

PROGRAMA DE CURSO QUÍMICA ORGÁNICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Química orgánica	Código	BT3210	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Organic Chemistry</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	IQ2211: Química					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiantado pueda determinar qué es una molécula orgánica y moléculas bioquímicas, considerando su estructura, tipos de enlace, mecanismos de reacción, su proceso de formación y descomposición, a fin de establecer su función e importancia en la industria y en la vida.

Para ello, se analizan y se resuelven problemas de reacciones que se originan en una síntesis molecular, relevantes para el desarrollo de procesos industriales eficientes en la industria, y problemas relativos al aislamiento, la purificación, y la predicción y análisis de propiedades fisicoquímicas, en relación con una función y una aplicación tecnológica.

El estudiantado, en tareas acotadas, indaga sobre algún proceso de química orgánica o molécula orgánica donde analizan las diferentes unidades, determinando los principales componentes de dicho proceso o molécula y su importancia en el contexto de la química orgánica, de la industria, de la vida y de la biotecnología.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Implementar y operar soluciones científico-tecnológicas a problemas relacionados con el ámbito de la industria biotecnológica y áreas afines, a nivel de modelo, prototipo o escala piloto, utilizando criterios técnicos e innovación.

CE6: Modelar y resolver problemas complejos en las distintas áreas de aplicación de la biotecnología, tales como industria, biomedicina, medioambiente, biotecnología vegetal y animal y políticas públicas asociadas a la biotecnología, aplicando conocimientos y herramientas científicas y tecnológicas.

CE7: Investigar, concebir y diseñar soluciones científico-tecnológicas a problemas relacionados con el ámbito de la biotecnología.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español, de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE6	RA1: Determina qué es una molécula orgánica, considerando su estructura, tipos de enlace, mecanismos de reacción, su proceso de formación y descomposición, a fin de establecer su función e importancia en la industria y en la vida.
	RA2: Establece la correlación entre la estructura de moléculas orgánicas con sus propiedades fisicoquímicas como son solubilidad, acidez, reactividad, considerando métodos y condiciones de síntesis.
CE6, CE7	RA3: Diseña y predice procesos de síntesis o modificación de moléculas orgánicas aplicables a procesos industriales, en el contexto biotecnológico, considerando una ruta de obtención, mediante técnicas de aislamiento (extracción, separación, etc.) o síntesis avanzada.
CE6, CE7	RA4: Analiza y resuelve problemas de reacciones que se originan en una síntesis molecular, relevantes para procesos industriales en la industria, considerando conceptos, teorías, principios químicos y evidencia extraída de investigaciones científicas.

	RA5: Clasifica las principales familias de moléculas bioquímicas, relacionando sus propiedades y características fisicoquímicas con su función en los organismos vivos, sus vías de síntesis, su aislamiento y purificación y sus aplicaciones industriales o biotecnológicas.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA6: Comunica de manera clara, coherente y sintética, en forma oral y escrita, resultados de los laboratorios y del análisis sobre moléculas y procesos químicos, fundamentando sus conclusiones en base a evidencia experimental o bibliográfica.
CG4	RA7: Trabaja en equipo en actividades académicas y experimentales, considerando la asignación de roles, el respeto por sus pares y el cumplimiento responsable de los compromisos adquiridos.
CG5	RA8: Analiza la relación entre química orgánica y bioquímica con la sustentabilidad, considerando que en todo proceso químico pueden incluirse materias primas y productos sustentables para los procesos industriales, cuyo impacto beneficie al medioambiente.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA4, RA5	Bases de la química orgánica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Química del carbono. Enlaces covalentes, hibridaciones atómicas, estructuras de enlace. 1.2. Formación y ruptura de enlaces en los compuestos. Reactividad química de compuestos del carbono. Representación de compuestos orgánicos. Mecanismos de reacción. 1.3. Alcanos, alquenos, alquinos. 1.4. Estructura y nomenclatura. 1.5. Geometría y conformaciones estereoquímicas. Isomería óptica y quiralidad. Selectividad de reacciones químicas y enantioselectividad. 1.6. Cinética. 1.7. Teoría ácido-base.		El/la estudiante: 1. Define y caracteriza qué es una molécula orgánica, considerando su estructura, tipos de enlace, mecanismos de reacción, su proceso de formación y descomposición. 2. Analiza cómo se produce la formación y ruptura de enlaces en los compuestos. 3. Resuelve problemas que involucran reacciones de síntesis orgánica, seleccionando reactantes, disolventes y mecanismos específicos de reacción, y escogiendo una ruta sintética adecuada para llegar al producto deseado. 4. Clasifica moléculas, considerando las estructuras de moléculas con sus propiedades fisicoquímicas.	

<p>1.8. Uniones intra e intermoleculares.</p> <p>1.9. Grupos funcionales: definición y propiedades. Compuestos orgánicos halogenados.</p> <p>1.10. Hidrocarburos alifáticos, cíclicos, aromáticos.</p> <p>1.11. Propiedades físicas, fisicoquímicas, solubilidad, solventes orgánicos e inorgánicos, reacciones químicas.</p> <p>1.12. Correlación estructura – propiedades.</p> <p>1.13. Estereoquímica. Isomería óptica y geométrica. Carbonos quirales, racemización y resolución.</p> <p>1.14. Principales técnicas de caracterización para identificar moléculas orgánicas.</p>	<p>5. Analiza y utiliza alguna técnica de caracterización apropiada, según el tipo de molécula y sus propiedades.</p> <p>6. Selecciona y analiza un tipo de molécula, sobre la cual realizar un trabajo de investigación acotado, considerando aspectos teóricos y tecnológicos relacionados.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1] Klein, cap. 1 – 11.</p> <p>[2] McMurry cap. 1 – 9, 12, 14, 16.</p> <p>[3] Morrison cap. 1 – 4, 7 – 15, 16.</p> <p>[4] Roberts cap. 1 – 8, 17, 22 – 25.</p> <p><i>Complementaria:</i></p> <p>[5] Carey cap. 2, 3, 5 – 7, 9, 11 – 13.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7	Compuestos orgánicos halogenados, oxigenados, nitrogenados y heterocíclicos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Compuestos halogenados. Propiedades y reacciones.</p> <p>2.2. Compuestos oxigenados. Propiedades y reacciones de alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados.</p> <p>2.3. Compuestos nitrogenados. Propiedades y reacciones de aminas, amidas, nitrocompuestos.</p> <p>2.4. Compuestos heterocíclicos. Descripción y propiedades. Productos sintéticos y naturales de carácter heterocíclico.</p> <p>2.5. Principales técnicas de caracterización. Espectroscopía, análisis elemental, cromatografía.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determina la relación entre moléculas de estructuras con compuestos halogenados, oxigenados, nitrogenados y heterocíclicos. Decide cuándo se utiliza una molécula para una aplicación dada, según el tipo de estructura química que la compone. Diseña moléculas según la aplicación final deseada, considerando su síntesis y propiedades. Resuelve problemas que involucran reacciones de síntesis orgánica, seleccionando reactantes, disolventes y mecanismos específicos de reacción, y escogiendo una ruta sintética adecuada para llegar al producto deseado. Determina mecanismos de síntesis de moléculas según las aplicaciones finales cuando corresponda, aplicando conceptos teóricos y criterios de sustentabilidad. Trabaja con sus pares en tareas o actividades de laboratorio, considerando la asignación de roles, el respeto por sus pares y el cumplir responsablemente con los compromisos. Indaga sobre un tipo de molécula, considerando aspectos teóricos y tecnológicos, respaldando sus conclusiones en base a evidencia. Selecciona y utiliza técnicas de caracterización apropiadas, según el tipo de moléculas a identificar. 	
Bibliografía de la unidad		<p>[1] Klein cap. 12 – 22. [2] McMurry cap. 10 – 14, 18-23, 24. [3] Morrison cap. 5, 16 – 19, 21, 23 – 29, 35. [4] Vega cap. 9 – 11, 14. [5] Roberts cap. 2, 13 – 16, 19, 27. <i>Complementaria</i> [6] Carey cap. 4, 13, 15 – 17, 19, 20, 22 – 24.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA4, RA5, RA6	Fundamentos de bioquímica	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Estructura y propiedades del agua:</p> <p>3.1.1. Propiedades del agua. Punto de ebullición, calor de vaporización, calor específico.</p> <p>3.1.2. Enlaces de puente de hidrógeno. Propiedades del enlace, distancia de enlace, direccionalidad, energía de enlace. Reactividad de los puentes de hidrógeno con otras moléculas.</p> <p>3.1.3. Agua como solvente. Solubilidad de diferentes compuestos en agua. Efecto hidrofóbico. Compuestos anfipáticos. Solvatación de iones. Constante dieléctrica del agua. Solubilidad de gases en agua.</p> <p>3.1.4. Ionización del agua y equilibrio ácido-base. pH de ácidos y bases orgánicos débiles. Ecuación de Henderson Hasselbach.</p> <p>3.1.5. Reacciones enzimáticas en las que el agua es sustrato: condensación por deshidratación e hidrólisis.</p> <p>3.2. Lípidos:</p> <p>3.2.1. Clasificación y estructura de lípidos.</p> <p>3.2.2. Ácidos grasos saturados y no saturados. Eicosanoides. Caracterización y propiedades.</p> <p>3.2.3. Glicerolípidos, fosfolípidos y esfingolípidos. Interacción de lípidos anfipáticos con agua. Estructuras lipídicas: micelas, liposomas y dobles capas lipídicas.</p> <p>3.2.4. Metabolitos secundarios lipídicos: esteroides, isoprenoides, terpenoides, policétidos. Biosíntesis y funciones.</p> <p>3.3. Carbohidratos.</p> <p>3.3.1. Clasificación y estructura según cantidad de carbonos y grupos</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relaciona la estructura molecular del agua en estado líquido con sus propiedades macroscópicas, considerando interacciones moleculares entre el agua y compuestos e iones orgánicos. 2. Reconoce estructuras moleculares solubles e insolubles en agua, considerando su interacción con moléculas de agua. 3. Justifica la formación de organizaciones espaciales de moléculas anfipáticas en agua, relacionándolas con estructuras celulares esenciales para la vida. 4. Analiza los distintos tipos de moléculas lipídicas, a partir de su estructura molecular, considerando sus vías de síntesis químicas y bioquímicas y su abundancia en la naturaleza. 5. Reconoce las funciones celulares de las principales moléculas lipídicas, teniendo en cuenta su clasificación y estructura. 6. Describe y clasifica los diversos tipos de monosacáridos, considerando su estructura molecular, grupos funcionales, configuraciones estereoquímicas y quiralidad. 7. Analiza las principales reacciones químicas en las que intervienen los carbohidratos, incluyendo propiedades reductoras y formación de polisacáridos mediante enlaces glicosídicos y glicosilación. 8. Asocia estructuras de oligosacáridos y polisacáridos con propiedades macromoleculares de cada polímero. 9. Describe y clasifica los diversos tipos de aminoácidos, considerando su estructura molecular, grupos funcionales, configuraciones estereoquímicas, interacciones moleculares y reactividad química. 10. Relaciona las propiedades del enlace peptídico, con la generación de interacciones 	

<p>funcionales. Monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos, polisacáridos.</p> <p>3.3.2. Monosacáridos. Aldosas y cetosas. Configuración L y D de monosacáridos. Estructura de la D-glucosa. Epímeros.</p> <p>3.3.3. Monosacáridos con centros quirales. Enantiómeros. Ciclación: anómeros alfa y beta, mutarrotación. Propiedades reductoras. Ácidos aldáricos, aldónicos y aldurónicos.</p> <p>3.3.4. Formación e hidrólisis del enlace glicosídico. Ejemplos de polisacáridos en la naturaleza. Azúcares modificados: aminosacáridos, fosfosacáridos, acilsacáridos. Glicosilación.</p> <p>3.4. Aminoácidos:</p> <p>3.4.1. Estructura general. Cadenas laterales y su reactividad química. Isomería óptica. Carácter zwitteriónico. Acidez y basicidad: pKa de grupos amino y ácido carboxílico, pKa de cadenas laterales, punto isoeléctrico.</p> <p>3.4.2. Enlace peptídico. Formación por condensación e hidrólisis. Características estereoquímicas y deslocalización de electrones en el enlace peptídico.</p> <p>3.5. Proteínas:</p> <p>3.5.1. Plegamiento de cadenas polipeptídicas.</p> <p>3.5.2. Estructura de las proteínas. Estructura primaria. Estructura secundaria. Estructura terciaria. Estructura cuaternaria.</p> <p>3.5.3. Estructura de hélice alfa (α). Características. Factores que afectan la estabilidad de una α -hélice. Configuración de enlaces y estereoquímica en una hélice alfa. Ejemplos.</p> <p>3.5.4. Estructura de hoja beta (β).</p>	<p>débiles entre grupos funcionales de un polipéptido.</p> <p>11. Explica y resuelve problemas relacionados con el plegamiento de cadenas polipeptídicas y proteínas, usando su conocimiento acerca de interacciones moleculares en medios acuosos.</p> <p>12. Reconoce y ejemplifica los niveles de plegamiento y organización de moléculas proteicas, relacionándolos con su conocimiento acerca de interacciones moleculares en medios acuosos.</p> <p>13. Distingue características y factores que afectan la estabilidad de una hélice alfa y una hoja beta, relacionando estas propiedades con la estructura y estabilidad de una molécula proteica.</p> <p>14. Clasifica distintas estructuras, superestructuras y complejos proteicos de acuerdo con su estabilidad y su interacción con otras moléculas orgánicas y biológicas.</p> <p>15. Analiza la estabilidad estructural de una molécula proteica nativa, reconociendo los distintos mecanismos que conducen a su estabilidad, la pérdida de estructura y su denaturación.</p>
---	--

<p>Características. Factores que afectan la estabilidad de una hoja beta. Configuraciones de enlaces y estereoquímica en una hoja beta. Ejemplos.</p> <p>3.5.5. Superestructura secundaria. Dominios. Ejemplos: colágeno y alfa-queratina. Complejos proteicos.</p> <p>3.5.6. Denaturación de proteínas.</p>	
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1] Klein cap. 24 – 26. [2] Voet cap. 4, 7 – 9, 11 – 12. [3] Nelson cap. 2 – 4, 7, 10 – 11. [4] Morrison cap. 37 – 40. [5] Vega cap. 13, 14. [6] Roberts, Caserio cap. 2, 18, 20, 30. <i>Complementaria</i> [7] Satyanarayana caps. 2 – 4. [8] Carey cap. 25 – 27.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA4, RA5, RA6, RA7	Polímeros, productos naturales y aplicaciones	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Polímeros naturales y sintéticos. Propiedades térmicas de polímeros: termoplásticos, termoestables y elastómeros.</p> <p>4.2. Polímeros sintéticos: síntesis y mecanismos.</p> <p>4.3. Configuraciones estereoquímicas. Propiedades. Correlación entre estructura y propiedades. Aplicaciones.</p> <p>4.4. Polímeros biodegradables, su sustentabilidad y su aporte al medioambiente. Biodegradabilidad y aspectos generales de química de polímeros biodegradables.</p> <p>4.5. Productos naturales de interés.</p> <p>4.6. Ejemplos de aplicaciones industriales.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clasifica polímeros a partir de la distinción entre naturales y sintéticos, y a través de sus propiedades térmicas y mecánicas (termoplásticos, termoestables y elastómeros) 2. Caracteriza un polímero, considerando su composición química, peso molecular, su distribución, su estereorregularidad. 3. Propone la ruta de síntesis de un polímero, en base a la propiedad final deseada. 4. Clasifica y reconoce compuestos poliméricos de acuerdo con su biodegradabilidad, considerando su reactividad química. 5. Reconoce y analiza distintas moléculas orgánicas de interés aplicado, caracterizándolas de acuerdo con su síntesis o biosíntesis, reactividad química, función biológica, aislamiento y purificación, producción y uso tecnológico. 6. Reporta por escrito, con claridad y precisión idiomática sobre el análisis de ejemplos de aplicaciones biotecnológicas relacionadas con la 	

	química orgánica y la bioquímica, incluyendo aspectos teóricos, tecnológicos y criterios de sustentabilidad.
Bibliografía de la unidad	[1] Klein cap. 27. [2] McMurry cap. 12 – 14, 31. [3] Morrison cap. 16, 36. [4] Vega cap. 12, 14. [5] Roberts cap. 2, 29. <i>Complementaria</i> [6] Carey cap. 13, 29.

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza -aprendizaje:

- **Clases expositivas:** se presentan los principales temas a desarrollar en la sesión de trabajo, considerando una participación activa de los y las estudiantes, quienes aplican sus aprendizajes en nuevos problemas o ejemplos.
- **Trabajo de laboratorio** (demostrativos en clases y de ejecución) donde pueden aplicar los conceptos teóricos trabajados. Los laboratorios demostrativos incluirán demostraciones de procesos de extracción, separación, purificación selectiva, caracterización y/o síntesis de compuestos orgánicos realizados por el/la profesor/a de cátedra y/o auxiliares durante la clase respectiva, como aplicación de conceptos vistos en clases.
- **Resolución de problemas:** se le proponen desafíos que debe resolver, aplicando los aprendizajes alcanzados.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.

El curso considera las siguientes estrategias de evaluación:

- **Controles (3):**
 - Control 1 evalúa los logros de aprendizajes de la unidad 1
 - Control 2: evalúa los logros de aprendizajes de las unidades 2 y 3
 - Control 3: evalúa los logros de aprendizajes de la unidad 3 y 4.
- **Tarea acotada de investigación (1):** los y las estudiantes trabajarán en una investigación corta en grupo para una clase, sobre una temática asociada a las unidades, que se dejará como material escrito corto complementario para todo el curso.
- **Informe de trabajo de laboratorio (1):** un laboratorio experiencial, donde se aprenderá reglas de seguridad en un laboratorio químico, uso adecuado de material de vidrio, material desechable e instrumentos de laboratorio químico/bioquímico, y se aplicarán conocimientos vistos en clases de síntesis orgánica. Los laboratorios demostrativos no exigirán informes de trabajo, pero sus conceptos serán evaluados en los controles.
- **Examen (1):** evalúa de manera integradora los aprendizajes propuestos para el curso.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Klein, David J. (2016). **Organic Chemistry**. Wiley. 3ª edición.
- [2] McMurry, J. (2008). **Química Orgánica**. Cengage Learning. 7ª edición. México.
- [3] Morrison, R.T., Boyd, R.N. (1998). **Química Orgánica**. Addison Wesley Longman, México.
- [4] Vega, J.C. (1997). **Química Orgánica para estudiantes de Ingeniería**. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- [5] Roberts, J. D., Stewart, R., Caserío, M.C. (1974). **Química Orgánica, de metano a macromoléculas**. Fondo Educativo Interamericano S.A. Estados Unidos.
- [6] Voet, D., Voet J.G. (2010) **Bioquímica**. Wiley. 4ª edición.
- [7] Nelson, D.L., Cox, M.M. (2017) **Lehninger Principles of Biochemistry**. W. H. Freeman. 7ª edición.

Bibliografía complementaria:

- [8] Carey, F.A. (2006). **Química Orgánica**. McGraw-Hill Interamericana. México. 6ª edición.
- [9] Roberts, J.D., Caserio, M. (1965). **Basic Principles of Organic Chemistry**. W.A.Benjamin Inc. New York.
- [10] Satyanarayana, U., Chakrapani, U. (2014). **Biochemistry**. Elsevier. 4ª edición.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Álvaro Olivera Nappa
Validado por:	CTD de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales
Revisado por:	Área de Gestión Curricular