



<p><b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA</b></p>  <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA</p> <p><b>UNIDAD ACADÉMICA:</b> FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS</p>  <p><b>PROGRAMA DEL CURSO:</b> QUÍMICA DEL METABOLISMO SECUNDARIO</p>	<b>DES:</b>	Ingeniería y Ciencias
	<b>Programa(s) académico(s)</b>	LQ
	<b>Tipo de Materia:</b> <i>Obligatoria / Optativa</i>	Obligatoria
	<b>Clave de la Materia:</b>	QUP617
	<b>Semestre:</b>	Quinto
	<b>Área en plan de estudios (B,P,E,O):</b>	Específica
	<b>Total de horas por semana:</b>	3
	<b>h./semana trabajo presencial/virtual:</b>	3
	<b>h./semana laboratorio/taller:</b>	0
	<b>h./trabajo extra-clase:</b>	2
	<b>Total de horas por semestre:</b> <i>Total de horas semana por 16 semanas</i>	80
	<b>Créditos totales:</b>	5
	<b>Fecha de actualización:</b>	Noviembre 2024
	<b>Responsable(s) del diseño del programa del curso:</b>	Dr. Alejandro A. Camacho Dávila Dr. José C. Espinoza Hicks Dra. Gabriela Torres Santiago
<b>Prerrequisito (s):</b>	CQD414	

**DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE/CURSO:**

*Actualmente, los productos naturales representan una importante fuente de innovación en la industria farmacéutica y en la medicina, ya que estos productos han sido utilizados por el ser humano desde tiempos antiguos como tratamientos para diversas enfermedades. Hoy en día, el estudio científico de los productos naturales permite conocer los principios activos responsables de sus efectos terapéuticos y ha impulsado la obtención de compuestos farmacéuticos a partir de sustancias de origen natural, como plantas, animales y microorganismos. Este análisis se ha enfocado en identificar, extraer y evaluar biológicamente los productos de origen natural, a fin de comprobar su eficacia y seguridad para el desarrollo de nuevos fármacos.*

*Durante este curso, el estudiante estudia de manera sistemática los diferentes aspectos asociados a los productos del metabolismo secundario, o productos naturales, que son sintetizados de manera específica por ciertos seres vivos y presentan una distribución limitada en la naturaleza. Estos compuestos, conocidos como metabolitos secundarios, se investigan desde una perspectiva bioquímica, analizando las reacciones del metabolismo secundario que generan estructuras diversas y evaluando sus efectos biológicos y aplicaciones terapéuticas. Este análisis permitirá al estudiante comprender el origen y función de estos compuestos, así como el potencial terapéutico que ofrecen.*

*A través de la búsqueda, análisis y gestión de información, utilizando metodologías de aprendizaje basado en problemas y en casos, tanto reales como publicados, el estudiante realizará actividades colaborativas para el análisis, solución y presentación de problemas y casos relacionados con los productos naturales. Asimismo, desarrollará habilidades para presentar informes orales y escritos, y adquirirá competencias en áreas como el trabajo en equipo, liderazgo, resolución de problemas y aplicación de aspectos cualitativos y cuantitativos en temas relacionados con la investigación. El ambiente de aprendizaje será en clases presenciales en aula y análisis y estudio de casos prácticos.*

**COMPETENCIA PRINCIPAL QUE DESARROLLA:****E4. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS**

Relaciona los mecanismos de reacciones de compuestos alifáticos, cíclicos, aromáticos y heterocíclicos presentes en moléculas de origen natural y sintético a través del análisis de los mecanismos de reacción empleando el método científico de acuerdo con las teorías actuales de las ciencias químicas todo esto con un sentido ético y sostenible con el medio ambiente.

**OTRAS COMPETENCIAS A LAS QUE SE CONTRIBUYE CON EL DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE/CURSO:**

**B1. EXCELENCIA Y DESARROLLO HUMANO:** La excelencia educativa promueve el desarrollo humano integral con resultados tangibles obtenidos en la formación de profesionales con conciencia ética y solidaria, pensamiento crítico y creativo, así como una capacidad innovadora, productiva y emprendedora.

Se puntualiza en los aprendizajes, como referente para construir nuevas propuestas y soluciones en el marco de la innovación y pertinencia social, con matices éticos y de valores, que desde su particularidad cultural le permitan respetar la diversidad, promover la inclusión, valorar la interculturalidad.

**DB.1 CIENCIAS QUÍMICAS**

Resuelve problemas básicos, teóricos y experimentales de las ciencias químicas fundamentales para la interpretación de la naturaleza química de la materia, con un enfoque socialmente responsable.

**DB.3 HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS**

Resuelve problemas tanto abstractos como aplicados en las áreas de las ciencias químicas e ingenierías, aplicando las herramientas, el lenguaje o los métodos del modelado matemático.

<b>DOMINIOS</b> (Se toman de las competencias)	<b>OBJETOS DE ESTUDIO</b> (Contenidos necesarios para desarrollar cada uno de los dominios, temas y subtemas)	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b> (Se plantean de los dominios y contenidos)	<b>METODOLOGÍA</b> (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	<b>EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO</b> (Productos tangibles que permiten valorar los resultados de aprendizaje)
DB1.3. Comprende los aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en las reacciones químicas en diversos procesos.  DB3.2. Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.  E4.4 Aplica conocimientos generales bioquímica orientados al entendimiento de la química medicinal y diseño farmacéutico.	<b>Objeto de Estudio 1</b> Introducción a la Química de los Productos Naturales  Química de los Productos Naturales. Metabolitos primarios y secundarios. Principales rutas biosintéticas, clasificación estructural y ejemplos de aplicación de metabolitos secundarios.  Fuentes de obtención de productos naturales. Metabolitos de aplicación en agricultura.  Reino animal y vegetal. Productos naturales marinos. Microorganismos. Metabolitos secundarios como agentes de	Analiza la importancia de los productos naturales en la industria.  Identifica las principales rutas biosintéticas y clasificación de los metabolitos secundarios.  Identifica los principales metabolitos secundarios aislados de fuentes animales y vegetales.  Distingue la aplicación de los metabolitos	Búsqueda y análisis de información  Análisis y discusión en grupos  Exposiciones del profesor  Exposiciones de los alumnos	Exámenes escritos  Resolución de ejercicios y análisis de casos

<p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p>	<p>comunicación entre seres vivos. Aplicación en agricultura.</p>	<p>secundarios en agricultura.</p>		
<p>DB1.3. Comprende los aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en las reacciones químicas en diversos procesos.</p> <p>DB3.2. Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p> <p>E4.4 Aplica conocimientos generales bioquímica orientados al entendimiento de la química medicinal y diseño farmacéutico.</p> <p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p>	<p><b>Objeto de Estudio 2</b></p> <p>Aislamiento, purificación e identificación de productos naturales</p> <p>Métodos de obtención de productos naturales. Aceites esenciales y aceites vegetales. Extractos. Separación y purificación cromatográfica. Métodos de obtención de compuestos enantioméricamente puros. Screening de actividad biológica. Elucidación estructural.</p>	<p>Clasifica los distintos métodos de obtención de productos naturales, así como los métodos de elucidación estructural.</p>	<p>Búsqueda y análisis de información</p> <p>Análisis y discusión en grupos</p> <p>Exposiciones del profesor</p> <p>Uso de páginas web especializadas en metabolismo (MetaCyC, KEGG)</p>	<p>Exámenes escritos</p> <p>Resolución de ejercicios y análisis de casos</p>
<p>DB1.3. Comprende los aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en las reacciones químicas en diversos procesos.</p> <p>DB3.2. Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p> <p>E4.4 Aplica conocimientos generales bioquímica orientados al entendimiento de la</p>	<p><b>Objeto de Estudio 3</b></p> <p>Metabolitos secundarios derivados del acetato: policétidos, Ácidos grasos, prostaglandinas, polifenoles, quinonas.</p> <p>Ácidos grasos Grasas y ceras Fosfoglicéridos Otros fosfolípidos relacionados con los fosfoglicéridos Esfingolípidos Glicolípidos y otros tipos de lípidos. Compuestos poliacetilénicos Eicosanoides</p>	<p>Identifica los principales metabolitos derivados del acetato.</p> <p>Describe las diferentes rutas asociadas a la producción de metabolitos derivados del acetato.</p>	<p>Búsqueda y análisis de información</p> <p>Análisis y discusión en grupos</p> <p>Exposiciones del profesor</p> <p>Uso de páginas web especializadas en metabolismo (MetaCyC, KEGG)</p>	<p>Exámenes escritos</p> <p>Resolución de ejercicios y análisis de casos</p> <p>Mapa metabólico de la ruta del acetato</p>

<p>química medicinal y diseño farmacéutico.</p> <p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p>				
<p>DB1.3. Comprende los aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en las reacciones químicas en diversos procesos.</p> <p>DB3.2. Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p> <p>E4.4 Aplica conocimientos generales bioquímica orientados al entendimiento de la química medicinal y diseño farmacéutico.</p> <p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p>	<p><b>Objeto de Estudio 4</b></p> <p>Metabolitos secundarios derivados del mevalonato: Terpenos. Biogénesis. Monoterpenos Sesquiterpenos Diterpenos Sesterterpenos Triterpenos Tetraterpenos Politerpenos Carotenoides, Esteroides Terpenos de origen biogénico mixto.</p>	<p>Identifica a los principales metabolitos derivados de la ruta biosintética del mevalonato.</p> <p>Describe las principales reacciones involucradas en la biosíntesis de metabolitos derivados del mevalonato.</p>	<p>Búsqueda y análisis de información</p> <p>Análisis y discusión en grupos</p> <p>Exposiciones del profesor</p> <p>Uso de páginas web especializadas en metabolismo (MetaCyC, KEGG)</p>	<p>Exámenes escritos</p> <p>Resolución de ejercicios y análisis de casos</p> <p>Mapa metabólico de la ruta del mevalonato</p>
<p>DB1.3. Comprende los aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en las reacciones químicas en diversos procesos.</p> <p>DB3.2. Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p> <p>E4.4 Aplica conocimientos generales bioquímica orientados al entendimiento de la química medicinal y diseño farmacéutico.</p>	<p><b>Objeto de Estudio 5</b></p> <p>Metabolitos secundarios derivados de shikimato: Ácidos benzoicos y cinámicos. Fenilpropanoides simples Cumarinas Lignanos. Compuestos C6C2 y C6C1 Taninos Flavonoides Isoflavonoides y compuestos relacionados Otros compuestos aromáticos relacionados biogénicamente con los flavonoides</p>	<p>Identifica a los principales metabolitos derivados de la ruta del shikimato.</p> <p>Describe las principales reacciones biosintéticas relacionadas a metabolitos derivados de la ruta del shikimato.</p>	<p>Búsqueda y análisis de información</p> <p>Análisis y discusión en grupos</p> <p>Exposiciones del profesor</p> <p>Uso de páginas web especializadas en metabolismo (MetaCyC, KEGG)</p>	<p>Exámenes escritos</p> <p>Resolución de ejercicios y análisis de casos</p> <p>Mapa metabólico de la ruta del shikimato</p>

entendimiento de la química medicinal y diseño farmacéutico.  B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.	Xantonas Sistemas condensados de lignanos y otros compuestos fenólicos.			
DB1.3. Comprende los aspectos cualitativos y cuantitativos que influyen en las reacciones químicas en diversos procesos.  DB3.2. Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.  E4.4 Aplica conocimientos generales bioquímica orientados al entendimiento de la química medicinal y diseño farmacéutico.  B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.	<b>Objeto de Estudio 6</b>  Metabolitos secundarios derivados de los aminoácidos: Biogénesis de alcaloides. Clasificación de alcaloides y ejemplos	Identifica a los principales metabolitos derivados de aminoácidos.  Describe las principales reacciones involucradas en la biogénesis de alcaloides.	Búsqueda y análisis de información  Análisis y discusión en grupos  Exposiciones del profesor  Uso de páginas web especializadas en metabolismo (MetaCyC, KEGG)  Dispositivo de aprendizaje: Explorando la biogénesis de los productos naturales.	Exámenes escritos  Resolución de ejercicios y análisis de casos  Mapa metabólico de la ruta de aminoácidos.  Informe evaluado por rúbrica, sobre la biogénesis de productos naturales.

FUENTES DE INFORMACIÓN (Bibliografía, direcciones electrónicas)	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Criterios, ponderación e instrumentos)
<p>Claramunt, R., Farrán, M., López, C., Pérez, M., Santa María, G. M. D. (2013). Química bioorgánica y productos naturales. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España.</p> <p>Marco, J. A. (2006). Química de los productos naturales: aspectos fundamentales del metabolismo secundario. Madrid, España, Editorial Síntesis.</p> <p>MetaCyc Metabolic Pathway Database. <a href="https://metacyc.org/">https://metacyc.org/</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ESTRATEGIAS</b> <i>Los objetos de estudio son evaluados por heteroevaluación.</i></li> </ul> <p><b>OBJETO 1</b> Evaluación escrita.</p> <p><b>OBJETO 2</b> Evaluación escrita.</p> <p><b>OBJETO 3</b> Evaluación escrita. <i>Mapa de ruta biosintética.</i></p> <p><b>OBJETO 4</b> Evaluación escrita. <i>Mapa de ruta biosintética.</i></p>

KEGG PATHWAY Database.  
<https://www.genome.jp/kegg/pathway.html>

BRENDA Enzyme Database. <https://www.brenda-enzymes.org/>

**OBJETO 5** Evaluación escrita.  
 Mapa de ruta biosintética.

**OBJETO 6** Evaluación escrita.  
 Mapa de ruta biosintética.  
 Dispositivo de aprendizaje.

- **INSTRUMENTOS**  
 Examen escrito, rubricas de evaluación, mapas metabólicos, dispositivo de aprendizaje.

- **PONDERACIÓN**

Exámenes escritos 60 %.  
 Mapas de ruta biosintética y dispositivo de aprendizaje 40 %.

### CRONOGRAMA DEL AVANCE PROGRAMÁTICO

Objetos de Estudio	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>OBJETO DE ESTUDIO 1</b> Introducción a la Química de los Productos Naturales	■	■														
<b>OBJETO DE ESTUDIO 2</b> Aislamiento, purificación e identificación de productos naturales.			■	■												
<b>OBJETO DE ESTUDIO 3</b> Metabolitos secundarios derivados del acetato.					■	■	■									
<b>OBJETO DE ESTUDIO 4</b> Metabolitos secundarios derivados del mevalonato.								■	■	■						
<b>OBJETO DE ESTUDIO 5</b> Metabolitos secundarios derivados de shikimato.											■	■	■			
<b>OBJETO DE ESTUDIO 6</b> Metabolitos secundarios derivados de los aminoácidos.														■	■	■