Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

# PROGRAMA ANALÍTICO

**Departamento:** Ingeniería Química

**Carrera:** Ingeniería Química

**Nombre de la actividad curricular:** Polímeros

**Área:** Ingeniería Química

**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Nivel: V**

**Tipo:** Electiva

**Modalidad:** Cuatrimestral

**Carga Horaria total:** H. Reloj: 60 H. Cátedra: 80

**Carga horaria semanal:** H. Reloj: 4 H. Cátedra: 5

## FUNDAMENTACIÓN

El Ingeniero Químico debe estar capacitado para afrontar el desarrollo integral de proyectos industriales de plantas de procesos, esto comprende estudios de factibilidad, evaluación del impacto ambiental, diseño, cálculo, construcción, instalación, puesta en marcha y operación de las mismas, como así también la elaboración y seguimiento de los planes de producción y comercialización.
Su campo de acción se encuentra en las más variadas manifestaciones de la actividad productiva: Industria de Alimentos, Petróleo, Combustibles y Lubricantes entre otros.
Los polímeros son la base fundamental de materiales sintéticos como plásticos, fibras, pinturas, gomas, látex, películas, membranas, adhesivos, materiales compuestos y de muchos aditivos para la construcción, aplicable al campo de acción antes mencionado. Al mismo tiempo, la mayoría de los materiales de origen biológico también están formados por polímeros y macromoléculas, como la seda, lana, algodón y madera. Celulosa, almidón, quitina y quitosano son ejemplos de polisacáridos. Estos polímeros son importantes sustancias que se encuentran en comidas y seres vivos. El ADN y ARN son también macromoléculas que pueden sintetizarse y/o modificarse a través de los mismos métodos que se aplican para polímeros sintéticos. Materiales conductores como así también aislantes térmicos, eléctricos, electrónicos, capacitores y diversos agentes retardarte de llama son también obtenidos a través de formulaciones poliméricas.
De lo mencionado puede verse la alta y aun creciente demanda por la producción de polímeros y sus precursores en la industria. Esta demanda no sólo es por el material polimérico en sí mismo sino también por su utilización en la generación y utilización en otros procesos industriales. En consecuencia, en países industrializados la gran mayoría de los químicos e ingenieros químicos están siempre directa o indirectamente involucrados con polímeros. Así, es necesario que nuestros estudiantes adquieran rápidamente conocimiento de alto nivel en esta tan vasta área del conocimiento que es la Ciencia de los Polímeros. Además, se presentará también a los estudiantes la importancia de los polímeros como herramienta polifuncional para la investigación y desarrollo tecnológico en el área de las ingenierías, como por ejemplo en la ingeniería química, civil, industrial, electrónica, biomateriales, en petróleo, naval, aeronáutica, aeroespacial, y mecánica

entre otras. Este curso tiene como objetivo principal familiarizar estudiantes de ingeniería química con los aspectos fundamentales de la Ciencia de los Polímeros.

**OBJETIVOS**

Los objetivos de la presente asignatura electiva serán:
1) Identificar las nuevas tecnologías respecto a polímeros a través de procesos de investigación bibliográfica y aprendizaje grupal.
2) Distinguir los conocimientos básicos de polímeros, de la relación estructura-propiedades y síntesis de los mismos.
3) Analizar e integrar los principios fundamentales de los materiales poliméricos y su caracterización y control de calidad.

**CONTENIDOS**

***Contenidos analíticos***

**Unidad Temática 1: Ciencia de los Polímeros**
Introducción. Historia. Polímeros en la naturaleza. Tecnología y usos de los polímeros. Establecimiento del concepto de polímero. Polímeros sintéticos. Polímeros / monómeros para recordar. Reciclaje, números y sus polímeros asociados. Nomenclatura. Peso molecular y distribución de pesos moleculares. Termoplásticos y termorrígidos. Estructura macromolecular. Copolímeros. Morfología. El estado amorfo. Cristalinidad de polímero. Cristales líquidos poliméricos.

**Unidad Temática 2: Métodos de caracterización de polímeros**
Métodos de caracterización de polímeros. Introducción. Caracterización del peso molecular. Cromatografía de exclusión de tamaño (SEC). Espectrometría de masas por desorción/ionización láser asistida por matriz con detector de tiempo de vuelo (MS MALDI-TOF). Análisis de estructura química. Espectroscopia infrarroja (IR). Espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) de protones, carbonos, y otros núcleos. Caracterización de propiedades térmicas. Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Análisis termogravimétrico (TGA). Análisis de propiedades mecánicas y viscoelásticas. Propiedades mecánicas estáticas y dinámicas.

**Unidad Temática 3: Química de polímeros**
Química de polímeros. Introducción. Síntesis de polímeros. Clasificación de los métodos de síntesis. Polimerización por crecimiento en etapas. Teoría de Carothers. Ejemplos de polímeros Polimerización por crecimiento en cadena. Iniciación, propagación, terminación. Polimerización por radicales libres. Efecto de autoaceleración. Transferencia de cadena en polimerizaciones por radicales libres. Inhibidores y Retardadores. Polimerización catiónica y aniónica. Polimerizaciones radicalarias controladas/"vivientes". Polimerizaciones heterogéneas, emulsión, suspensión, miniemulsión. Copolimerización. Polimerización de entrecruzamiento.

**Unidad Temática 4: Propiedades de los polímeros**
Propiedades de polímeros. Propiedades de las cadenas poliméricas. Radio de giro. Termodinámica de las soluciones de polímeros: teoría estadística. Parámetro de solubilidad. Viscosidad. Entrelazamiento. Teoría de reptación. Propiedades térmicas de polímeros. Temperatura de transición vítrea. Temperatura de fusión. Propiedades mecánicas de polímeros. Teoría de la

elasticidad de gomas. Propiedades viscoelásticas de polímeros. Modelos mecánicos. Principio de superposición de Boltzmann. Principio de superposición de tiempo-temperatura.

**Unidad Temática 5: Polímeros termorrígidos**
Introducción a polímeros termorrígidos, materiales compuestos, y procesamiento. Introducción. Nomenclatura. Gelación. Vitrificación. Procesamiento de polímeros y materiales compuestos. Ventajas de los materiales compuestos. Clasificación y definición de materiales compuestos. Nanomateriales. Nanocompuestos. Métodos de procesamiento comunes, moldeado a la mano, por compresión, inyección, y enrollamiento de filamentos.

**Unidad Temática 6: Biopolímeros**
Impacto ambiental de los polímeros y biopolímeros. Biopolímeros naturales y sintéticos. Otras clasificaciones y definiciones de biopolímeros. Nomenclatura. Ventajas y desventajas de biopolímeros y bio-compuestos frente a polímeros y compuestos tradicionales. Bio-nanomateriales poliméricos. Biopolímeros nanoestructurados. Fibras naturales. Polímeros reciclables, biodegradables, y compostables.

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

| **Tipo de actividad** | **Carga horaria total en hs. reloj** | **Carga horaria total en hs. cátedra** |
|---|---|---|
| **Teórica** | 45 | 60 |
| **Formación Práctica** | 15 | 20 |
| **Tipo de actividad** | **Carga horaria total en hs. reloj** | **Carga horaria total en hs. cátedra** |
| Formación experimental | 0 | 0 |
| Resolución de problemas | 15 | 20 |
| Proyectos y diseño | 0 | 0 |
| Práctica supervisada | 0 | 0 |

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se establecerán los medios que permitan cumplir los objetivos enunciados. Esto implica elegir actividades de aprendizaje adecuadas para que el conjunto de los estudiantes asimile los conocimientos transmitidos.

Entre las estrategias de enseñanza a desarrollar en esta materia se encuentran:

1. Clases Teóricas
2. Resolución de Problemas
3. Prácticas Especiales

Con referencia a cada una de las actividades a desarrollarse se puede expresar lo siguiente:

1. Clases Teóricas:

Las clases teóricas tienen por objetivo transmitir los conocimientos fundamentales de modo articulado e integrado para su comprensión y aplicación a la resolución de problemas vinculados a la materia
Estas clases se desarrollarán de manera sistemática para cumplimentar con el desarrollo teórico de todos los contenidos del curso. Además, se distribuirán diferentes actividades para su realización como tareas.

2. Resolución de Problemas:
Representa el primer grado de actividad práctica orientada, que permite la comprensión y asimilación de conceptos. Se estimulará la formación de grupos de trabajo, para preparar al estudiante para el futuro esquema de trabajo en su relación profesional, grupos multi- e interdisciplinarios. Esta metodología provoca la discusión de los ejercicios asociados a cada tema, promoviendo la participan de todos los estudiantes y donde el de mayor nivel ayuda a los de menor nivel. Este tipo de actividades bien coordinadas, supervisadas y controladas produce una gran ganancia en la difusión horizontal del conocimiento, optimización del tiempo de aprendizaje, y fomenta el compañerismo.

3. Seminarios
Consistirán en monografías, investigaciones bibliográficas y presentaciones temáticas que los estudiantes desarrollarán durante el curso lectivo. Los temas podrán ser elegidos por cada estudiante entre aquellos que hayan sido propuestos por el profesor de la asignatura. Sin embargo, los estudiantes tendrán también la posibilidad de sugerir algún tema en particular, quedando en este caso a criterio del profesor la aprobación para el desarrollo de dicha temática.
La experiencia ha demostrado que este tipo de prácticas tiene múltiples beneficios tales como:

- Incentivarlos a profundizar en un tema, que resulte lo suficientemente abarcativo e integrador, con objetivos claros y precisos.
- Inducirlos a un adecuado entrenamiento en el manejo bibliográfico, ampliando así el espectro de conocimiento impartido en la materia.
- Lograr que los estudiantes se familiaricen, o incluso vinculen, con los diferentes actores en investigación y desarrollo, como así también con la industria, a nivel nacional e internacional.

**EVALUACIÓN**

**Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)**

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

La evaluación de los conocimientos adquiridos se lleva a cabo a través de dos exámenes parciales teórico- prácticos que integran los temas desarrollados en el período que abarcan. Los parciales no aprobados son recuperados según lo establecido en el Reglamento de Estudios de la Universidad Tecnológica Nacional.
Para la aprobación de los trabajos prácticos y estar habilitado a realizar la evaluación final, los alumnos deberán aprobar los exámenes parciales y los Seminarios propuestos a cada grupo.

El método de evaluación se informa en la presentación de la asignatura. La accesibilidad a los resultados de las evaluaciones, como complemento del proceso de enseñanza aprendizaje esta garantizado por las Resoluciones N° 2352/03 y 1862/02 del Consejo Directivo de la FRBA.

**Requisitos de promoción.**

Para la Aprobación Directa de esta materia, Promoción, se deberá simultáneamente cumplir los siguientes requisitos:

 Aprobar ambos parciales con una calificación mínima de 8 (OCHO), con únicamente un recuperatorio permitido en total.

 Entregar las actividades complementarias con todos los contenidos solicitados en las fechas de entregas estipuladas. Estas entregas serán condición excluyente para esta modalidad.

**Requisitos de regularidad**

Aprobar las instancias de exámenes parciales con una nota mínima de 6 (seis) y contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.

**Requisitos de aprobación**

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

**ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

La asignatura Polímeros se articula en forma vertical con dos (2) asignaturas que la preceden en el plan de estudio, específicamente Química General y Química Orgánica. Así, cada estudiante deberá tener cursada y aprobada cada una de estas asignaturas al momento de comenzar la cursada. Los grupos funcionales y su reactividad como así también la química de macromoléculas son conceptos previos que se requieren para poder abordar esta asignatura y que fueron adquiridos en la asignatura Quimica Orgánica, la cual se encuentra en el Segundo Nivel de la carrera.

Además, los conocimientos adquiridos en Polímeros son de gran utilidad para extender los alcances de otras asignaturas de niveles previos, ya que imparte conocimientos y criterios importantes para lograr una integración racional a la hora de seleccionar un material para una aplicación particular, diseñar equipamiento para la obtención y/o procesamiento de polímeros, desarrollar materiales híbridos (orgánico-inorgánico), realizar análisis ambientales relacionados a plásticos y/o bioplásticos, etc.

En cuanto a la articulación horizontal, Polímeros brinda conocimientos que son compatibles y complementarios con conceptos y contenidos de otras asignaturas del Tercero y Quinto Nivel, fomentando así la interdisciplinariedad, como, por ejemplo, Introducción a la Ciencia e

Ingeniería de los Materiales Metálicos, Materiales Cerámicos, Diseño de Equipos, Evaluación de Impacto Ambiental y Sustentabilidad, mas allá de estas asignaturas son todas electivas.

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

**CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES**

| Unidad Temática | Duración en hs cátedra |
|---|---|
| **1** | **10** |
| **2** | **14** |
| **3** | **22** |
| **4** | **16** |
| **5** | **12** |
| **6** | **6** |

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

- Young, R. J. y Lovell P.A., (2011)."*Introduction to Polymers*", 3rd Ed. CRC Press.
- Brazel, C. S. y Rosen, S.L. (2012). "*Fundamental Principles of Polymeric Materials*", 3rd Ed. Wiley.
- Gay, D. (2014) "Composite Materials: Design and Applications", 3rd Ed. CRC Press.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Baird D. G., Collias D. I., "Polymer Processing: Principles and Design", 2nd Ed. Wiley, 2014
- Chanda M., "Introduction to Polymer Science and Chemistry", 2nd Ed. CRC Press, 2013.
- Carraher Jr. C. E., "Introduction to Polymer Chemistry", 4th Ed. CRC Press, 2017.
- Carraher Jr. C. E., "Carraher's Polymer Chemistry", 10th Ed. CRC Press, 2018.
- Odian G., "Principles of Polymerization", 4th Ed. Wiley, 2004.
- .
- Van Krevelen D. W., te Nijenhuis K., "Properties of Polymers", 4th Ed. Elsevier Science, 2009.
- Tadmor Z., Gogos C. G., "Principles of Polymer Processing", 2nd Ed. Wiley, 2006.

**CORRELATIVIDADES**

Correlativas para la cursada de la asignatura. Tener cursadas:
1) Ingles Técnico I
2) Ingles Técnico II
3) Quimica Orgánica

Correlativas para la aprobacion de la asignatura. Tener el final aprobado de:

1) Ingles Técnico I
2) Ingles Técnico II
3) Quimica Orgánica