



## PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Química

**CARRERA:** Ingeniería Química

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:** BIOPROCESOS EN LA INDUSTRIA

Año Académico: 2023

Área: Especialidad

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Nivel: 5°

Tipo: Electiva

Modalidad: Cuatrimestral

### Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
60	80	5

### FUNDAMENTACIÓN

Un bioproceso involucra la transformación de un sustrato determinado en productos mediante microorganismos, cultivos de células animales o vegetales o por materiales derivados de estos como las enzimas. Los bioprocesos son una parte esencial de muchas industrias como de alimentos, químicas y farmacéuticas. Utilizando estos procesos se pueden obtener productos comerciales que abarcan desde materiales relativamente baratos, como el alcohol y otros disolventes orgánicos, hasta compuestos químicos especiales muy caros como antibióticos, proteínas terapéuticas y vacunas. Aunque disímiles en escala de producción, precio de los productos y complejidad de los métodos de separación y purificación, los bioprocesos pueden estudiarse de una forma general.

En ese sentido, la presente asignatura pretende brindar un enfoque fundamentalmente informativo-descriptivo de los bioprocesos que se desarrollan en el ámbito industrial tanto a nivel nacional como internacional, para que los alumnos de grado de Ingeniería Química tengan un conocimiento general de diferentes bioprocesos industriales que los instruya y motive a profundizar su formación en el tema. Asimismo, pueden completar esta formación cursando la Asignatura de Aplicaciones biotecnológicas de biorreactores o, una vez graduados, atender la Maestría en Biotecnología que se lleva a cabo en la Escuela de Posgrado de la UTN-FRBA en vinculación con el Departamento de Ingeniería Química.



**COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
<b>CE1 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 1)</b>  Identificar, formular y resolver 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 incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.			X	
<b>CE2 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 2)</b>  Diseñar, calcular y proyectar 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 aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
<b>CE6 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 6)</b>  Optimizar 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 aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.				X
<b>CE7 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 7)</b>  Peritar y/o arbitrar procesos, sistemas, instalaciones, elementos complementarios, construcción, operación y/o mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas seleccionando y utilizando técnicas y				X



herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las Normativas vigentes Nacionales e Internacionales.				
<b>CE11 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 11)</b>  Realizar análisis de riesgo, asesorar y/o implementar diseño seguro para organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.				X

**COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia	Baja	Media	Alta
<b>CT1 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 1)</b> Identificar, Formular y resolver problemas de Ingeniería.		X	
<b>CT2 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 2)</b> Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.		X	
<b>CT4 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 4)</b> Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la ingeniería.			X
<b>CS6 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 6)</b> Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.			X
<b>CS7 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 7)</b> Comunicarse con efectividad			X
<b>CS8 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 8)</b> Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.		X	
<b>CS10 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 10)</b> Actuar con espíritu emprendedor		X	



## **OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)**

- Conocer los diferentes Bioprocesos y sus diferentes etapas.
- Identificar Operaciones previas (*upstream*), instalación y funcionamiento de la planta de producción y operaciones posteriores (*downstream*) de recuperación y purificación de un producto biotecnológico en la industria.
- Analizar y clasificar los bioprocesos destacando las diferencias entre ellos, de acuerdo al volumen de producción del bioproducto.
- Conocer los componentes de un medio de cultivo, su función y los productos usualmente utilizados en la formulación de medios industriales.
- Conocer el equipamiento general mínimo para la instalación de una planta de bioprocesos.
- Analizar los métodos de recuperación y purificación de productos biotecnológicos (*downstream processing*) utilizados en escala industrial y su equipamiento específico.
- Comparar los diferentes procesos para una misma operación unitaria.

## **CONTENIDOS**

### **Contenidos mínimos**

Nociones de diseño general de bioprocesos, particularmente criterios para la organización de la secuencia de las diferentes etapas de separación y purificación de acuerdo con los conceptos teóricos generales, incluyendo los desafíos y limitantes que se dan en la industria. Servicios y requisitos de una planta de bioprocesos. Evaluación y control del equipamiento empleado en escala industrial. Identificación y control de puntos críticos a lo largo de los procesos biológicos.

### **Contenidos analíticos**

#### **Unidad temática 1 - Bioprocesos Industriales**

Identificación de los productos que se obtienen utilizando bioprocesos, clasificación, características y realidad de nuestro país. Perspectivas de bioproductos a nivel local.



Plantas biotecnológicas: Organización y sectorización de las mismas, requisitos técnicos de servicios como vapor, gases y agua.

### **Unidad temática 2 - Upstream Processing**

Medios de cultivo: diseño, importancia de elección de los componentes, preparación. Esterilización de biorreactores batch. Diseño de ciclos de esterilización térmica. Esterilización continua. Esterilización por otros medios físicos: filtración y radiación. Esterilización con agentes químicos. Esterilización de gases.

