

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA  
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA

## I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Nanotecnología
3. **Plan de Estudios:** 2019-2
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Polímeros y Nanocompositos
5. **Clave:** 33575
6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 08
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA  
Franklin David Muñoz Muñoz

Firma  


Vo.Bo. de subdirector de Unidad Académica  
Humberto Cervantes de Ávila

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE INGENIERÍA,  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
ENSENADA, B.C.

Firma  


Fecha: 03 de septiembre de 2018

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Polímeros y Nanocompositos consiste en que el alumno aprenda los principios básicos, mecanismos de reacción y rutas metodológicas que conducen a la obtención de polímeros, así como su impacto en el diseño y síntesis de materiales compuestos (nanocompositos), su aplicabilidad en el sector productivo y su caracterización. Su utilidad recae en ofrecer al estudiante los conocimientos y habilidades necesarias para proponer el desarrollo de nuevos materiales híbridos combinando polímeros con materiales nanoestructurados, para obtener sistemas con propiedades fisicoquímicas específicas. Lo anterior apoyado en valores y actitudes como la responsabilidad, proactividad y respeto al medio ambiente, que coadyuven en su formación integral. En cuanto a sus características, se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter optativa; para cursarla se sugiere que se haya acreditado previamente las unidades de aprendizaje Síntesis de Nanomateriales y Caracterización de nanomateriales.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Distinguir las metodologías y mecanismos de reacción en la síntesis de compuestos orgánicos y nanomateriales, para integrar dichos conocimientos en el diseño, desarrollo, procesamiento y análisis de materiales poliméricos y nanocompositos, mediante la valoración de sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas, con actitud crítica, innovación, y respeto al medio ambiente.

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Realiza y entrega vía electrónica un reporte técnico que recupere las investigaciones realizadas de reacciones y metodologías de química orgánica necesarias para la síntesis de polímeros, así como las técnicas de síntesis y caracterización de nanomateriales que permitan integrar los conocimientos en las dos áreas para el desarrollo de materiales nanocompositos. Su estructura debe contener resumen, objetivos, introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía.

Elabora y entrega portafolio de evidencias con: artículos científicos e ingenieriles indizados, trabajados a lo largo del curso, que relacionen la síntesis y análisis de polímeros. diagramas de flujo que representen la comprensión de la metodología e interpretación del objetivo práctica de laboratorio a realizar; soluciones a ejercicios trabajados en talleres y tareas; reportes técnicos que expliquen las estrategias aplicadas en cada práctica de laboratorio con: resumen, objetivos, introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía

**V. DESARROLLO POR UNIDADES**  
**UNIDAD I. Compuestos Orgánicos**

**Competencia:**

Diferenciar los compuestos orgánicos de los inorgánicos, a través de la valoración de su estructura química, grupos funcionales y reacciones químicas, para determinar sus propiedades fisicoquímicas, aplicación e impacto actual, con creatividad, proactividad y responsabilidad.

**Contenido:**

**Duración:** 6 horas

1.1. Fundamentos de compuestos orgánicos

1.1.1. Estructura del carbono

1.1.2. Alcanos, Alquenos, Alquinos.

1.1.3. Hidrocarburos alicíclicos

1.1.4. Estereoquímica

1.1.5. Compuestos aromáticos

1.1.6. Grupos funcionales

1.1.7. Algunas reacciones de química orgánica

## UNIDAD II. Polímeros

### Competencia:

Distinguir a los materiales poliméricos entre los compuestos orgánicos convencionales, mediante la interpretación de su estructura química, peso molecular y clasificación, para determinar las estrategias de síntesis y procesamiento de estos materiales, con entusiasmo, liderazgo y responsabilidad.

### Contenido:

**Duración:** 5 horas

- 2.1. Introducción a polímeros
- 2.2. Historia de polímeros
- 2.3. Estructura de polímeros (morfología)
- 2.4. Peso molecular
- 2.5. Polímeros naturales
- 2.6. Polímeros sintéticos
- 2.7. Polímeros en solución y estado sólido
- 2.8. Cristalinidad en polímeros
- 2.9. Polímeros amorfos
- 2.10. Transición vítrea en polímeros
- 2.11. Polímeros termoplásticos
- 2.12. Polímeros termofijos
- 2.12. Polímeros elastómeros
- 2.13. Polímeros comerciales y sus aplicaciones
- 2.14. Polímeros en el medio ambiente.

### UNIDAD III. Síntesis de polímeros

**Competencia:**

Reconocer los diferentes métodos químicos de síntesis de polímeros, mediante la valoración de los tipos los mecanismos de reacción involucrados en la formación de macromoléculas, para distinguir las ventajas y limitaciones de los productos poliméricos convencionales y comercialmente disponibles, con responsabilidad, creatividad y persistencia.

**Contenido:****Duración:** 6 horas

- 3.1. Polimerización en etapas
- 3.2. Policondensación
- 3.3. Polimerización por reacción en cadena
- 3.4. Poliadicción
- 3.5. Polimerización por radicales libres
- 3.6. Polimerización iónica
- 3.7. Polimerización por compuestos de coordinación
- 3.8. Polimerización por apertura de anillo

## UNIDAD IV. Copolímeros y mezclas

### Competencia:

Reconocer las propiedades fisicoquímicas de una mezcla polimérica y las unidades estructurales que conforman un copolímero, mediante el análisis de la arquitectura estructural de la macromolécula y los métodos de síntesis, para diferenciar las propiedades entre mezclas, copolímeros y homopolímeros, con responsabilidad, actitud creativa y respeto al medio ambiente.

### Contenido:

**Duración:** 5 horas

#### 4.1. Copolímeros

- 4.1.1. Copolímeros al azar
- 4.1.2. Copolímeros alternados
- 4.1.3. Copolímeros en bloques
- 4.1.4. Copolímeros de injerto

#### 4.2. Mezclas poliméricas

- 4.2.1. Redes poliméricas semi-interpenetrantes
- 4.2.2. Redes poliméricas interpenetrantes (IPN)

#### 4.3. Modificación de polímeros por radiación ionizante.

## UNIDAD V. Nanocompositos

### **Competencia:**

Aplicar los métodos de síntesis de materiales poliméricos y de materiales nanoestructurados, para proponer las metodologías adecuadas que permitan su combinación hacia la formación de nanocompositos, mediante el uso de metodologías sencillas con potencial escalamiento industrial, con responsabilidad, actitud crítica y de respeto al medio ambiente.

### **Contenido:**

**Duración:** 5 horas

- 5.1. Introducción
- 5.2. Clasificación de nanocompositos
- 5.3. Preparación de diferentes tipos de nanocompositos
  - 5.3.1. Nanocompositos con propiedades magnéticas
  - 5.3.2. Nanocompositos con propiedades ópticas
  - 5.3.3. Nanocompositos con aplicaciones biomédicas
  - 5.3.4. Nanocompositos con propiedades catalíticas y fotocatalíticas.
  - 5.3.5. Aplicaciones diversas de nanocompositos

## UNIDAD VI. Caracterización y procesamiento de polímeros y nanocompositos

### Competencia:

Distinguir las técnicas de procesamiento y caracterización de polímeros y de materiales nanoestructurados, para aplicar estrategias de análisis y de producción eficiente de materiales nanocompositos, mediante la evaluación de sus propiedades macroscópicas y nanotecnológicas con técnicas específicas, con responsabilidad, liderazgo y respeto al medio ambiente.

### Contenido:

**Duración:** 5 horas

#### 6.1. Técnicas de caracterización de polímeros

6.1.1. Análisis espectroscópico

6.1.2. Análisis térmico

6.1.3. Determinación de pesos moleculares.

#### 6.2. Procesamiento de polímeros y nanocompositos

6.2.1. Inyección, soplado y extrusión

6.2.3. Electrohilado (formación de fibras)

#### 6.3. Caracterización de nanocompositos por espectroscopías y microscopías electrónicas.

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

| No. de Práctica | Competencia                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Material de Apoyo                                                                                                                          | Duración |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| UNIDAD I        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                            |          |
| 1               | Reconocer las estructuras químicas que presentan los compuestos orgánicos, mediante el análisis de los enlaces establecidos entre los átomos de carbono, para comprender sus propiedades fisicoquímicas e interacción con otras moléculas orgánicas, con actitud analítica, crítica y creativa. | <p><b>Compuestos orgánicos</b><br/>           Consulta en la tabla periódica la información para analizar la configuración electrónica de elementos específicos y relaciona el tipo de enlaces que pueden establecer para formar compuestos orgánicos con determinadas propiedades fisicoquímicas. Comprende los diferentes tipos de interacción entre diferentes moléculas orgánicas.<br/>           Resuelve los ejercicios de enlaces y clasificación de compuestos orgánicos proyectados en clase y compara con resultados reportados al final del taller</p> | Tabla periódica de los elementos, papel, lápiz, pluma, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente | 3 horas  |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2                | Aplicar conceptos físicos de la relación estructura-geometría-propiedades de los compuestos orgánicos, para interpretar la formación y estabilidad de moléculas orgánicas, mediante la valoración de la energía y ángulos de enlaces entre los átomos de C, H, N, S, P y O, con responsabilidad, actitud crítica y creativa. | <p><b>Análisis de estructura</b><br/>         Consulta en la tabla periódica la información para analizar la configuración electrónica de cada elemento, los tipos y ángulos de enlaces que puede formar con otros elementos.<br/>         Comprende la formación y estabilidad química de compuesto orgánicos. Resuelve los ejercicios y comparar con resultados reportados al final del taller</p> | Tabla periódica de los elementos, papel, lápiz, pluma, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente                                                                                                                                                | 3 horas |
| <b>UNIDAD II</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
| 3                | Diferenciar los polímeros naturales de los sintéticos, mediante la valoración de sus propiedades fisicoquímicas y métodos de obtención, para interpretar su desempeño, ventajas y limitaciones frente a diferentes campos de aplicación, con actitud crítica y respeto al medio ambiente                                     | <p><b>Polímeros naturales y sintéticos.</b><br/>         Propone tablas comparativas incluyendo la información disponible para polímeros de origen natural y sintético.<br/>         Analiza las aplicaciones, ventajas y limitaciones de polímeros naturales y sintéticos. Socializa los resultados de la propuesta durante la clase.</p>                                                           | Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente                                                                               | 4 horas |
| 4                | Describir las diferencias estructurales entre los polímeros amorfos y altamente cristalinos, para distinguir las aplicaciones que tienen estos materiales en el sector productivo, mediante la valoración de su desempeño y métodos de síntesis, con actitud investigativa, proactiva y de trabajo en equipo.                | <p><b>Polímeros amorfos y cristalinos.</b><br/>         Emplea su creatividad para describir los conceptos clave que diferencian los polímeros altamente cristalinos con los amorfos, y los relaciona con la aplicación que se ha reportado para esta clase de materiales. Coteja los resultados en equipo. Realiza y entrega la solución a las preguntas formuladas en clase.</p>                   | Procesos y aplicaciones de polímeros altamente cristalinos y amorfos reportados en la literatura (artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indizadas). Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos | 4 horas |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                     |         |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                     |         |
| <b>UNIDAD III</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                     |         |
| 5                 | Comprender los métodos y técnicas de síntesis química de polímeros, mediante el análisis de reacciones y mecanismos químicos involucrados en cada etapa de transformación, para la determinación de las condiciones óptimas en la formación de macromoléculas, con proactividad, creatividad, y trabajo en equipo.                                                                                  | <b>Policondensación y poliadición</b><br>Resuelve en clase ejercicios para reconocer las cualidades de reacción y los pasos incluidos en el mecanismo de reacción que conlleva a la formación de macromoléculas. Resuelve en equipo las preguntas sobre las condiciones de reacción involucradas en métodos la polimerización por condensación y por adición. Consulta artículos científicos o ingenieriles que reportan métodos químicos para la obtención de materiales poliméricos por estos enfoques. Realiza y entrega la solución en equipo. | Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos | 4 horas |
| 6                 | Aplicar conceptos que involucran radicales libres o especies iónicas en las reacciones de síntesis de polímeros, mediante el análisis detallado de la estructura química formada y los pasos que componen el mecanismo de polimerización, para interpretar las ventajas y limitaciones de su participación en diferentes métodos de síntesis, con actitud crítica, creatividad, y trabajo en equipo | <b>Polimerización radicalaria e iónica</b><br>Resuelve en clase ejercicios para reconocer los pasos involucrados en el mecanismo de reacción en la síntesis de polímeros estimulada por la formación de radicales libres. Establece la aplicabilidad con los métodos de síntesis en solución, en masa, en dispersión o en emulsión. Trabaja en equipo para resolver los ejercicios relacionados con la producción de radicales libres estables, así como las ventajas y limitaciones de estas rutas sintéticas.                                    | Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos                                                                                        | 4 horas |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Unidad IV</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |
| 7                | <p>Inferir la manera en que los copolímeros y mezclas poliméricas pueden mejorar las propiedades de los homopolímeros, mediante el análisis detallado de su estructura química, arquitectura y conformación de las cadenas poliméricas, para proponer estrategias de modificación de polímeros convencionales en aplicaciones específicas, con creatividad, proactividad y actitud investigativa.</p> | <p><b>Copolímeros y mezclas</b><br/> Resuelve en clase ejercicios para reconocer las diferencias estructurales y de propiedades fisicoquímicas y mecánicas entre homopolímeros, copolímeros y mezclas poliméricas.<br/> Analiza las diferentes arquitecturas moleculares de las cadenas carbonadas que componen los copolímeros y redes interpenetrantes, e infiere sus propiedades, tomando como referencia las exhibidas por las cadenas de homopolímeros. Distingue las posibles aplicaciones de copolímeros<br/> Socializa sus respuestas.</p> | <p>Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional, que relacionen la síntesis y evaluación de copolímeros y mezclas poliméricas. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos</p>                                                                                                                                                                       | 3 horas |
| <b>Unidad V</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |
| 8                | <p>Determinar el impacto de los materiales compuestos en la aplicación de nanotecnología en el sector productivo, para promover la investigación y desarrollo hacia la generación de nuevos sistemas nanocompositos, mediante el uso de estrategias eficientes de combinación de polímeros con materiales nanoestructurados, con actitud creativa, proactividad y respeto al medio ambiente.</p>      | <p><b>Nanocompositos</b><br/> Resuelve en clase ejercicios para analizar el impacto actual de los materiales compuestos y la prospectiva de los nanocompositos en el sector científico, ingenieril y productivo.<br/> Revisa los procesos de síntesis de polímeros y nanomateriales, a través de la consulta de trabajos de investigación reportados en revistas indexadas.<br/> Determina las estrategias para combinar nanomateriales con polímeros para producir nanocompositos con propiedades</p>                                             | <p>Artículos de divulgación, científicos e ingenieriles indizados, relacionados con el uso de materiales compuestos en la industria.<br/> Portafolio de evidencias con artículos científicos e ingenieriles indizados, trabajados a lo largo del curso, que relacionen la síntesis y análisis de polímeros. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.</p> | 3 horas |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>fisicoquímicas específicas.</p> <p>Al final del taller, socializa los resultados y su relación con las problemáticas actuales en el sector productivo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| <b>Unidad VI</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| 9                | <p>Reconoce las técnicas comunes de caracterización y procesamiento de nanomateriales y polímeros, mediante la interpretación de análisis de muestra con espectros, termogramas e imágenes de microscopía electrónica, para proponer estrategias de evaluación de las propiedades fisicoquímicas de nanocompositos sintetizados con fines específicos, con responsabilidad, actitud crítica y científica.</p> | <p><b>Caracterización y procesado de nanocompositos</b></p> <p>Resuelve en equipo, la formulación de preguntas relacionadas con las técnicas de caracterización de nanomateriales y polímeros. Interpreta los resultados reportados en la literatura para la caracterización térmica, espectroscópica y microscópica de nanocompositos. Determina los métodos de procesamiento y las estrategias de evaluación de nanocompositos y su impacto en la generación de nuevos productos nanotecnológicos con valor agregado. Argumenta y socializa en grupo los diferentes puntos de vista.</p> | <p>Patentes, artículos de divulgación, científicos e ingenieriles indizados, relacionados con la caracterización y procesamiento de nanocompositos.</p> <p>Portafolio de evidencias con artículos científicos e ingenieriles indizados, trabajados a lo largo del curso, que relacionen la caracterización de polímeros</p> <p>Artículos científicos y documentales relacionados con el efecto de nanomateriales en la salud. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.</p> | 4 horas |

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

| No. de Práctica | Competencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Material de Apoyo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Duración |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| UNIDAD I        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
| 1.              | Reconocer experimentalmente las energías de enlace en moléculas orgánicas, mediante el análisis de procesos de síntesis o purificación de compuestos y la instrumentación requerida en el control de condiciones de reacción, para distinguir las oportunidades de aplicación y comercialización de los productos orgánicos de baja estabilidad química, con actitud crítica, creativa y responsable. | <p><b>Compuestos orgánicos de baja estabilidad química</b></p> <p>Revisa información reportada en patentes y artículos científicos relacionados con el aislamiento y purificación de compuestos orgánicos de baja estabilidad térmica.</p> <p>Realiza la síntesis o purificación de compuestos orgánicos con sensibilidad a descomposición térmica.</p> <p>Analiza la instrumentación y sustancias químicas utilizadas, además de las condiciones de reacción alcanzadas experimentalmente.</p> <p>Realiza anotaciones, cálculos y aproximaciones de los recursos gastados o consumidos.</p> <p>Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.</p> | <p>Patentes y artículos científicos e ingenieriles relacionados con la síntesis de compuestos orgánicos o su purificación.</p> <p>Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, equipo de destilación al vacío, bombas de vacío, instrumental de vidrio, planchas de calentamiento y agitación.</p> <p>.</p> <p>.</p> | 5 horas  |
| Unidad II.      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
| 2               | Verificar experimentalmente las estrategias de extracción de polímeros naturales, mediante el uso de métodos en disolución y recristalización, para comparar las propiedades fisicoquímicas con los                                                                                                                                                                                                   | <p><b>Extracción de polímeros naturales</b></p> <p>Realiza prácticas para conocer los métodos de extracción de polímeros desde fuentes naturales, así como las</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Equipo de reflujo químico, equipo de recirculación de agua fría, vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, agitadores de propela, fuentes naturales para extracción de polímero. Muestra de polímero                                                                                                                                           | 6 horas  |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|            | polímeros sintéticos, con responsabilidad, actitud proactiva y respeto al medio ambiente.                                                                                                                                                                                                                                   | propiedades fisicoquímicas de estos materiales.<br>Estructura y entrega de un reporte de su experimento por equipo de trabajo, enfatizando sus observaciones y conclusiones de manera individual.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | sintético para comparación con polímero natural extraído experimentalmente<br>Elementos de protección (gafas de seguridad, bata)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
| Unidad III |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| 3          | Verificar experimentalmente las estrategias para la síntesis de polímeros, mediante la verificación de parámetros y condiciones óptimas de reacción, para sintetizar estos materiales con mayor eficiencia en consumo de energía y sustancias químicas, con responsabilidad, actitud proactiva y respeto al medio ambiente. | <b>Síntesis de polímeros</b><br>Realiza prácticas que involucran la síntesis de polímeros por reacción en cadena o en etapas. En la práctica identifica las variables de los procesos, y optimiza los parámetros y condiciones para sintetizar estos materiales de forma eficiente. Relaciona estos métodos de preparación de polímeros con las reacciones de adición y policondensación, además de que distingue los procesos de polimerización por catálisis homogénea y heterogénea.<br>Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo. | Elementos de protección (gafas de seguridad, bata)<br>Reactivos químicos (monómeros de polimerización insaturados: ácido acrílico, metacrilato de metilo, N-isopropilacrilamida, entre otros; monómeros de polimerización para reacción en etapas: urea, formaldehído, diaminas, diácidos, dioles) solventes (tolueno, diclorometano, etanol, metanol, ácido acético, entre otros), cristalería e instrumentos comunes de laboratorio (planchas de agitación magnética y calentamiento, agitadores mecánicos, termómetros, muflas, espátulas, etc). Equipo de curado con horno UV. Filtros con membrana | 5 horas |
| Unidad IV  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| 4          | Experimentar con la síntesis de copolímeros y/o materiales basados en mezclas poliméricas, para valorar las diferencias entre                                                                                                                                                                                               | <b>Copolímeros y mezclas</b><br>Realiza prácticas que involucran la síntesis de copolímeros y/o mezclas poliméricas por reacción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Elementos de protección (gafas de seguridad, bata)<br>Reactivos químicos (monómeros de polimerización insaturados:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5 horas |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                 | <p>las propiedades de estos materiales y los homopolímeros, mediante el análisis de las propiedades fisicoquímicas del material y su respuesta a estímulos externos, con responsabilidad, actitud crítica y creativa</p>                                                                                                                                                         | <p>en cadena y/o en etapas. En la práctica identifica las variables de los procesos, y optimiza los parámetros y condiciones para sintetizar estos materiales de forma eficiente. Relaciona la arquitectura molecular de los copolímeros y mezclas y determina sus propiedades fisicoquímicas o respuesta a estímulos externos del medio como temperatura y pH, para comparar su comportamiento con homopolímeros. . Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.</p>       | <p>ácido acrílico, metacrilato de metilo, N-isopropilacrilamida, entre otros; monómeros de polimerización para reacción en etapas: urea, formaldehído, diaminas, diácidos, dioles) solventes (tolueno, diclorometano, etanol, metanol, ácido acético, entre otros), cristalería e instrumentos comunes de laboratorio (planchas de agitación magnética y calentamiento, agitadores mecánicos, termómetros, muflas, espátulas, etc). Equipo de curado con horno UV. Filtros con membrana</p> |         |
| <b>Unidad V</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
| 5               | <p>Controlar experimentalmente la integración de productos nanotecnológicos sobre sistemas poliméricos convencionales, para verificar la preparación de nanocompositos, a través de estrategias simples de mezclado o combinación y de la comparación de sus propiedades contra la de sus componentes por separado, con actitud creativa, científica y trabajo colaborativo.</p> | <p><b>Nanocompositos</b></p> <p>Realiza prácticas que involucran la combinación de productos nanotecnológicos (nanopartículas, nanotubos, nanoesfera, entre otros) con productos poliméricos convencionales. Determina las condiciones óptimas para realizar el mezclado o combinación del sistema nanotecnológico con el convencional. Evalúa sus propiedades fisicoquímicas o respuesta a estímulos y compara las propiedades del nanocomposito contra las de sus componentes por separado.</p> | <p>Instrumental de laboratorio: vasos, probetas, Erlenmeyer, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, fuentes eléctricas, agitadores magnéticos y de propela. Horno de curado UV. Monómeros e iniciadores de polimerización. Reactivos: monómeros e iniciadores de polimerización, disolventes. Materiales nanoestructurados previamente sintetizados y caracterizados para usarse como materiales de carga o refuerzo del nanocomposito.</p>                                           | 5 horas |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Realiza y entrega un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
| <b>Unidad VI</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
| 6                | <p>Evaluar experimentalmente las propiedades fisicoquímicas, mecánicas o de desempeño de polímeros y nanocompositos en aplicaciones especializadas, mediante la determinación de su respuesta a estímulos controlados, para determinar sus oportunidades de mejora o funcionalidad, con actitud crítica, investigativa, y trabajo en equipo.</p> | <p><b>Caracterización polímeros y nanocompositos</b></p> <p>. Realiza prácticas para caracterizar o evaluar el desempeño de materiales poliméricos y nanocompositos previamente sintetizado, por medio del análisis de las propiedades más relevantes para su aplicación, tales como resistencia mecánica, estructura química, respuesta catalítica, respuesta magnética, degradación, inhibición bacteriana, entre otras. .</p> <p>También aplica ingeniería inversa para evaluar el nanomaterial integrado en tecnologías actuales. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.</p> | <p>Instrumental de laboratorio: vasos, recipientes volumétricos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, fuentes eléctricas, agitadores magnéticos y de mecánicos, tinas ultrasonido, solventes químicos. Erlenmeyer, estufas, pinzas, solventes químicos</p> <p>Fuente UV. Equipo UV-vis, FTIR. Acceso a tecnologías de espectroscopía y microscopía electrónica (XPS, AES, SEM, TEM y AFM). Acceso a medición de pruebas mecánicas (Ensayos de tensión-deformación, compresión y resistencia mecánica).</p> | 6 horas |

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategias de enseñanza (Docente)**

Expondrá los temas centrales del curso y resolverá dudas a maneras de ejemplo en metodología, técnicas y tecnologías para la síntesis de polímeros, copolímeros, mezclas poliméricas y nanocompositos. Se apoyará con presentaciones digitales, videos cortos y animaciones para facilitar la comprensión de aspectos claves relacionados con los mecanismos de reacción y rutas metodológicas y/o los principios de funcionamiento de equipo especializado para la síntesis y evaluación de materiales poliméricos y nanocompositos.

### **Estrategias de aprendizaje (Estudiante)**

#### **Taller:**

A partir de la información que se proporcione de cuestionarios específicos, el estudiante debe: i) interpretar la información suministrada durante el curso, ii) plasmar una representación gráfica de las tareas o retos solicitados, iii) planear una estrategia que le permita lograr el objetivo propuesto en la clase, iv) argumentar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados, v) socializar y cotejar sus resultados con su equipo de trabajo, vi) exponer su resultados frente a grupo, vii) proponer y entregar la solución al finalizar el taller y viii) almacenar evidencias de desempeño en portafolio

#### **Laboratorio:**

A partir de la información que se proporcione para el desarrollo de las prácticas experimentales, el estudiante debe: i) interpretar e implementar el requerimiento solicitado, ii) a partir de un diagrama de bloques, plasmar una representación gráfica del experimento a realizar, iii) planear una estrategia que le permita ejecutar la implementación experimental a fin de realizar el objetivo de la práctica, iv) analizar e interpretar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados, v) participar activamente en su equipo de trabajo en la realización de las tareas y cumplimiento de objetivos, vi) elaborar un reporte de la práctica experimental solicitada con los requerimientos en formato y contenidos establecidos y vii) entregar el reporte elaborado por el equipo de trabajo, en donde se plasmen de manera individual sus observaciones y conclusiones.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 70% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar vigente en los artículos 71 y 72.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| - 3 exámenes parciales.....                            | 30%         |
| - Participación en clase.....                          | 10%         |
| - Evidencias de desempeño .....                        | 50%         |
| (Portafolio de evidencias)                             |             |
| Talleres .....                                         | 5%          |
| Tareas .....                                           | 5%          |
| Informes de laboratorio .....                          | 5%          |
| Diagramas de flujo de prácticas de laboratorio.....    | 5%          |
| Artículos científicos e ingenieriles consultados ..... | 5%          |
| (Reporte técnico).....                                 | 25%         |
| - Prácticas de laboratorio .....                       | 10%         |
| <b>Total.....</b>                                      | <b>100%</b> |

## IX. REFERENCIAS

### Básicas

Callister, W. y Rethwisch, D. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction, Enhanced eText* (10 ed.). Estados Unidos: Wiley.

Carraher, C.E. (2017) *Introduction to Polymer Chemistry* (4 ed.). Estados Unidos: CRC Press. ISBN 9781498737616

Haghi, A. K., Zachariah, A.K. y Kalarikkal, N. (2013). *Nanomaterials: Synthesis, Characterization, and Applications*. Estados Unidos: CRC Press. ISBN 9781926895192 [Clásica]

Koltzenburg, S., Maskos, M. y Nuyken, O. (2017) *Polymer Chemistry*. Estados Unidos: Springer. ISBN 978-3-662-49277-2

Mittal, V. (2018). *Polymer Nanocomposite Coatings*. Estados Unidos: CRC Press. ISBN 9781138074989

Parameswaranpillai, J., Hameed, N., Kurian, T., Yu, Y. (2016) *Nanocomposite Materials: Synthesis, Properties and Applications*. Estados Unidos: CRC Press. ISBN 9781482258073

Saito, K., Fujiwara, K. y Sugo, T. (2018) *Innovative Polymeric Adsorbents Radiation-Induced Graft Polymerization*. Estados Unidos: Springer. ISBN 978-981-10-8562-8

Su, W,F. (2013) *Principles of Polymer Design and Synthesis*. Estados Unidos: Springer. ISBN 978-3-642-38729-6 [Clásica]

### Complementarias

Fulekar, M. y Pathak, B. (2017). *Environmental Nanotechnology*. Estados Unidos: CRC Press. ISBN 9781498726238

## **X. PERFIL DEL DOCENTE**

El docente que imparta el curso de Polímeros y Nanocompositos, requiere título de licenciatura o ingeniería en el área de Nanociencias, Nanotecnología, Física y Química. De preferencia con posgrado en dichas áreas. Debe poseer experiencia en docencia y habilidades en la síntesis y caracterización de polímeros, materiales híbridos orgánicos-inorgánicos, materiales nanoestructurados y nanocompositos, además del manejo de instrumental de laboratorio. Habilidad para conducir a los estudiantes en la apropiación del conocimiento a través de preguntas que lleven a la reflexión y al análisis. Es deseable que cuente con experiencia en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes.