



PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química

CARRERA: Ingeniería Química

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS

Año Académico: 2023

Área: Especialidad

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 5

Tipo (obligatoria o electiva): Obligatoria

Modalidad (cuatrimestral o anual): Cuatrimestral

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
72	96	6

FUNDAMENTACIÓN

Los procesos biotecnológicos son aplicables en áreas muy diversas, como la industria alimentaria, en salud, industria química, agricultura, medio ambiente, etc. El desarrollo de dichos procesos se basa en la aplicación de los principios científicos y tecnológicos para la obtención, por medio de agentes biológicos o enzimas, de bienes o servicios.

La asignatura pretende, mediante la aplicación de los principios de la ingeniería, que el/la estudiante comprenda el funcionamiento de los bioprocesos y adquiera las herramientas necesarias para el diseño de las operaciones unitarias que lo componen, con particular énfasis en el diseño de biorreactores y en las operaciones de separación y purificación de productos. El diseño de biorreactores y su dimensionamiento depende fundamentalmente de la estequiometría y cinética de las reacciones involucradas, el agente biológico empleado (enzimas, microorganismos o cultivos celulares), del modo de operación, de la configuración del biorreactor y de las condiciones de operación. La separación y purificación de productos involucran el diseño y la selección adecuada de



operaciones unitarias de separación sólido-líquido, ruptura celular y purificación de proteínas por medio de columnas cromatográficas.

Los contenidos de la asignatura permiten al Ingeniero/a Químico/a identificar, formular, diseñar y evaluar procesos de base biotecnológica, en diferentes escalas, para la obtención de bienes y servicios en diferentes tipos de industria como las mencionadas anteriormente.

COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Alta	Media	Baja	
CE1 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 1) 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			
CE2 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 2) 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		
CE3 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 3) Planificar y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo 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 utilizando de manera			X	



efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos.				
CE4 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 4) Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas 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	Alta	Media	Baja
CT1 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 1) Identificar, Formular y resolver problemas de Ingeniería.	X		
CT2 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 2) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.			X
CT4 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 4) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la ingeniería.		X	
CS6 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 6) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.			X
CS7 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 7) Comunicarse con efectividad.			X
CS9 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 9) Aprender en forma continua y autónoma.			X

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Reconocer los elementos de la cinética enzimática, la cinética de crecimiento celular y de la ingeniería genética con impacto en procesos biotecnológicos.
- Diseñar y evaluar diferentes biorreactores para su aplicación en procesos biotecnológicos.
- Adquirir criterios para el escalado de procesos biológicos.
- Diseñar equipos y operaciones de separación para su aplicación en procesos biotecnológicos.



CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Cinética enzimática y de las fermentaciones.
- Cálculo y diseño de reactores biológicos.
- Producción bioindustrial de metabolitos útiles.
- Cálculo y diseño de operaciones de separación asociadas a bioprocesos.
- Ingeniería genética.

Contenidos analíticos

Unidad Temática 1: Introducción a los bioprocesos

Definición de bioproceso – Clasificación de bioprocesos – Esquema general de un bioproceso – Definición de *Upstream* y *Downstream* – Productos y servicios obtenidos a partir de bioprocesos.

Unidad Temática 2: Ingeniería Genética

Descripción de la tecnología del ADN recombinante – Interpretación de los mecanismos de la expresión génica – Ventajas de las modificaciones genéticas en el diseño de bioprocesos y obtención de productos – Aplicación de organismos genéticamente modificados para la obtención de productos.

Unidad Temática 3: Cinética Enzimática

Definición de enzima – Clasificación y nomenclatura de enzimas – Descripción de las propiedades de las enzimas – Definición de sitio activo e interpretación del complejo enzima-sustrato – Desarrollo de los mecanismos de las reacciones enzimáticas – Interpretación y aplicación de las representaciones gráficas de la Ecuación de Michaelis Menten – Análisis de los parámetros de la ecuación de Michaelis Menten – Análisis del efecto de la concentración de sustrato, concentración de enzima, pH y temperatura sobre la reacción enzimática – Definición de inhibidor enzimático – Tipo de inhibidores enzimáticos y desarrollo de su mecanismo de acción – Interpretación y aplicación de las ecuaciones cinéticas bajo el efecto de inhibidores – Inmovilización enzimática – Usos industriales de enzimas.



Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de Cinética enzimática y Guía de problemas complementarios).

Unidad Temática 4: Estequiometría del crecimiento celular

Descripción de la composición química de la biomasa – Cálculos de estequiometría y termodinámica de crecimiento celular – Definición de Grado de reducción – Interpretación y cálculos de rendimientos (requerimientos de oxígeno, coeficiente respiratorio, rendimiento biomasa/sustrato) – Interpretación y cálculos del rendimiento máximo teórico.

Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de estequiometría del crecimiento celular y Guía de problemas complementarios).

Unidad Temática 5: Cinética del Crecimiento Celular

Descripción de modelos de crecimiento celular (estructurado – segregado) – Interpretación de las etapas de la curva de crecimiento batch – Estudio del efecto de la concentración de sustrato – Interpretación y cálculo de la cinética de crecimiento balanceado, de formación de productos y de consumo de sustrato – Definición de mantenimiento celular – Interpretación y cálculo de la cinética de generación de calor – Definición de la ecuación de la cinética de muerte celular – Estudio del efecto de las condiciones físico químicas (T, pH, presión osmótica, concentración de oxígeno) sobre el crecimiento celular.

Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de cinética del crecimiento celular y Guía de problemas complementarios).

Unidad Temática 6: Modo de Operación de reactores biológicos

Definición de reactor biológico – Características principales de los reactores biológicos – Interpretación del modo de operación de un reactor biológico (Batch o discontinuo – Continuo – Fed batch o discontinuo alimentado)

Cultivo Batch: Interpretación de las fases de crecimiento celular y su influencia en la obtención de productos – Desarrollo de balances de materia para biomasa, sustrato y producto – Determinación de velocidades específicas – Cálculos de rendimientos –



Determinación del tiempo de cultivo discontinuo y del tiempo total para un ciclo de reacción – Cálculo de Productividad – Ventajas y limitaciones de los reactores batch y sus aplicaciones industriales.

Cultivo Continuo: Desarrollo de balances de materia para biomasa, sustrato y producto – Estado estacionario – Definición, interpretación y cálculo de Velocidad de dilución crítica y óptima – Determinación de constantes cinéticas – Cálculo de Rendimientos – Desarrollo de balances de biomasa, sustrato y producto para Sistemas con reciclo y en cascada – Cálculo de productividades – Ventajas, limitaciones y aplicaciones – Comparación de los diferentes arreglos en biorreactores continuos.

Cultivo batch Alimentado (Fed batch): Desarrollo de balances de materia para biomasa, sustrato y producto – Ecuaciones de diseño – Análisis de diferentes modos de alimentación (constante y variable) – Ventajas, limitaciones y aplicaciones.

Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de diseño de reactores y Guía de problemas complementarios).

Unidad Temática 7: Configuración de reactores biológicos

Descripción de biorreactores con agitación mecánica: tanque agitado – Interpretación de los tipos de flujo y de la transmisión de calor en un tanque agitado – Descripción de biorreactores con agitación neumática: columnas de burbujeo, de elevación por aire (air lift) – Descripción de biorreactores para células o enzimas inmovilizadas: de lecho fluidizado y de lecho empaquetado – Descripción de biorreactores de membrana y de fibra hueca – Descripción de biorreactores de un solo uso (descartables): biorreactores de agitación por ondas (wave bioreactors), biorreactores de bolsa (bag reactors) – Análisis del Factor de forma para diferentes biorreactores.

