

## ***Programa Regular***

- **Denominación de la Asignatura:** Química Orgánica
- **Carrera/s a la/s cual/es pertenece:** Bioquímica
- **Plan de estudios:** 2011 y 2015
- **Ciclo lectivo:** 2022
- **Docente/s:**  
Dr. Gerardo Caballero (profesor coordinador)  
Bioq. Mariano García  
Lic. Lucas Dettorre  
Dr. Esteban Gudiño
- **Régimen de dictado y carga horaria semanal:** cuatrimestral; 8 horas semanales: 4 (cuatro) horas de clases de teoría y 4 (cuatro) horas de clases de trabajos prácticos (seminarios y trabajos de laboratorio).
- **Modalidad de cursada:** presencial.

### ***Fundamentación:***

Esta asignatura corresponde al tercer año de la carrera de Bioquímica, cursándose después de un curso de Físicoquímica del Ciclo Inicial y dos cursos de Química General (Química I y Química II) que se dictan en el segundo año de la carrera. En estos primeros cursos los alumnos deben incorporar los conceptos básicos de la Química que permitirán una correcta comprensión de los contenidos de la Química Orgánica. Estos conceptos básicos fundamentales para un desempeño exitoso en el curso de Química Orgánica son, entre otros, los siguientes: estructura atómica y molecular, termodinámica, equilibrio químico, equilibrio ácido-base y cinética química.

La Química Orgánica es la química del elemento carbono y de sus compuestos. Esta asignatura es de fundamental importancia en el marco de la carrera de Bioquímica ya que las sustancias químicas presentes en todos los seres vivos, participantes en diversos procesos bioquímicos esenciales para el mantenimiento de la vida, son sustancias orgánicas, tales como aminoácidos, proteínas, nucleótidos, ácidos nucleicos, hidratos de carbono simples y complejos, y lípidos. Todos estos son compuestos cuya base principal es el carbono. Por ello, el estudio y la comprensión de los conceptos básicos de Química Orgánica constituyen la base insoslayable para entender los procesos bioquímicos del ser humano, tanto en condiciones fisiológicas normales como en condiciones patológicas. Es por esto que el alumno que haya aprobado el curso de Química Orgánica estará preparado para asimilar los contenidos de materias más avanzadas en el plan de

estudio tales como Bioquímica I y II, Biología molecular, Microbiología, etc., y también podrán comprender los aspectos centrales de las diversas técnicas que se presentan en la asignatura Técnicas Analíticas Instrumentales.

Por otro lado, la Química Orgánica está en la base del desarrollo de medicamentos desde los procesos de síntesis de sustancias candidatas, el desarrollo de la droga final, hasta los estudios de estabilidad de los productos terminados. Más aún, los productos orgánicos están presentes en otros variados aspectos de la vida diaria tales como la ropa que vestimos, los productos cosméticos, los perfumes y fragancias, los alimentos, etc. Desde este punto de vista, los conocimientos sobre Química Orgánica proveen también una base para entender distintos aspectos de la vida moderna.

### **Objetivos:**

Al terminar de cursar esta asignatura, se espera que los alumnos hayan incorporado claramente los contenidos mínimos de la misma, en particular la relación fundamental entre estructura y reactividad de los distintos grupos de compuestos orgánicos. Para llegar a esto, los alumnos deberán dominar los siguientes conceptos: uniones carbono-carbono y carbono-heteroátomo desde las bases de la teoría de orbitales híbridos y orbitales moleculares y sus consecuencias en la geometría molecular; conceptos de enlaces conjugados y resonancia, aromaticidad, e hiperconjugación; conceptos de grupos funcionales y series homólogas; conceptos de nomenclaturas IUPAC y de uso común; de relación estructura electrónica-propiedades físicas; de isomería estructural y espacial; de reacciones de compuestos orgánicos y sus mecanismos; de propiedades químicas de los distintos grupos funcionales. Por otro lado, es esperable el desarrollo de habilidades técnicas básicas que permitan al alumno la purificación de compuestos orgánicos y el estudio experimental de sus propiedades. Finalmente, se apunta a que la base de conocimientos aportada en este recorte curricular permita a los alumnos la comprensión, en cursos más avanzados, de las propiedades fisicoquímicas de sustancias de importancia biológica tales como los hidratos de carbono, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

### **Contenidos mínimos:**

Introducción y generalidades. Estructura y reactividad. Isomería, conformaciones. Hidrocarburos. Aromaticidad. Derivados nitrados y halogenados de hidrocarburos. Métodos espectroscópicos. Alcoholes y fenoles. Éteres. Compuestos azufrados. Aldehídos, cetonas y compuestos carboxílicos. Derivados de ácidos. Aminas. Otros compuestos nitrogenados. Hidrocarburos aromáticos polinucleares. Compuestos heterocíclicos mononucleares. Compuestos heterocíclicos condensados.



### **Contenidos temáticos o unidades:**

**Unidad 1. Estructura de compuestos orgánicos.** Diferentes tipos de uniones carbono-carbono y carbono-heteroátomo. Geometría de enlaces. Enlaces conjugados. Resonancia. Hiperconjugación. Polaridad de enlaces. Momento dipolar molecular. Efectos electrónicos (inductivo, mesomérico y de campo) y estéricos.

**Unidad 2. Grupos funcionales - nomenclatura.** Estructura de los distintos grupos funcionales: hidrocarburos, compuestos halogenados, oxigenados y nitrogenados. Compuestos heterocíclicos. Reglas de nomenclatura según IUPAC y de uso frecuente.

**Unidad 3. Isomería.** Definición. Índice de deficiencia de hidrógeno. Isomería estructural y espacial. Distintas proyecciones espaciales y planas. Estereoisomería conformacional, configuracional y óptica. Configuración absoluta. Quiralidad. Nomenclatura.

#### **Unidad 4. Propiedades físicas y químicas de grupos funcionales: Hidrocarburos alifáticos**

Polaridad, punto de fusión, punto de ebullición, solubilidad de hidrocarburos.

*Alcanos:* Reacciones de halogenación. Formación y estabilidad de radicales. Mecanismo de sustitución por radicales libres: iniciadores e inhibidores de radicales libres, etapas de la reacción.

*Alquenos:* Reacciones de adición electrofílica: mecanismos, intermediarios, estereoquímica y regioquímica, regla de Markovnikov. Estabilidad de carbocationes. Oxidación y reducción.

*Alquinos:* Acidez. Reacciones de adición electrofílica. *Caracterización e identificación de compuestos orgánicos.* Reacciones de caracterización de hidrocarburos alifáticos.

Introducción a los métodos espectroscópicos.

#### **Unidad 5. Propiedades físicas y químicas de grupos funcionales: Halogenuros de alquilo**

Fuentes. Usos. Propiedades físicas y químicas del grupo funcional. *Mecanismos de sustitución nucleofílica  $SN_1$  y  $SN_2$ :* cinética, estado de transición, estereoquímica, reactividad en función del sustrato, solvente, temperatura y grupo saliente. *Mecanismos de eliminación  $E_1$  y  $E_2$ :* cinética, estado de transición, estereoquímica. Orientación Hoffman-Saytzeff. Reactividad. *Eliminación vs sustitución nucleofílica.* Reactivos y productos más frecuentes. *Reacciones de caracterización.*

#### **Unidad 6. Propiedades físicas y químicas de grupos funcionales: Alcoholes, éteres y epóxidos.**

Propiedades físicas. Acidez. El hidroxilo como grupo saliente. Reacciones de sustitución nucleofílica y

de eliminación de alcoholes alifáticos. Reacciones de oxidación de alcoholes y glicoles. Reacciones de caracterización. Síntesis y reacciones de éteres. Preparación y reacciones de epóxidos.

**Unidad 7. Propiedades físicas y químicas de grupos funcionales: Compuestos Aromáticos.**

Aromaticidad, regla de Hückel. Hidrocarburos aromáticos, heterociclos aromáticos mononucleares y condensados, sistemas aromáticos p-excesivos (pirrol, furano, tiofeno) y p-deficientes (piridina), nitrocompuestos aromáticos, arenos, halogenuros de arilo, sales de diazonio. Obtención y caracterización. Sustitución electrofílica aromática (SEA): mecanismo, orientación, reactividad, aplicaciones. Sustitución nucleofílica aromática (SNA) vía intermediario complejo activado: mecanismo, orientación y reactividad. Estructura y propiedades de colorantes orgánicos.

**Unidad 8. Propiedades físicas y químicas de grupos funcionales: aldehídos y cetonas**

Reacciones de adición nucleofílica, de oxidación, y de reducción; mecanismos y características. Acidez de hidrógenos alfa. Equilibrio ceto-enólico. Estabilidad de carbaniones. Condensación aldólica. Tioacetales y otros compuestos azufrados.

**Unidad 9. Propiedades físicas y químicas de grupos funcionales: Ácidos carboxílicos y sus derivados**

Propiedades físicas de ácidos carboxílicos y sus derivados. Acidez de ácidos carboxílicos. Basicidad de aminas y amidas. Mecanismo de sustitución nucleofílica de acilo: pasos, catalizadores, nucleófilos, grupos salientes. Reactividad relativa de ácidos y derivados. Reacciones de reducción. Acidez de hidrógenos alfa. Condensación de Claisen. Reacciones de caracterización. Saponificación de glicéridos

**Programa de laboratorio**

**Unidad I. Purificación de líquidos.** Punto de ebullición. Diagramas de equilibrio líquido-vapor para líquidos miscibles e inmiscibles. Curvas de calentamiento. Destilación: purificación y separación de mezclas. Destilación simple y fraccionada. Destilación a presión reducida. Destilación por arrastre con vapor.

**Unidad II. Cromatografía.** Fenómenos de adsorción y partición. Técnicas cromatográficas: cromatografía en capa delgada y en columna. Criterios de pureza e identificación.

**Unidad III. Extracción.** Extracción con solventes. Equilibrio de distribución entre dos fases líquidas. Extracción ácido-base. Desecantes. Separación de productos de reacción.

## **Bibliografía:**

### **Bibliografía Obligatoria:**

#### **Teoría:**

1. Carey Francis (2006) "Química Orgánica", México, Mc Graw Hill Interamericana, sexta edición.
2. Ege Seyhan (2000), "Química Orgánica", Barcelona, Reverté.
3. Fernández Cirelli Alicia & Deluca Mónica & du Mortier Cecile (2005) "Aprendiendo Química Orgánica", Buenos Aires, EUDEBA.
4. Mc Murry John (2008) "Química Orgánica", México, Cengage Learning, séptima edición.
5. Morrison Robert & Boyd Robert (1998), "Química Orgánica", México, Addison-Wesley Iberoamericana, quinta edición.
6. Streitwieser Andrew & Heathcock Clayton (1989), Química Orgánica, México, Mc Graw Hill, tercera edición
7. Volhardt K.P.C. & Schore N.E. (2008), Química Orgánica, Madrid, Ediciones Omega, quinta edición.
8. Wade L. (2012), "Química Orgánica" (vol.1 y 2), México, Pearson Educación, séptima edición.

#### **Laboratorio:**

1. Galagovsky Lydia (2015) "Química Orgánica. Fundamentos teórico- prácticos para el laboratorio", Buenos Aires, Eudeba.

### **Bibliografía de consulta:**

1. Amarego W. & Perrin D. (1997) "*Purification of Laboratory Chemicals*" Oxford, Butterworth-Heinemann
2. Clayden Jonathan & Greeves Nick & Warren Stuart (2012) "*Organic Chemistry*", New York, Oxford University Press, segunda edición.
3. Furniss et al (1989), "*Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*", Essex, Longman Scientific & Technical, quinta edición
4. Haynes W. (2013), "*CRC Handbook of Chemistry & Physics*" London, CRC Press, 94ta. edición.
5. Pasto Daniel & Johnson Carl (1981) "Determinación de Estructuras Orgánicas", Barcelona, Reverté.
6. Smith Michael & March Jerry (2001) "*Advanced Organic Chemistry*", New York, John Wiley & Sons, quinta edición.
7. Palleros Daniel (2000) "*Experimental Organic Chemistry*", New York, John Wiley & Sons, primera edición.

### ***Propuesta Pedagógico-Didáctica:***

#### **Modalidad de dictado:**

1. Presentación de conceptos generales y ejemplos seleccionados por parte de los docentes en clases teórico-prácticas.
2. Análisis de situaciones – problemas por los docentes en clases.
3. Análisis y resolución de guías de problemas por los alumnos, en forma individual y/o en grupos, dentro y fuera del horario de clases.
4. Discusión con los docentes en forma individual (consultas) o colectivas de los problemas resueltos, en horario de clase y en horarios adicionales de consultas.
5. Ejecución de trabajos prácticos de laboratorio, individualmente o en grupos, sobre la base de guías de trabajos prácticos, e indicaciones de los docentes.
6. Presentación de informes de los trabajos prácticos de laboratorio.
7. Lectura de bibliografía por parte de los alumnos en horarios extra-clases, sobre la base de las recomendaciones docentes
8. Desarrollo de clases de consultas semanales de dos horas de duración, optativas, en horario unificado para todas las comisiones
9. Desarrollo simultáneo a las clases de consulta de un taller de lectura de libros de texto de Química Orgánica.

Para la realización de estas actividades los alumnos contarán con el siguiente material didáctico:

- Guía de teóricas
- Guía de problemas
- Guía de laboratorio

La guía de teóricas es el material impreso de las filminas que se utilizarán en clase. Constituyen un material orientativo de los temas a tratar a lo largo de la asignatura. No es un apunte, y no reemplaza la lectura de la bibliografía recomendada, solo la orienta.

Las guías de problemas tienen una doble finalidad: por un lado, constituyen la ejercitación que permite fijar los conceptos analizados en clase, sobre la base del trabajo personal; por otro, dan una referencia al estudiante acerca del grado de progreso que está realizando, en la medida que logra resolver los problemas de cada serie. Las consultas acerca de los problemas permitirán a los docentes tener una idea sobre el grado de avance y las dificultades generales registradas por el curso.

La guía de laboratorio contiene los protocolos de las actividades experimentales con los cuales se llevarán a cabo los trabajos prácticos.

### **Actividades extra-áulicas**

1. Lectura de la bibliografía obligatoria de la asignatura.
2. Realización de los ejercicios de las guías de problemas no resueltos en clase.

Se espera una dedicación mínima de 8 horas semanales para cumplir con estas actividades extra-áulicas.

3. Desarrollo de las actividades subidas al campus virtual de la UNAJ.
4. Participación optativa en las clases de consultas por vía remota, adicionales a las clases de consulta presenciales.

### ***Régimen de aprobación:***

En esta asignatura no se aplica el régimen de promoción sin examen final, lo que significa que los alumnos serán evaluados con dos exámenes parciales, y luego deberán rendir un examen final.

La aprobación (regularización) de los trabajos prácticos comprenden dos instancias: 1) evaluación con exámenes parciales, y 2) realización efectiva de los trabajos prácticos y aprobación de los informes correspondientes.

La primera instancia de aprobación de los trabajos prácticos implica la evaluación mediante dos exámenes parciales que incluyen los aspectos discutidos en las clases teóricas, guías de problemas y en los trabajos prácticos de laboratorio. Cada parcial se aprueba con una nota mínima de cuatro (4), y puede recuperarse sólo una vez en las fechas establecidas en el cronograma. Aquel alumno que hubiera obtenido menos de cuatro puntos en cualquiera de los dos parciales deberá recuperar el parcial desaprobado con más de cuatro puntos (sólo tiene una oportunidad por parcial). Los alumnos ausentes a un parcial sin causa debidamente justificada no podrán presentarse a la instancia de recuperación.

La segunda instancia de aprobación de los trabajos prácticos de la materia obliga a los alumnos a la realización efectiva de los trabajos prácticos de laboratorio, y a la aprobación de los informes correspondientes. Estos informes deberán ser entregados al comienzo de la clase siguiente a aquella en que se realizó el práctico y podrán ser aprobados, devueltos a los estudiantes para correcciones de algunos aspectos de estos, o considerados insuficientes; en este último caso esos alumnos deberán realizar nuevamente el práctico.

Habiendo regularizado los trabajos prácticos de acuerdo con lo indicado, el alumno queda en condiciones de rendir el examen final, el cual se aprueba con cuatro o más puntos. La nota final de la



materia estará dada por la nota del examen final, sirviendo la nota de los parciales como nota de concepto y redondeo de la nota del examen final.

La asistencia a las clases de laboratorio es obligatoria. El trabajo no realizado por ausencia o desaprobado (uno como máximo) debe recuperarse en las fechas propuestas en cada curso. La asistencia a clases teórico-prácticas debe cumplirse en un mínimo de 75%.