### **Unidad temática 3 - Downstream processing**

Interpretación de downstream processing, importancia de la recuperación y purificación del producto. Precipitación: Clasificación de los métodos aplicables en biotecnología según el agente precipitante. Fundamento teórico y utilización práctica. Ventajas e inconvenientes de cada uno. Filtración tradicional, tangencial, diafiltración y filtración de profundidad: Diferencias entre ellas, evaluación, control y validación de las mismas. Parámetros operativos y puntos críticos.

### **Unidad temática 4 – Cromatografía líquida Preparativa**

Clasificación de Isotermas de adsorción en el equilibrio. Interacciones soluto-matriz cromatográfica y soluto-soluto en cromatografía preparativa. Efecto de la sobrecarga sobre los cromatogramas obtenidos. Evaluación de columnas cromatográficas: empaque y limpieza. Desafíos industriales de las cromatografías preparativas. Esquemas racionales de organización de la secuencia de las diferentes etapas según las características de las operaciones unitarias. Equipos cromatográficos y columnas industriales.

### **DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	<b>Horas totales</b>
<b>Teórica</b>	37		<b>37</b>



<b>Formación práctica</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>23</b>
---------------------------	-----------	----------	-----------

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj totales virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental			
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)			
Proyecto y diseño			
Estudio de casos	17	6	Aula / Aula virtual
Práctica supervisada			
<b>Total de horas</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>23</b>

#### **ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

La estrategia de enseñanza de la materia consiste fundamentalmente en exposiciones dialogadas en donde se fomenta tanto la adquisición de nuevos conocimientos como el pensamiento crítico y aplicado de los fenómenos que rigen los bioprocesos (CT1, CE1). Mediante la generación de debates, se pretende que el alumno, desarrolle un espíritu cuestionador, que incorpore las nuevas herramientas brindadas por la asignatura, las haga propias y no solo que aprenda a usarlas, sino también, que comprenda cuándo debe usar cada herramienta (CT4, CE6).

Mediante el uso de fotos e ilustraciones de equipos industriales, sumado a la exhibición de diagramas de flujo de procesos, se pretende sumergir a los estudiantes en un entorno aplicado del conocimiento. El objetivo es lograr que los conceptos teóricos incorporados tanto en esta asignatura como en asignaturas previas, cristalicen en una aplicación concreta que permita obtener un bien o servicio (CE1, CE2).

Como actividad de aprendizaje, se inculcará el trabajo en equipo. Los alumnos realizarán un trabajo de investigación en grupos de dos o tres integrantes, que derivará en un estudio de casos. El trabajo se focalizará en Producción industrial de un bioproducto: Organismo empleado, esquema de producción (discutir opciones si hay más de una



descrita), medio de cultivo y materias primas empleadas (disponibilidad en Argentina-costo), Downstream process, requerimiento pureza y forma comercial (CE11, CS6). El estudio de casos consistirá en una exposición oral presencial en power point por parte de los alumnos, la cual será previamente revisada por el docente. Luego, cada grupo dispondrá de aproximadamente 30 minutos para exponer el caso mientras que el resto de los grupos presentes, deberán formular al menos 3 preguntas de las cuales formularán una (se les pide tres preguntas para evitar preguntas repetidas) al grupo expositor. Durante esta dinámica, el docente ocupará el rol de moderador.

De esta manera, se fomenta el espíritu innovador, al mismo tiempo que se ayuda al desarrollo de habilidades interpersonales como el diálogo, la generación de acuerdos, el foco en resultados, la visión global y la comunicación con impacto (CS7, CS8, CS10, CT2). Se busca que el alumno pueda salir momentáneamente de su rol de estudiante y se convierta en un profesional dentro del aula, teniendo que argumentar sus ideas y proyectos, empleando las herramientas teóricas adquiridas hasta el momento. Todo esto, bajo la moderación y guía del docente (CE7).

Dado que la materia se desarrollará bajo modalidad híbrida (clases virtuales, presenciales y exámenes presenciales), será necesario contar con las herramientas informáticas y de comunicación necesarias para poder participar de la asignatura y realizar las actividades.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Se propone un plan de evaluación integral contemplando las distintas actividades que se desarrollarán durante el curso lectivo. De esta manera, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

La evaluación de los conocimientos adquiridos se lleva a cabo a través de un examen integrador individual y presencial, sobre los temas desarrollados durante la materia. El parcial no aprobado, será recuperado según lo establecido en el Reglamento de Estudios de la Universidad Tecnológica Nacional.



Para estar habilitado a realizar la evaluación final, los alumnos deberán aprobar el examen integrador y haber presentado el estudio de caso propuestos a cada grupo.

El método de evaluación se informa en la presentación de la asignatura. La accesibilidad a los resultados de las evaluaciones, como complemento del proceso de enseñanza y de aprendizaje está garantizado por las normativas vigentes institucionales.

