

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>MATEMÁTICAS APLICADAS</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa de Matemáticas Aplicadas se ubica en el área disciplinar del programa de Maestría en Ingeniería Química (4 horas teoría y 1 hora práctica, 9 créditos). Este curso pretende que el estudiante aprenda las matemáticas necesarias para el estudio de cursos a nivel posgrado de fenómenos de transporte. Las matemáticas y en especial las ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, tienen numerosas aplicaciones y son derivadas de los planteamientos de problemas de varios campos de la ciencia, tales como las teorías de transferencia de calor y masa, hidrodinámica, aerodinámica, elasticidad, acústica, electrostática, teoría de onda, teoría de control y de las ciencias de la ingeniería química en general.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El alumno desarrollará las habilidades necesarias para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, lo cual le ayudará significativamente al análisis y comprensión del planteamiento, solución, análisis y discusión de problemas de transferencia de cantidad de movimiento, energía y masa (fenómenos de transporte).

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Expansión de series y funciones especiales
Objetivos particulares
Presentar y discutir diferentes métodos de evaluación de las expansiones de series y funciones especiales de mayor aplicación en la solución de problemas clásicos en ingeniería química. Desarrollar analíticamente diferentes series y funciones, y analizar las soluciones mediante esquemas numéricos. Finalmente, discutir su aplicación en diferentes casos de estudio típicos en el campo de la ingeniería química.
Temas
1.1 Características generales de las series infinitas 1.2 Serie de Taylor 1.3 Series de Fourier 1.4 Polinomios de Legendre

1.5 Funciones de Bessel 1.6 Función error
--

UNIDAD 2
Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO's)
Objetivos particulares
Aplicar y analizar diferentes métodos de solución en el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias con aplicaciones de modelado de procesos en el campo de la ingeniería química, considerando sistemas espaciales y temporales sujetos a diferentes tipos de condiciones inicial y de frontera.
Temas
2.1 Clasificación de EDO's 2.2 EDO's de primer orden 2.3 EDO's de segundo orden 2.4 EDO's de orden superior

UNIDAD 3
Ecuaciones diferenciales parciales EDP's
Objetivos particulares
Aplicar y analizar diferentes métodos de solución en el estudio de las ecuaciones diferenciales parciales con aplicaciones de modelado de procesos en el campo de la ingeniería química, considerando sistemas espaciales y temporales en 1D y 2D, sujetos a diferentes tipos de condiciones inicial y de frontera.
Temas
3.1 Método de separación de variables 3.2 Funciones ortogonales y condiciones de Sturm-Liouville 3.3 EDP's no homogéneas 3.4 Transformada de Laplace

UNIDAD 4
Métodos de aproximación numérica
Objetivos particulares
Revisar e implementar métodos de aproximación numérica para la resolución de EDO's y EDP's, abordando problemas de valor inicial y de valores a la frontera en estado estacionarios, dinámicos, sujetos a diferentes condiciones inicial y de frontera.
Temas
4.1 Métodos de Runge – Kutta 4.2 Diferencias Finitas 4.3 Colocación Ortogonal 4.4 Formulaciones integrales

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
• Lectura y discusión de artículos científicos internacionales

- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas prácticos
- Manejo de software especializado, Matlab y CFD
- Aprendizaje basado en problemas
- Resúmenes
- Plenaria

#### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
 Internet  
 Material audiovisual  
 Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
 Programas de cómputo  
 Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Conexión a internet  
 Proyector  
 Software Especializado (COMSOL, MATLAB)

#### BIBLIOGRAFÍA

- Do, D. D., Maneval, J. E., & Rice, R. G. (2023). *Applied mathematics and modeling for chemical engineers*. John Wiley & Sons.
- Kreizig, E. (2020). *Advanced engineering mathematics*, 10<sup>th</sup> Ed., Wiley.
- O'Neil, P. P. (2015). *Matemáticas avanzadas para ingeniería*, 7<sup>a</sup> Ed., CENGAGE Learning.
- Polyanin, A. D. (2016). *Handbook of linear partial differential equations for engineers and scientists*, 2<sup>nd</sup> Ed., Chapan and Hall/CRC.
- Rice, G. R., Do, D. D. (2023). *Applied mathematics and modelling for chemical engineers*, 3<sup>th</sup> Ed., John Wiley & Sons.
- Zill, D. G, Wright, W. S. (2022). *Advance engineering mathematics*, 7<sup>th</sup> Ed., Jones and Barlett Learning.

#### Otros Materiales de Consulta:

- Haghighi, A. M, Lian, J. A., Mishev, D. P. (2013). *Advance mathematics for engineers with applications in stochastic processes*, Nova Science Publishers.
- Ochoa-Tapia, J. A. (2013). *Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería química*, Editorial UAM.
- Stakgold, I. (2011). *Green functions and boundary value problems*, 3<sup>th</sup> Ed., Wiley.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATIVA

Forma de	Concepto	Porcentaje
----------	----------	------------

Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	60 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>FENÓMENOS DE TRANSPORTE AVANZADOS</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa de Fenómenos de Transporte Avanzados se ubica en el área disciplinar del programa de Maestría en Ingeniería Química (4 horas teoría y 1 hora práctica, 9 créditos). Es crucial en la formación de un Maestro en Ingeniería Química ya que profundiza los conocimientos sobre transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa y le aporta la capacidad para plantear, modelar, simular y analizar dichos fenómenos, los cuales son fundamentales para el diseño, análisis, optimización y control de las operaciones unitarias y de reacción involucradas tanto en los procesos químicos como en los biológicos. Lo anterior requiere de la obtención de soluciones analíticas y numéricas de ecuaciones algebraicas, ecuaciones diferenciales (ordinarias y/o parciales), así como del uso de software especializado. Para la integración de esta experiencia educativa se han tomado en cuenta las problemáticas actuales que requieren de soluciones creativas e integrales.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El alumno comprenderá y analizará los conceptos básicos y avanzados de fenómenos de transporte y los aplicará al diseño, análisis, optimización y control de las operaciones unitarias y de reacción de manera individual o en equipo, con responsabilidad, compromiso y respeto.

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Ecuaciones de Conservación
Objetivos particulares
Comprender y desarrollar las ecuaciones básicas (constitutivas y de conservación) de fenómenos de transporte.
Temas
1.1 Mecanismos de transporte 1.2 Ecuaciones constitutivas 1.3 Propiedades de transporte 1.4 Deducción de ecuaciones de continuidad, momentum, calor y especies.

UNIDAD 2
----------

<b>Transporte de Momentum</b>
<b>Objetivos particulares</b>
Comprender y aplicar los conceptos de mecánica de fluidos para lograr una descripción de la hidrodinámica de los procesos.
<b>Temas</b>
2.1 Flujo laminar en coordenadas rectangulares, cilíndricas y esféricas 2.2 Flujo bidimensional 2.3 Teoría de la Capa Límite 2.4 Flujo turbulento

<b>UNIDAD 3</b>
<b>Transporte de Calor y Masa</b>
<b>Objetivos particulares</b>
Comprender y aplicar los conceptos de convección natural y forzada en el cálculo de coeficientes de transporte.
<b>Temas</b>
3.1 Transporte de Calor en coordenadas rectangulares, cilíndricas y esféricas 3.2 Transporte de Masa en coordenadas rectangulares, cilíndricas y esféricas 3.3 Análisis dimensional 3.4 Balances macroscópicos

<b>TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y discusión de artículos científicos internacionales</li> <li>• Exposición de temas con apoyo didáctico variado</li> <li>• Representadores gráficos</li> <li>• Organización de grupos de trabajo</li> <li>• Tareas para estudio independiente y en equipo</li> <li>• Solución de problemas prácticos</li> <li>• Manejo de software especializado como Comsol Multiphysics</li> <li>• Clasificaciones</li> <li>• Procedimientos</li> <li>• Mapas conceptuales</li> <li>• Aprendizaje basado en problemas</li> <li>• Resúmenes</li> <li>• Plenaria</li> </ul>

<b>EQUIPO NECESARIO</b>
Libros (en físico y en electrónico) Internet Material audiovisual Artículos científicos (en físico o en electrónico) Programas de cómputo Pizarrón Marcadores Equipo de cómputo

Conexión a internet  
 Proyector  
 Software Especializado (COMSOL, POLYMATH, MATLAB)

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N. (2010). *Transport Phenomena*, 2<sup>nd</sup> Ed., Limusa Wiley.
- Slattery, J. (2007). *Interfacial transport phenomena*, Cambridge University Press.
- Slattery, J. (1999). *Advanced transport phenomena*, Cambridge University Press.
- Welty, J. R., Rorrer, G. L., Foster, D. G. (2015). *Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer*, 6<sup>ta</sup> Ed., Wiley.

#### Otros Materiales de Consulta:

- Bergman, T., Lavine, A., Incropera, F., Dewitt, D. (2011). *Fundamentals of heat and mass transfer*, John Wiley & Sons.
- Fahien, R. W. (1983). *Fundamentals of transport phenomena*, McGraw-Hill.
- Whitaker, S. (1981). *Introduction to fluid mechanics*, Krieger Publishing Co.
- Whitaker, S. (1983). *Fundamental principles of heat transfer*, Krieger Publishing Co.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	60 %
	TAREAS Y PARTICIPACIÓN	20 %
	PROYECTO FINAL	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>TERMODINÁMICA AVANZADA</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa de Termodinámica Avanzada se ubica en el área disciplinar del programa de Maestría en Ingeniería Química (4 horas teoría y 1 hora práctica, 9 créditos). En ella se estudian el equilibrio termodinámico y de reacciones químicas desde varios modelos matemáticos. A través de este curso y mediante el desarrollo de los temas, el estudiante adquirirá herramientas que le servirán para el entendimiento y análisis e las variables fisicoquímicas de los procesos de la ingeniería química.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El alumno adquirirá las herramientas, conceptuales y matemáticas, de la termodinámica para el análisis y resolución de problemas fisicoquímicos de los procesos en ingeniería química, con responsabilidad, compromiso y respeto.

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Energía y primera ley de la termodinámica
Objetivos particulares
Comprender los conceptos básicos y aplicación de la primera ley de la termodinámica.
Temas
1.5 Energía. 1.6 Primera ley de la termodinámica. 1.7 Balance de energía para sistemas cerrados. 1.8 Estado termodinámico y funciones de estado. 1.9 Equilibrio. 1.10 Entalpía.

UNIDAD 2
Propiedades volumétricas de los fluidos puros
Objetivos particulares
Comprender los conceptos básicos y calcular las propiedades termodinámicas, como la energía interna y la entalpía.



Temas
2.5 Comportamiento PVT de sustancias puras. 2.6 Ecuaciones de estado virales. 2.7 El gas ideal. 2.8 Ecuaciones cúbicas de estado. 2.9 Correlaciones generalizadas.

UNIDAD 3
Reversibilidad y segunda ley de la termodinámica
Objetivos particulares
Comprender los conceptos básicos y aplicación de la segunda ley de la termodinámica.
Temas
3.5 El proceso reversible. 3.6 Efectos térmicos. 3.7 Planteamiento de la segunda ley de la termodinámica. 3.8 Máquinas térmicas. 3.9 Entropía. 3.10 Balances de entropía para sistemas abiertos.

UNIDAD 4
Aplicaciones de la termodinámica
Objetivos particulares
Aplicar los conceptos termodinámicos en los procesos de flujo.
Temas
4.1 Propiedades termodinámicas de los fluidos. 4.2 Diagramas termodinámicos. 4.3 Aplicaciones de la termodinámica a los procesos de flujo. 4.4 Generación de potencia a partir de calor.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y discusión de artículos científicos internacionales</li> <li>• Exposición de temas con apoyo didáctico variado</li> <li>• Representadores gráficos</li> <li>• Organización de grupos de trabajo</li> <li>• Tareas para estudio independiente y en equipo</li> <li>• Solución de problemas prácticos</li> <li>• Clasificaciones</li> <li>• Procedimientos</li> <li>• Mapas conceptuales</li> <li>• Aprendizaje basado en problemas</li> <li>• Resúmenes</li> <li>• Plenaria</li> </ul>

### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
Internet  
Material audiovisual  
Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
Pizarrón  
Marcadores  
Equipo de cómputo  
Proyector

### BIBLIOGRAFÍA

- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M. and Swihart, M. T. (2021). *Introduction to chemical engineering thermodynamics*, 9th ed., McGraw-Hill.
- Tester J. W. y Modell, M. (1997). *Thermodynamics and its applications*, 3rd ed., Prentice Hall PTR.
- Levenspiel, O. (1997). *Fundamentos de termodinámica*, Pearson Prentice Hall.

### Otros Materiales de Consulta:

- Walas, S. M. (2013). *Phase equilibria in chemical engineering*, Butterworth-Heinemann.
- Bejan, A. (2016). *Advanced Engineering Thermodynamics*, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc.

### EVALUACIÓN

#### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	50 %
	TAREAS Y PARTICIPACIÓN	20 %
	PROYECTO FINAL	30 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>INGENIERÍA DE REACTORES</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa de Ingeniería de Reactores se ubica en el área disciplinar del programa de Maestría en Ingeniería Química (4 horas teoría y 1 hora práctica, 9 créditos). Esta experiencia educativa aporta al perfil del Maestro en Ingeniería Química la capacidad para modelar, simular y diseñar reactores en los diferentes procesos de producción, haciendo un uso eficiente y sustentable de la materia y la energía. Para integrarla se ha hecho un análisis de las diferentes áreas requeridas para llevar a cabo una reacción química, identificando los temas que tienen una mayor aplicación en el quehacer en el área de ingeniería químico y de procesos. Permite la aplicación de los balances de materia y energía, cinética química, equilibrio químico, ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, métodos numéricos y el uso de software especializado de manera integral. Las competencias adquiridas en esta asignatura se aplican en dinámica, control, síntesis, optimización, modelado y simulación de procesos. Lo anterior fundamenta la comprensión de lo que se considera la parte principal de la mayoría de los procesos químicos: los reactores. Se profundiza en conceptos más avanzados de la ingeniería de reactores y su aplicación a problemas reales y no tan idealizados. Esto se efectúa a través de lectura, síntesis e interpretación, solución de problemas y trabajo colaborativo.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
El alumno analizará los conceptos básicos y avanzados de la ingeniería de los reactores contemplados en la Ingeniería Química, aplicando los conocimientos adquiridos al análisis, diseño y escalamiento de reactores utilizados en procesos químicos, biológicos y catalíticos, de manera individual o en equipo, con responsabilidad, compromiso y respeto.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS
UNIDAD 1
Conceptos básicos para el diseño reactores
Objetivos particulares
Comprender y aplicar conceptos y herramientas para la selección de reactores para procesos homogéneos o heterogéneos, químicos y biológicos.
Temas
1.1 Balances molares

1.2 Leyes de velocidad y estequiometría 1.3 Termoquímica 1.4 Diseño de reactores ideales 1.5 Cinética química y catálisis
--

UNIDAD 2
Reacciones múltiples y nuevas configuraciones de reactores
Objetivos particulares
Abordar con mayor profundidad en conceptos de la ingeniería de reactores, con sistemas reaccionantes complejos y nuevas configuraciones de reactores, para su aplicación a problemas reales y no tan idealizados.
Temas
2.1 Reacciones múltiples en PFR/PBR 2.2 Reacciones múltiples en CSTR 2.3 Nuevas configuraciones de reactores (Reactores de membrana, microrreactores, etc.)

UNIDAD 3
Ingeniería de las Reacciones Catalizadas
Objetivos particulares
Comprender y aplicar las herramientas de la cinética de reacciones químicas y biológicas en procesos de reacción heterogénea.
Temas
3.1 Rutas de reacción 3.2 Catálisis heterogénea 3.3 Catálisis enzimática 3.4 Actividad e inhibición en reactores catalíticos y biológicos

UNIDAD 4
Diseño de Reactores No Isotérmicos en Estado Transitorio
Objetivos particulares
Comprender y aplicar herramientas de ingeniería de las reacciones químicas en procesos que incluyan transferencia de energía y a su vez que sean dependientes del tiempo.
Temas
4.1 Reactores Isotérmicos y No Isotérmicos 4.2 Análisis de Reactores de Flujo No Estacionarios 4.3 Estabilidad y Seguridad de Reactores 4.4 Aplicación a Reactores con Reacciones Múltiples

UNIDAD 5
Fenómenos de Transporte en la Ingeniería de Reactores
Objetivos particulares

Comprender y aplicar herramientas de cinética de reacciones químicas y biológicas en procesos heterogéneos con transporte de momentum, calor y masa.

#### Temas

- 5.1 Procesos difusivos
- 5.2 Resistencias externas e internas
- 5.3 Difusión con reacción catalítico
- 5.4 Aplicación a problemas multifásicos

### UNIDAD 6

#### Reactores No Ideales y Escalamiento

#### Objetivos particulares

Comprender y aplicar los modelos de la ingeniería de reacciones en casos de estudio que contemplen reactores no ideales y su escalamiento a nivel industrial

#### Temas

- 6.1 Distribución de Tiempos de Residencia
- 6.2 Modelos de Reactores No Ideales
- 6.3 Potencia por unidad de volumen de líquido
- 6.4 Coeficientes volumétricos de transporte de masa
- 6.5 Tiempo de mezclado
- 6.6 Fluidos no newtonianos

### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Lectura y discusión de artículos científicos internacionales
- Exposición de temas con apoyo didáctico variado
- Representadores gráficos
- Organización de grupos de trabajo
- Tareas para estudio independiente y en equipo
- Solución de problemas prácticos
- Manejo de software especializado como Comsol Multiphysics y Matlab
- Clasificaciones
- Procedimientos
- Aprendizaje basado en problemas
- Resúmenes
- Plenaria

### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
Internet  
Material audiovisual  
Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
Programas de cómputo  
Pizarrón  
Marcadores  
Equipo de cómputo  
Conexión a internet

Proyector  
Software Especializado (COMSOL, POLYMATH, MATLAB)

#### BIBLIOGRAFÍA

- Belfiore, L. A. (2003). *Transport phenomena for chemical reactor design*, Wiley Interscience.
- Carberry, J. J. (2001). *Chemical and catalytic reaction engineering*, Dover Publications.
- Fogler, H. S. (2016). *Elements of chemical reaction engineering*, 5<sup>th</sup> Ed., Prentice Hall.
- Froment, G. F., Bischoff, K. B., De Wilde, J. (2011). *Chemical reactor analysis and design*, 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley & Sons, Inc.
- Levenspiel, O. (1998). *Chemical reaction engineering*, 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley & Sons.
- Nielsen, J., Villandsen, J., Lidén, G. (2011). *Bioreaction engineering principles*, 3<sup>rd</sup> Ed., Springer.

#### Otros Materiales de Consulta:

- Cooper, A. R. (1973). *Chemical kinetics and reactor design*. Chemical Engineering Texts.
- Izquierdo, J. F. (2004). *Cinética de las reacciones químicas*, Edicions Universitat Barcelona.
- Luyben, W. L. (2007). *Chemical reactor design and control*, AIChE Wiley Interscience.
- Morbidelli, M., Gavriilidis, A., Varma, A. (2001). *Catalyst design: optimal distribution of catalyst in pellets, Reactors and Membranes*, Cambridge University Press.
- Smith, J. M. (1981). *Chemical engineering kinetics*, 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw Hill.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	60 %
	TAREAS Y PARTICIPACIÓN	20 %
	PROYECTO FINAL	20 %
	Total	100 %

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
(Maestría en Ingeniería Química)**

DATOS GENERALES
Nombre del Curso
<b>ANÁLISIS DE PROCESOS</b>

PRESENTACIÓN GENERAL
Justificación
La experiencia educativa de Análisis de Procesos se ubica en el área disciplinar del programa de Maestría en Ingeniería Química (4 horas teoría y 1 hora práctica, 9 créditos), el cual tiene como propósito que el estudiante realice un análisis crítico y detallado de los diferentes procesos que conforman una planta química. Se abordarán los conceptos básicos del diseño de los procesos de separación, intercambio de energía y bioprocesos, para su análisis y como estos se aplican en la integración de una planta industrial.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO
Analizar detallada y críticamente los procesos de separación, intercambio de energía y bioprocesos para su integración en una planta industrial.

**UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS**

UNIDAD 1
Procesos de separación
Objetivos particulares
Presentar y discutir los diferentes enfoques para el diseño e integración de los procesos de separación en la conformación de una planta industrial. Analizar diferentes casos de estudio típicos en el campo de la ingeniería química.
Temas
1.1 Destilación 1.2 Absorción 1.3 Extracción 1.4 Cristalización 1.5 Evaporación

UNIDAD 2
Procesos de intercambio de energía
Objetivos particulares
Presentar y discutir los diferentes equipos de intercambio de energía, su selección, diseño e integración a la planta industrial. Se analizarán diferentes casos de estudio, incluyendo el diseño de redes de intercambio de energía.

Temas
2.1 Intercambiadores de calor de tubo concéntrico 2.2 Intercambiadores de calor de tubos y coraza 2.3 Intercambiadores de calor de placas 2.4 Regeneradores 2.5 Redes de intercambio de energía

UNIDAD 3
Bioprocesos
Objetivos particulares
Presentar y discutir los bioprocesos con mayor aplicación industrial, abordando el diseño y análisis de biorreactores en medio suspendido e inmovilizado, así como las operaciones unitarias para la purificación y recuperación de los compuestos después de los procesos de transformación biológica.
Temas
3.1 Fundamentos 3.2 Cinética biológica 3.3 Reactores anaerobios 3.4 Reactores aeróbicos 3.5 Bioprocesos de separación

UNIDAD 4
Análisis de casos
Objetivos particulares
Analizar diferentes casos de estudio donde se integren en una planta industrial los diferentes procesos de separación, de intercambio de energía y bioprocesos. Se analizará considerando la planta completa, desde la materia prima hasta el producto terminado.
Temas
4.1 Tratamiento y procesamiento de hidrocarburos 4.2 Generación de productos alimenticios 4.3 Generación de energía 4.4 Biorrefinería

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y discusión de artículos científicos internacionales</li> <li>• Exposición de temas con apoyo didáctico variado</li> <li>• Tareas para estudio independiente y en equipo</li> <li>• Solución de problemas prácticos</li> <li>• Manejo de software especializado</li> <li>• Aprendizaje basado en problemas</li> <li>• Resúmenes</li> <li>• Plenaria</li> </ul>



### EQUIPO NECESARIO

Libros (en físico y en electrónico)  
 Internet  
 Material audiovisual  
 Artículos científicos (en físico o en electrónico)  
 Programas de cómputo  
 Pizarrón  
 Marcadores  
 Equipo de cómputo  
 Conexión a internet  
 Proyector  
 Software Especializado (COMSOL, MATLAB)

### BIBLIOGRAFÍA

- Seader, J. D., Henley, E. J., & Roper, D. K. (2016). *Separation process principles: With applications using process simulators*. John Wiley & Sons.
- Villadsen, J., Nielsen, J., & Lidén, G. (2011). *Bioreaction engineering principles*. Springer Science & Business Media.
- Kakac, S., Liu, H., & Pramuanjaroenkij, A. (2020). *Heat exchangers: selection, rating, and thermal design*. CRC press.
- Moser, A. (2012). *Bioprocess technology: kinetics and reactors*. Springer Science & Business Media.
- Shuler M.L., Kargi F. & DeLisa M. (2017). *Bioprocess engineering: basic concepts*. Pearson Education.

### Otros Materiales de Consulta:

- Berk, Z. (2018). *Food process engineering and technology*. Academic press.
- Nunes, S. P., & Peinemann, K. V. (2001). *Membrane technology*. Hoboken, NJ, USA: Wiley-vch.

### EVALUACIÓN

#### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	EXAMENES ESCRITOS	60 %
	TAREAS	20 %
	PROYECTO FINAL	20 %
	Total	100 %