Interpretación de las operaciones de agitación y mezclado – Interpretación y cálculo de velocidad de agitación y tiempo de mezclado – Efectos de la agitación sobre el esfuerzo de corte (shear stress) y la velocidad de deformación (shear rate) – Interpretación y cálculo de la potencia de mezclado con y sin aireación – Propiedades reológicas de los caldos de fermentación – Factores que afectan la viscosidad de un cultivo.



Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de agitación y mezclado y Guía de problemas complementarios).

Unidad Temática 8: Transferencia y consumo de oxígeno y cambio de escala en reactores biológicos

Transferencia de oxígeno en una interfase gas-líquido – Definición, interpretación y cálculo de la oferta de oxígeno (OTR – Oxygen transfer rate) – Definición e interpretación del coeficiente de transferencia de oxígeno ($k_L a$) – Factores que afectan el valor de $k_L a$ – Definición, interpretación y cálculo de la demanda de oxígeno (OUR – Oxygen uptake rate) – Estado de equilibrio (estacionario) – Expresiones para la determinación de la máxima concentración de biomasa posible – Ecuación para el cálculo de $k_L a$ crítico – Descripción de métodos de estimación del $k_L a$: métodos físicos y químicos – Evaluación del efecto de OUR sobre OTR y $k_L a$ – Estudio del efecto de la agitación y configuración del biorreactor sobre OTR – Condiciones del proceso que tienen influencia sobre OTR – OUR en diferentes tipos celulares – Interpretación y desarrollo de los criterios de cambio de escala: teoría de la similitud – Cálculo y diseño de biorreactores según los criterios de : potencia por unidad de volumen constante (P/V constante), coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno constante ($k_L a$ constante), velocidad de agitación constante (N constante), velocidad de la punta del agitador (tip speed) constante (v_i constante), tiempo de mezclado constante.

Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de transferencia de oxígeno y cambio de escala y Guía de problemas complementarios).

Unidad Temática 9: Bioseparaciones

Clasificación de las etapas del proceso de separación y purificación – Reglas heurísticas para el diseño de un proceso de separación y purificación – Ruptura celular: métodos físicos y mecánicos – Interpretación y aplicación de la ecuación de diseño del molino de bolas y del homogeneizador de alta presión y de sus parámetros de operación – Operaciones de separación sólido-líquido: centrifugación y filtración – Interpretación y aplicación de las ecuaciones de diseño para operaciones de separación sólido-líquido – Métodos de purificación de proteínas – Definición de cromatografía – Interpretación de



un cromatograma – Interpretación de los modos de operación de las columnas cromatográficas.

Desarrollo de problemas de aplicación (Guía de problemas de bioseparaciones y Guía de problemas complementarios)

Unidad Temática 10: Aplicaciones Industriales

Producción de metabolitos útiles en industrias farmacéuticas, alimenticias, de la salud, industria química – Producción de alimentos por aplicación de procesos biotecnológicos – Procesos de tratamiento de efluentes y de biorremediación – Obtención de biocombustibles – Procesos industriales enzimáticos.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	36	-	36
Formación práctica	36	-	36

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental	3	-	Laboratorio Simulación de Procesos
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	-	-	-
Proyecto y diseño	6	-	Laboratorio Simulación de Procesos
Problemas de aplicación	27	-	Aula
Práctica supervisada	-	-	-
Total de horas	36	-	

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE



a) MODALIDAD DE ENSEÑANZA EMPLEADA SEGÚN EL TIPO DE ACTIVIDAD

La metodología de trabajo que será aplicada en el dictado de las clases de la asignatura, se enuncia en los párrafos posteriores. En los mismos, se evidenciará los aportes de la asignatura con relación a la contribución de generación de competencias en estudiantes, entendiendo que, si bien las competencias evidenciadas en los párrafos precedentes se trabajan a lo largo de toda la asignatura, se ponen en manifiesto en los puntos indicados.