**-Requisitos de regularidad:**

Aprobar el examen integrador presencial con una nota mínima de 6 (seis), aprobar la presentación del estudio de caso y contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.

**-Requisitos de aprobación:**

El alumno deberá aprobar, en forma individual, un examen final teórico presencial que contemple todo lo desarrollado en la materia.

**-Requisitos de aprobación directa (promoción):**

Para la aprobación directa de esta materia, se deberá simultáneamente cumplir los siguientes requisitos:

- Aprobar el parcial con una calificación mínima de 8 (OCHO), con únicamente un recuperatorio permitido en total.
- Entregar las actividades complementarias con todos los contenidos solicitados en las fechas de entregas estipuladas. Estas entregas serán condición excluyente para esta modalidad.
- Contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.

**ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

La asignatura Bioprocesos en la industria se articula verticalmente con las asignaturas Procesos Biotecnológicos, microbiología y química biológica, Operaciones unitarias I y





Operaciones unitarias II. El conocimiento sobre microorganismos y sus componentes, metabolismo y ruptura celular, como así también centrifugación, filtración y nociones de filtración y cromatografía, son requisitos necesarios para comprender y asimilar los conocimientos expuestos durante la asignatura Bioprocesos en la industria

Es importante mencionar que los conceptos adquiridos en bioprocesos en la industria, ayudarán a comprender los conocimientos adquiridos en asignaturas de niveles previos, dándoles una visión netamente aplicada a los mismos en un ámbito profesional.

En cuanto a la articulación horizontal, asignaturas electivas como Aplicaciones biotecnológicas de biorreactores o Biotecnología Ambiental o la presente asignatura, resultan excelentes complementos para procesos biotecnológicos ya que se extienden sobre temas que se mencionan y están presentes a lo largo de toda la asignatura pero que no se llegan a tratar en profundidad.

El equipo docente, participa de reuniones inter-cátedras convocadas por el departamento, a fin de generar acuerdos temáticos y de metodologías que faciliten la articulación horizontal y vertical entre las distintas asignaturas.

### **CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES**

**Nota:** Las horas consignadas como “virtual-sincrónicas” son computadas como horas presenciales, conforme el documento CONEAU sobre consideraciones sobre las estrategias de hibridación IF-2021-123533751-APN-CONEAU#ME, la resolución del CIN 1716/22 sobre la reconfiguración de las opciones pedagógicas presencial y a distancia, y la resolución del Consejo superior 87/22 sobre el desarrollo de actividades académicas presenciales.

<b>Clase</b>	<b>Tema</b>	<b>Actividad</b>	<b>Modalidad de dictado (presencial/virtual)</b>	<b>Hs. Cátedra</b>
1	Clase inicial - Introducción	Teoría	Virtual - Sincrónica	5



2	productos que se obtienen utilizando bioprocesos	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
3	Plantas Biotecnológicas	Teoría	Virtual - Sincrónica	3
	Cuestionario I	Práctica	Virtual - Asincrónica	2
4	Introducción al upstream industrial	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
5	Medios de cultivo	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
6	Esterilización	Teoría	Virtual - Sincrónica	3
	Cuestionario II	Práctica	Virtual - Asincrónica	2
7	Introducción al Downstream industrial	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
8	Filtración industrial	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
9	Precipitación	Teoría	Virtual - Sincrónica	3
	Cuestionario III	Práctica	Virtual - Asincrónica	2
10	Introducción a la cromatografía preparativa	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
11	Cromatografía preparativa	Teoría	Virtual - Sincrónica	5
12	Cromatografía preparativa / Pre entrega trabajo alumnos	Práctica	Virtual - Sincrónica	3



	Cuestionario IV	Práctica	Virtual - Asincrónica	2
13	Devolución pre entregas / Correcciones	Práctica	Virtual - Sincrónica	5
14	Exposición Estudios de casos	Práctica	Presencial	5
15	Clase Consulta	Práctica	Virtual - Sincrónica	5
16	Examen integrador	Práctica	Presencial	5

#### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Belter P.A., Cussler E.L. and Hu W.S. (1994) "Bioseparations, Downstream Processing for Biotechnology". J. Wiley & Sons.

Bioseparations Science and Engineering (Topics in Chemical Engineering) (2015) Roger G. Harrison, Paul W. Todd, Scott R. Rudge, Demetri Petrides . Oxford University Press  
Bioprocess Engineering Principles, Second Edition. (2012) M. Doran Ph.D. Academic Press

Liu, S. (2020). *Bioprocess engineering: kinetics, sustainability, and reactor design*. Elsevier.

Sadana, A. (1997) "Bioseparation of proteins" Editor: Satinder Ahuja.

Show, P. L., Ooi, C. W., & Ling, T. C. (Eds.). (2021). *Bioprocess engineering: downstream processing*. CRC Press.

Tejada, A., Montesinos R. M. y Guzman., R. (1995) "Bioseparaciones" Editorial Unison. México.