María Angélica SOSA	Jefe de Trab. Prácticos Simple (10 h)

RÉGIMEN DE DICTADO		RÉGIMEN DE EVALUACIÓN	
Anual	Cuatrimestre 1º	Promocional	
Cuatrimestral <input checked="" type="checkbox"/>	Cuatrimestre 2º <input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO <input checked="" type="checkbox"/>

Atención: Marcar según corresponda con una "x"

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNaM

Dra. SANDRA LILIA GREÑON
 PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNaM



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

CRONOGRAMA (3)	UNIDAD	TEMA
Semana 1	I-II	Introducción a los bioproductos y a las bioseparaciones. Introducción al Downstream processing. Ruptura celular y floculación
Semana 2	III	Métodos de filtración.
Semana 3	IV	Sedimentación.
Semana 4	V	Extracción.
Semana 5		Primera Evaluación Integradora
Semana 6	VI	Adsorción y Cromatografía líquida.
Semana 7	VII	Cromatografías.
Semana 8	VIII	Precipitación.
Semana 9	IX	Separación de compuestos por membranas y electroforesis.
Semana 10	X	Cristalización.
Semana 11	XI	Secado.
Semana 12	-	Segunda Evaluación Integradora
Semana 13	XII	Diseño de Bioprocesos.
Semana 14	XII	Diseño de Bioprocesos.
Semana 15	XII	Diseño de Bioprocesos.


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23.-

FUNDAMENTACION (4)

Las Bioseparaciones comprenden las operaciones necesarias para la separación de compuestos de origen biológico, que se derivan del crecimiento celular en biorreactores o de células pertenecientes a tejidos. En las últimas décadas del siglo XX se desarrolló en forma vertiginosa la biotecnología, como evolución directa de la microbiología industrial, que sumó a los productos mencionados, la separación de proteínas.

El ingeniero químico se prepara de manera especial a través de las operaciones unitarias para tratar con las separaciones de diferentes sustancias. Muchas operaciones que se emplean en otros procesos químicos son comunes con las Bioseparaciones, pero otras no son tratadas en tales asignaturas y son innovadoras para el enfoque tradicional de la ingeniería.

La Resolución Ministerial 1254/18 establece como actividades profesionales reservadas al título de Ingeniero Químico, las siguientes:


- 1. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones, y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia; e instalaciones de control y de transformación de emisiones energéticas, efluentes líquidos, residuos sólidos y emisiones gaseosas.
- 2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.
- 3. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.
- 4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.

La asignatura se enfoca principalmente en el desarrollo y consolidación de las Actividades Reservadas 1 y 2 del Ingeniero Químico.

Se articula verticalmente con las materias preliminares de la Orientación Biotecnología del Plan de Estudios (Ingeniería Bioquímica y Biotecnología Molecular).

Aunque el estudiante de Ingeniería Química que así lo desee podrá cursar la asignatura para acreditar crédito horario en optativas de libre elección. A nivel horizontal se articula parcialmente con Proyecto de Industrias.


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

ANEXO RESOLUCION CD Nº **420-23**

OBJETIVOS (5)	<p>Generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender operaciones y procesos que se base en la utilización de la separación de sustancias de origen biológico, ya sea que deriven del desarrollo celular o de birreactores, o bien provenientes de células animales o vegetales. • Adquirir los conocimientos experimentales para lograr planificar a diferentes escalas productivas y de investigación las variables que interfieren en estos procesos. • Conocer, dimensionar y seleccionar el equipamiento necesario para los diferentes procesos de Bioseparaciones • Conocer los efectos que los procesos y pasos que implican los métodos de Bioseparaciones sobre los bioproductos. <p>Competencias a desarrollar (RESOL-2021-1566-APN-ME) Genéricas (Nivel avanzado) Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería química. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería química. Fundamentos para una comunicación efectiva. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. Fundamentos para el aprendizaje continuo.</p>
----------------------	---



Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNaM



Dra. SANDRA LILIANA GRENON
 PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNaM



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23


Específicas (Nivel avanzado)

1. Identificación, formulación y resolución de problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Estrategias de abordaje, diseños experimentales, definición de modelos y métodos para establecer relaciones y síntesis.
2. Diseño, cálculo y proyecto de productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas. Estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para la valorización optimización.

**CONTENIDOS MINIMOS (6)
(Plan 2003)**

Introducción a los bioproductos y a las diferentes metodologías de las Bioseparaciones. Introducción al Downstream processing.
Ruptura celular. Floculación. Filtración. Sedimentación. Extracción. Adsorción y cromatografías. Ultrafiltración. Electroforesis. Precipitación. Cristalización. Secado. Diseño de procesos y de bioprocesos.


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIA
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

MODULOS	UNIDAD	TEMA
	I	Introducción a los bioproductos y a las Bioseparaciones. Introducción al Downstream processing.
	II	Ruptura celular y floculación.
	III	Métodos de filtración.
	IV	Sedimentación.
	V	Extracción.
	VI	Adsorción y Cromatografía líquida.
	VII	Cromatografías.
	VIII	Precipitación.
	IX	Separación de compuestos por membranas y electroforesis.
	X	Cristalización.
	XI	Secado.
	XII	Diseño de Bioprocesos.