1. Dictado de clases teóricas (Contribución competencias CE1, CE2, CE3, CE4, CT1, CT2, CT4, CS7, CS9):

El desarrollo de los temas teóricos se realizará en clases de exposición oral tipo participativas, donde el/la docente mediante interrogantes o situaciones supuestas, permite que el grupo de estudiantes elabore respuestas o soluciones y en forma conjunta elabore conclusiones sobre los temas que se van desarrollando. Se propone la organización de los contenidos en esquemas jerárquicos y relacionables, partiendo de los conceptos más generales y avanzando progresivamente hacia los más específicos. Las clases serán enfocadas a que los/las estudiantes puedan ver presentaciones, esquemas, fotos y videos de funcionamiento de los diversos equipos que permitan una mejor comprensión de los mismos. En lo que refiere a los modelos matemáticos para evaluación de cinéticas, o ecuaciones de diseño se hará particular énfasis en el análisis de los parámetros fundamentales de dichas ecuaciones y su influencia sobre el diseño conceptual de los equipos.

2. Clases de resolución de Problemas (Contribución competencias CE1, CE2, CE3, CE4, CT1, CT2, CT4, CS9):

Las clases “teóricas” son complementadas con las “prácticas” que consisten fundamentalmente en la resolución de situaciones problemáticas con los objetivos de por un lado aplicar los conocimientos adquiridos y por el otro generar nuevos interrogantes que permiten completar el tema en cuestión. Para la resolución de dichos problemas se realiza, en primera instancia, un análisis del enunciado junto con los/las



estudiantes y se brinda un espacio para que puedan debatir y plantear un esquema de solución, impulsando el trabajo en equipo y la participación activa de los/las estudiantes. Los ejercicios presentados en las guías de problemas son resueltos en el aula, dichos ejercicios presentan diferentes grados de complejidad, siendo los primeros utilizados para la fijación de conceptos y el resto para la aplicación e integración de contenidos.

Al finalizar cada ejercicio se hace un análisis crítico de los resultados, y se proponen comparaciones o nuevas situaciones que permitan a los/las estudiantes hacer vinculaciones y fomentar la comprensión de los procesos biotecnológicos y las operaciones unitarias que lo componen.

Las unidades temáticas que contienen guías de problemas, disponen además de un guía de problemas complementarios (principalmente de ejercicios tipo parcial) que se brinda a los/las alumno/as con el fin de promover el aprendizaje en forma continua y autónoma. Si bien dichos ejercicios no se resuelven en horario de clase, se podrán realizar consultas de los mismos a través del aula virtual o en las consultas previas al parcial.

3. Trabajos prácticos (Contribución competencias CE1, CE2, CE3, CE4, CT1, CT2, CT4, CS6, CS7, CS9):

En estas actividades se pretende que los/as estudiantes reafirmen los conceptos adquiridos a través de la realización de 2 (dos) trabajos prácticos. A continuación, se listan los trabajos prácticos a desarrollarse, describiendo los objetivos de aprendizaje perseguidos:

Trabajo práctico 1: Simulación de procesos biotecnológicos

El trabajo consiste en la simulación, a través de software adecuado, de un proceso en modo *batch*. El software permitirá analizar diferentes condiciones de operación de manera tal que se pueda obtener un proceso optimizado.

Objetivo general:



- Comprender la importancia de la simulación asistida por computadora en el diseño y optimización de procesos biotecnológicos.
- Aplicar y comprender los principales parámetros necesarios para simular un bioproceso en modo de operación *batch*.

Objetivos Específicos:

- Realizar la simulación de un bioproceso mediante la correcta elección de las operaciones unitarias correspondientes.
- Calcular o verificar equipos de *upstream*, *downstream* y biorreactores mediante un software adecuado para la simulación de procesos biotecnológicos.
- Conocer las capacidades del simulador en cuanto a evaluación económica, ambiental, análisis de sensibilidad y rentabilidad de un proceso.

Trabajo práctico 2: Aplicaciones industriales de los bioprocesos

El trabajo consiste en la exposición por parte de los/las estudiantes de trabajos publicados en revistas científicas internacionales. Se requiere que dichos trabajos sean actualizados (no más de 5 años) y que representen un proceso a escala piloto o industrial. La temática de dichos trabajos comprende los contenidos expresados en la unidad temática 10. Esto capacitará al alumno/a en el análisis e interpretación de resultados publicados previamente sobre diversos procesos biotecnológicos. Luego de la exposición se esperan plantear debates entre docentes y estudiantes sobre el tema tratado.

Objetivos General:

- Interpretar un proceso biotecnológico y aplicar los contenidos vistos durante la asignatura en el análisis de dicho proceso.

Objetivos específicos:

- Promover el conocimiento actualizado referente a los procesos biotecnológicos.
- Comprender la importancia de las actividades de investigación para el avance de los procesos biotecnológicos.



- Comunicar en forma efectiva la información del tema tratado.

Los trabajos prácticos se realizarán en grupos pequeños de estudiantes, que deberán cumplir con la entrega y aprobación de los respectivos informes.

b) RECURSOS DIDÁCTICOS PARA EL DESARROLLO DE LAS DISTINTAS ACTIVIDADES

Como recursos didácticos estándar, se utilizan en el aula los siguientes elementos: cañón, computadora y pizarrón. Además, la asignatura cuenta con un aula virtual dentro del Campus online de la UTN-FRBA. En ella, se deja a disposición los siguientes recursos didácticos: programa de la asignatura; pautas de la cátedra para el cursado de la asignatura (modalidad y fechas de evaluación, de entrega de TP, etc); guías de problemas de cada unidad temática; guía de trabajos prácticos; material didáctico diverso asociado a la asignatura.

En algunas unidades temáticas se les suministra a los/las alumnos/as material bibliográfico científico con el fin de que puedan conocer, en forma aproximada, el estado del conocimiento del tema en cuestión. Esta actividad no se desarrolla en el aula y supone una herramienta para la profundización de los temas.

El Aula Virtual es el canal oficial institucional para el intercambio de información entre docentes y estudiantes, todas las comunicaciones al grupo de estudiantes durante la cursada y las entregas de informes y trabajos, se realizan exclusivamente por dicha vía.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Evaluación Continua de los procesos de enseñanza y de aprendizaje

El proceso de evaluación continua se realiza en clase, observando el desarrollo del grupo de estudiantes en la comprensión y aplicación de los contenidos aprendidos. Estas observaciones permiten flexibilizar o cambiar la estrategia de enseñanza sobre la marcha, cuando se observa que algún tema no se ha integrado de manera significativa.

Evaluación de conocimientos adquiridos



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

La evaluación de los conocimientos adquiridos se lleva a cabo a través de 2 (dos) exámenes parciales teórico-prácticos que integran los temas desarrollados en el período que abarcan. Los parciales no aprobados son recuperados según lo establecido en el Reglamento de Estudios de la Universidad Tecnológica Nacional.

La firma de los trabajos prácticos supone la aprobación de los informes correspondientes.

La evaluación final está dirigida al análisis conceptual de los contenidos y a su interrelación. Se prioriza la integración de los temas.

El método de evaluación se informa en la presentación de la asignatura y en las pautas de la cátedra que se dejan a disposición en el Aula Virtual de la cátedra desde el inicio de la cursada.

La accesibilidad a los resultados de las evaluaciones, como complemento del proceso de enseñanza y de aprendizaje, está garantizado por normativas vigentes institucionales.

Requisitos de regularidad

Aprobar las instancias de exámenes parciales, los trabajos prácticos y contar con el porcentaje de asistencia, según lo establecido por la reglamentación vigente.

La aprobación de las instancias de exámenes parciales requiere una resolución satisfactoria de al menos 60 % del examen.

Requisitos de aprobación

Aprobar el examen final. La aprobación mínima requiere una resolución satisfactoria de al menos el 60 % del examen.

Requisitos de Aprobación directa (Promoción)

Esta asignatura se encuadra dentro de la modalidad de “Nivel de exigencia equivalente”, esto significa que la manera en la que los temas son abordados en cada instancia de evaluación resultan mayormente diferentes. Para poder aspirar a la aprobación directa, el/la estudiante deberá satisfacer lo estipulado a continuación:

Aprobar el primer parcial y el segundo parcial con 8 (ocho) o más puntos (con una cantidad de recuperatorios permitidos de 1 (uno) en total, reemplazando



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

indefectiblemente la calificación obtenida previamente. Para alcanzar una nota mínima de 8 (ocho) se requiere una resolución satisfactoria del 80 % del examen.

Aprobar los informes con todos los contenidos solicitados, respetando las fechas de entregas estipuladas.

Contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.

Autoevaluación de la cátedra

La autoevaluación de cátedra se realiza a través de encuestas realizadas a los alumnos/as y de reuniones intercátedra, que tienen por finalidad la optimización del desarrollo de la asignatura.

El equipo docente se reúne mensualmente para estimar el avance del dictado de la materia y el rendimiento de los/las alumnos/as (preguntas y/o dificultades con respecto al avance de los contenidos, resolución de problemas), ajustes del cronograma, temarios de parciales y finales, reorientación de la asignatura al cierre y comienzo del nuevo cuatrimestre.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La asignatura Procesos Biotecnológicos se encuentra ubicada en el quinto nivel de la carrera de ingeniería química. Para el desarrollo y aplicación de sus contenidos se articula verticalmente con materias precedentes que imparten contenidos que son utilizados como conocimientos previos.

En forma general:

Las asignaturas Análisis Matemático I y II, Álgebra y Geometría Analítica, Matemática Superior Aplicada aportan las herramientas matemáticas que permiten el desarrollo de modelos matemáticos necesarios para el abordaje de las ecuaciones de diseño de las diferentes operaciones unitarias. La asignatura Balances de Masa y Energía aportan las bases para el desarrollo de balances de biomasa, sustrato y formación de producto. Termodinámica y Físicoquímica permiten el abordaje y comprensión de las ecuaciones de cinética enzimática y cinética celular y la evaluación de sus parámetros.



En forma particular:

Microbiología y química Biológica (Tercer año): Los conocimientos sobre microbiología y la caracterización de microorganismos y sus principales características resultan una herramienta fundamental para el desarrollo de cualquier proceso biotecnológico.

Operaciones Unitarias I (Cuarto año): El cálculo y diseño de operaciones unitarias referentes principalmente a las operaciones de separación sólido- líquido (como la filtración) se aplicarán para el diseño de las operaciones involucradas en bioseparaciones para la obtención y purificación de productos de interés.

Ingeniería de las reacciones Químicas (Cuarto nivel): Las reacciones biológicas son consideradas en su mayoría como reacciones autocatalíticas, además que los fundamentos y consideraciones para diseño de reactores, como su configuración y modos de operación (continuo, batch, etc.) son aplicados en ambas asignaturas.

Tecnología de la energía térmica (Cuarto nivel): Sus contenidos permiten abordar temas referidos a servicios auxiliares vinculados al control de temperatura de los bioprocesos y a las operaciones de esterilización.

Operaciones Unitarias II (Cuarto nivel): Los principios referentes a Transferencia de masa con y sin reacción química son utilizados para el diseño de operaciones unitarias presentes en procesos biotecnológicos.

La asignatura también permitirá articular verticalmente con electivas vinculadas a los procesos biotecnológicos, que se brindan en el segundo cuatrimestre.

Respecto de la articulación horizontal: El/la estudiante puede vincular los contenidos de esta asignatura con las asignaturas del mismo nivel, como Proyecto Final, Mecánica Industrial e Ingeniería ambiental.

El equipo docente participa de reuniones intercátedras 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



La asignatura es dictada en un día por semana con un total de 6 (seis) horas cátedra por día, equivalente a 45 minutos cada hora cátedra.

Clase	Tema	Modalidad de dictado (presencial/virtual)
Clase 1	Presentación de la asignatura – Explicación de modalidad de cursada y requisitos de aprobación. Introducción a los bioprocesos (UT1) – Clase teórica. Ingeniería genética (UT2) – Clase teórica	presencial
Clase 2	Ingeniería genética (UT2) – Clase teórica Cinética enzimática (UT3) – Clase teórico-práctica	presencial
Clase 3	Cinética enzimática (UT3) – Clase teórico-práctica. Estequiometría del crecimiento celular (UT4) – Clase teórico-práctica	presencial
Clase 4	Estequiometría del crecimiento celular (UT4) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 5	Cinética del crecimiento celular (UT5) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 6	Primer Parcial	presencial
Clase 7	Modo de operación de reactores biológicos (UT6) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 8	Modo de operación de reactores biológicos (UT6) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 9	Modo de operación de reactores biológicos (UT6) – Clase teórico-práctica. Configuración de reactores biológicos (UT7) – Clase teórica.	presencial
Clase 10	Configuración de reactores biológicos (UT7) – Clase teórico-práctica. Transferencia y consumo de oxígeno y cambio de escala en reactores biológicos (UT8) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 11	Transferencia y consumo de oxígeno y cambio de escala en reactores biológicos (UT8) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 12	Bioseparaciones (UT9) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 13	Bioseparaciones (UT9) – Clase teórico-práctica.	presencial
Clase 14	Desarrollo TP 1: Simulación de procesos biotecnológicos	presencial
Clase 15	Segundo Parcial	presencial
Clase 16	Desarrollo de TP2 (UT 10)	presencial

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Doran, P. M. (1995). *Bioprocess engineering principles*. Elsevier.

Flickinger, M. C. (Ed.). (2013). *Downstream industrial biotechnology: recovery and purification*. John Wiley & Sons.

Geankoplis, C. J. (2018). *Transport Processes and Separation Process Principles*. Pearson.



Hunter, V., & Strickland, F. (2018). *Applications of Recombinant DNA Technology*. Scientific e-Resources.

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

Meneau Hernández, Rosa I., Borrego Morales, Katia, Liva Garrido, Maria, & Fariñas Piñera, Tania. (2021). Inmovilización una mirada a los métodos, soportes y retos. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 52(1), 59-78. Epub 01 de abril de 2021. Recuperado en 26 de agosto de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24502021000100059&lng=es&tlng=es.

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

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Assunção, J., & Malcata, F. X. (2020). Enclosed “non-conventional” photobioreactors for microalga production: A review. *Algal Research*, 52, 102107. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102107>

Cavalcante, F. T. T., Neto, F. S., de Aguiar Falcão, I. R., da Silva Souza, J. E., de Moura Junior, L. S., da Silva Sousa, P., ... & Dos Santos, J. C. (2021). Opportunities for improving biodiesel production via lipase catalysis. *Fuel*, 288, 119577. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119577>

Ciliberti, C., Biundo, A., Albergo, R., Agrimi, G., Braccio, G., de Bari, I., & Pisano, I. (2020). Syngas derived from lignocellulosic biomass gasification as an alternative resource for innovative bioprocesses. *Processes*, 8(12), 1567. <https://doi.org/10.3390/pr8121567>

Ghosh, R. (2006). *Principles of bioseparations engineering*. World Scientific Publishing Company.

Okafor, N., & Okeke, B. C. (2020). *Modern industrial microbiology and biotechnology*. CRC Press.

Panda, T. (2011). *Bioreactors: Analysis and design*. McGraw-Hill Education.

Yoshida, F., Katoh, S., & Horiuchi, J. I. (2015). *Biochemical Engineering: A Textbook for Engineers, Chemists and Biologists*. John Wiley & Sons.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Zhang, L., Loh, K. C., Kuroki, A., Dai, Y., & Tong, Y. W. (2021). Microbial biodiesel production from industrial organic wastes by oleaginous microorganisms: status and prospects. *Journal of Hazardous Materials*, 402, 123543.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123543>