CONTENIDOS POR UNIDAD

1- Introducción a los bioproductos y a las bioseparaciones. Introducción al Downstream processing.

Clasificación de los bioproductos como las pequeñas moléculas, las macromoléculas y productos en forma de partícula incluyendo las células.

Diferencias entre las estructuras de los bioproductos.

Etapas de los procesos de separación y purificación. Metabolitos primarios y secundarios. Downstream processing, objetivos de cada etapa y operaciones típicas de cada una.

2-Ruptura celular y floculación.

Tipos de células. Estructura celular. Sus membranas para la elección del método de ruptura. Métodos químicos, mecánicos y físicos. Fenómenos electro cinéticos en la floculación de las células y de las partículas insolubles. Mecanismos de floculación y resolver problemas celulares. Regla de Schulze-Hardy.

ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

CONTENIDOS POR UNIDAD
(cont.)

3- Métodos de Filtración.

Principios de la filtración. Cálculo de las velocidades de flujo de solvente y los tiempos de filtración utilizando la ley de Darcy. Interpretación de la teoría del lavado para calcular la remoción de solutos desde las tortas de filtración. Selección de operaciones unitarias de filtración para ajustarias a los requerimientos de los productos dependiendo de sus propiedades.

4-Sedimentación

Principios de la sedimentación. Centrifugas comparación y análisis de las mismas. Determinación de la velocidad de sedimentación de una partícula y cálculo de los tiempos de sedimentación, tiempos equivalentes y los coeficientes de sedimentación en campos gravitacionales y centrífugos. Selección de una centrifuga apropiada para una determinada separación liquido-liquido o sólido-liquido. Interpretación del peso molecular de una partícula a partir de los datos de ultracentrífuga. Interpretar los fundamentos de la sedimentación de flocs. Importancia relativa de la difusión en las operaciones de sedimentación.

5- Extracción.

Principios de extracción liquido-liquido- Separación en dos fases y equilibrio de partición. Cambio de escala y diseño de extractores. Extractores de platos y centrífugos. Factores que interfieren en la partición de biomoléculas. Diagrama de fases para sistemas acuosos bifásicos y sus aplicaciones a la extracción de proteínas.

6- Cromatografía líquida y adsorción.

Equilibrio de adsorción. Dinámica de la columna de adsorción: adsorción en lechos fijos, en lecho agitado. Tipos de adsorbentes: resinas diferentes. Cromatografía de interacción hidrofóbica. Cromatografía de afinidad. IMAC. Cromatografía de Exclusión. Diferencias de equipos. Selección de método según el proceso y materia prima usada. Sistemas de membranas. Composición y morfología de las membranas. Esquemas de funcionamiento. Interpretación y lectura de resultados.

7- Cromatografías

Tecnología de la cromatografía. Equipos, columnas, procedimientos de empaqueo, detectores, sistemas de fluidos, bombas. Cambio de escala: adsorción, cromatografía.



ANEXO RESOLUCION CD Nº **420-23**

CONTENIDOS POR UNIDAD
(cont.)

8-Precipitación.

Factores que influyen en la solubilidad de las proteínas. Ecuación de Cohn para predecir el equilibrio de una solución. Etapas en el desarrollo de un precipitado. Cálculo de los tiempos de mezclas en un precipitador agitado, su cinética de difusión de partículas y de agregación de partículas-partículas. Precipitador reactor de tanque Agitador Continua (CSTR).

9- Separación de compuestos por membranas y electroforesis.

Fenómenos de transporte en los sistemas de membranas. Composición, estructura y morfología de las membranas. Conceptos y su utilización según el compuesto. Osmosis inversa, ultrafiltración, micro filtración y diálisis. Ecuaciones de transporte de disolvente t soluto. Características de las membranas y sus conceptos: permeabilidad, selectividad, resistencia, polarización. Factores que afectan a la resolución del método: presión, flujo tangencial, concentración, propiedades de la disolución. Electroforesis, armado de equipamiento. Electroforesis capilar y de gel: equipos y materiales necesarios. Electroforesis de proteínas. Electroforesis en poliacrilamida. Electroforesis de gel preparativa en discontinuo, (pGE), equipos y operación. Electroforesis preparativas de flujo continuo.

10 -Cristalización.

Fundamentos de la cristalización. Tipos. Cinética de cristalización basada en experiencias batch. Cristalizadores discontinuos. Procesos de cristalización de proteínas. Cálculos y diseño según diferentes escalas productivas. Estudios experimentales, análisis.

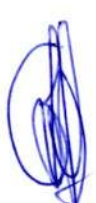
11 -Secado.

Fundamentos y principios del secado de diferente material biológico. Composición de los sólidos y contenido de agua. Equilibrio. Descripción de las operaciones de secado en secaderos de vacío. Liofilización. Secaderos por atomización. Diseño y cambio de escala según la producción del producto de interés. Cálculos de agua ligada o no ligada en los sólidos biológicos antes del secado.

12-Diseño de Bioprocesos

Etapas de recuperación primaria, productos intracelulares y extracelulares. Etapas de la recuperación intermedia. Concentración de los productos Etapas finales de purificación. Simulación del proceso. Estimaciones de costos de los procesos. Evaluación de costos según metodología. Control de calidad de los procesos y del producto. Métodos de validación, estudios de estabilidad, programa de control de medioambiente. Ejemplos de bioprocesos según carrera de cursado, ejemplos de productos obtenidos. Casos de bioseparaciones a nivel investigación y de escala industrial. Bioseparaciones a nivel industrial, innovación de procesos.


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	<p>Se planifican las siguientes actividades:</p> <p>Clases Expositivas:</p> <p>En las mismas se desarrollan conceptos, principios y fundamentos de las Bioseparaciones, técnicas de formulación y resolución de problemas.</p> <p>Clases Teórico-Prácticas:</p> <p>Podrán realizarse experiencias en laboratorio o en escala piloto o industrial para demostrar o aplicar los principios de los procesos de separación de bioproductos.</p> <p>En la modalidad estudio de casos se presentarán y desarrollarán proyectos, trabajos o casos de investigación para que el estudiante analice las diferentes alternativas de obtención de bioproductos. Esta actividad permitirá al estudiante elaborar el Informe Razonado para exponer en su Examen Final.</p> <p>Las clases se desarrollan en el Aula de Informática Sede de Campus o en Laboratorio Central Sede Central, los días miércoles y viernes en horarios de 9.00 a 12 h.</p>
-----------------------------------	---

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

**SISTEMA DE EVALUACION
(7)**

La Asignatura se APRUEBA en los Turnos Ordinarios de Examen.

El sistema de evaluación se compone de dos instancias:

a) Durante el cursado de la Asignatura:

Primera Evaluación integradora, semana 5

Segunda Evaluación Integradora, semana 12

Mediante la APROBACIÓN de las dos instancias de Evaluación integradora o sus recuperatorios, el estudiante estará en condiciones de acceder a la REGULARIDAD en la asignatura.

Son instrumentos de evaluación, el ANÁLISIS de CASOS y la ENTREVISTA.

b) En Mesa de Exámenes:

La APROBACIÓN de la ASIGNATURA se alcanza en los Turnos Ordinarios de Examen, mediante la Exposición Oral de un INFORME RAZONADO acerca de una aplicación determinada de una o varias técnicas de Bioseparaciones.

Son instrumentos de evaluación, el EXAMEN ESCRITO (Informe Razonado) y la ENTREVISTA posterior.

En cualquier caso la nota mínima de APROBACIÓN será 6 (seis).

REGLAMENTO DE CÁTEDRA (8)

Los estudiantes estarán habilitados para rendir la asignatura bajo las siguientes condiciones:

La condición de ALUMNO REGULAR de la asignatura se alcanza con el 80% de ASISTENCIA a las actividades presenciales y la APROBACIÓN de las Evaluaciones Integradoras o sus recuperatorios.

La condición de ALUMNO LIBRE resulta de no reunir los requisitos del párrafo anterior. Para APROBAR la ASIGNATURA deberá superar satisfactoriamente un Examen Escrito acerca de los temas del Programa, el mismo día del examen. Luego accederá a la EXPOSICIÓN ORAL del Informe razonado acerca de una aplicación determinada de una o varias técnicas de Bioseparaciones.

El documento en formato pdf deberá presentarse 7 (siete) días antes de la fecha de examen.

La Calificación final del ALUMNO LIBRE se obtiene del promedio entre la nota obtenida en el Examen Escrito y la nota obtenida en la Exposición Oral.



ANEXO RESOLUCION CD Nº 420-23

BIBLIOGRAFIA (9)

Betler, Paul A. ; Cusser, E.L.; Hu, Wei-Shou. (1988) *Bioseparations: Downstream Processing for Biotechnology*. John Wileys & Sons

Harrison, R. G.; Todd P.; Rudge, S. R; Petrides, Demetri P.. (2003) *Bioseparation Science and Engineering*. Oxford University Press.

Ghosh Raja. (2003) *Protein bioseparation using ultrafiltration Theory, Applications and New Developments*. World Scientific.

Petre M. (2011). *Advances in Applied Biotechnology*. InTech – Croacia


Petrides D. (2000) *Bioprocess Design and Economics*. INTELIGEN, Inc.

Doran P.M. (2013) *Bioprocess Engineering Principles*. Academic Press Elsevier Ltd. U.K:

Tejeda Mansir A. (2011) *Bioseparaciones* 2nd Ed. Pearson Educación de México. S. A. de C. V.

Ahamed T. (2008) PhD Thesis *Bioseparation Process Development*. Bangladesh


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIAT'A GREÑO
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM