



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

1. DATOS GENERALES			
<b>Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura</b>			<b>Clave de la UA</b>
Optimización y procesos de síntesis I (Química Orgánica IV)			17520
<b>Modalidad de la UA</b>	<b>Tipo de UA</b>	<b>Área de formación</b>	<b>Valor en créditos</b>
Escolarizada	Curso	Especializante Selectiva	7
<b>UA de pre-requisito</b>	<b>UA simultaneo</b>	<b>UA posteriores</b>	
70 % Créditos (Teoría de Química Orgánica III (I7489))	No aplica	Optimización y procesos de síntesis II I7521	
<b>Horas totales de teoría</b>	<b>Horas totales de práctica</b>	<b>Horas totales del curso</b>	
51	0	51	
<b>Licenciatura(s) en que se imparte</b>		<b>Módulo al que pertenece</b>	
Lic. En Química		Prevención y solución de problemas en el área química	
<b>Departamento</b>		<b>Academia a la que pertenece</b>	
Química		Química Orgánica	
<b>Elaboró</b>		<b>Fecha de elaboración o revisión</b>	
M. en C. Gabriela de Jesús Soltero Reynoso Dra. Morelia Eunice López Reyes Dr. José Miguel Velázquez López		06/06/2018	

2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA		
<b>Presentación</b>		
Durante este curso el alumno profundizará en los principales mecanismos de las reacciones orgánicas: polares (iónicas), mono-electrónicos (radicalarios) y concertados (pericíclicos). Además, aplicará los conocimientos adquiridos en reconocer la reactividad y diseñar la síntesis de compuestos heterocíclicos.		
<b>Relación con el perfil</b>		
<b>Modular</b>	<b>De egreso</b>	
Esta unidad aprendizaje pertenece al módulo "Prevención y solución de problemas en el área química" cuyo propósito es resolver los problemas que surgen durante la síntesis de compuestos orgánicos a nivel laboratorio con proyección a escala industrial.	El conocer el mecanismo de una transformación química da la pauta para la planeación de la ruta sintética más adecuada, es decir, la que presente menos formación de subproductos, menor costo energético, menor cantidad de pasos de síntesis, etc., además aporta herramientas para resolver complicaciones que se desarrollen durante el proceso de síntesis de compuestos orgánicos.	
<b>Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura</b>		
<b>Transversales</b>	<b>Genéricas</b>	<b>Profesionales</b>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ul style="list-style-type: none"> <li>Resuelve problemas que involucren el pensamiento conceptual y lógico-matemático.</li> <li>Desarrolla la abstracción, análisis y síntesis del conocimiento que involucre el razonamiento espacial.</li> </ul>	<p>Aplica los principios de reactividad: efectos electrónicos, estéricos, control cinético o termodinámico y cambios energéticos en cada paso de una transformación química</p> <p>Reconoce las herramientas experimentales para determinar el mecanismo de una reacción de compuestos orgánicos</p> <p>Predice entre los distintos mecanismos (Sustituciones, Adiciones y Eliminaciones) de reacciones polares o iónicas (Nucleofílicas / Electrofílicas) para poder planear la síntesis de una molécula objetivo.</p> <p>Distingue los mecanismos de reacción que involucran procesos mono-electrónicos, los cuales se observan en distintas transformaciones, tales procesos bioquímicos, ambientales, en la síntesis de moléculas simples y macromoléculas.</p> <p>Interpreta los mecanismos de las reacciones concertadas o pericíclicas para poder elegir el método adecuado de activación de la reacción con base a la estereoquímica del producto deseado.</p> <p>Integra los conocimientos adquiridos aplicándolos en el entendimiento de la formación y reactividad de los compuestos heterocíclicos.</p>	<p>Aplica los conocimientos adquiridos acerca de las propiedades y transformaciones de moléculas orgánicas en la prevención y solución de problemas que surgen durante la síntesis de derivados del carbono a nivel laboratorio con proyección a escala industrial.</p>
---	---	---

## Saberes involucrados en la UA o Asignatura

Saber (conocimientos)	Saber hacer (habilidades)	Saber ser (actitudes y valores)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ampliación de las reacciones orgánicas polares (iónicas)</li> <li>Reacciones orgánicas mono-electrónicas (radicalarias)</li> <li>Reacciones orgánicas concertadas (pericíclicas)</li> <li>Química Heterocíclica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planifica métodos de síntesis con base a los principios de reactividad.</li> <li>Predice los productos de una reacción polar (iónica): sustitución, adición eliminación, ya sea nucleofílica o electrofílica.</li> <li>Propone métodos de síntesis donde involucre procesos mono-electrónico, evitando reacciones secundarias, cuya finalidad sea la obtención de un producto mayoritario.</li> <li>Establece el método de activación de una reacción pericíclica para poder obtener compuestos orgánicos estereo-selectivamente.</li> <li>Emplea los conocimientos de los compuestos heterociclos para desarrollar y optimizar métodos de síntesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expresa en el grupo sus opiniones y respeta las opiniones de los demás.</li> <li>Cumple en tiempo y forma con los compromisos adquiridos.</li> </ul>

## Producto Integrador Final de la UA o Asignatura

**Título del Producto:** Portafolio de Evidencias de Química Orgánica IV

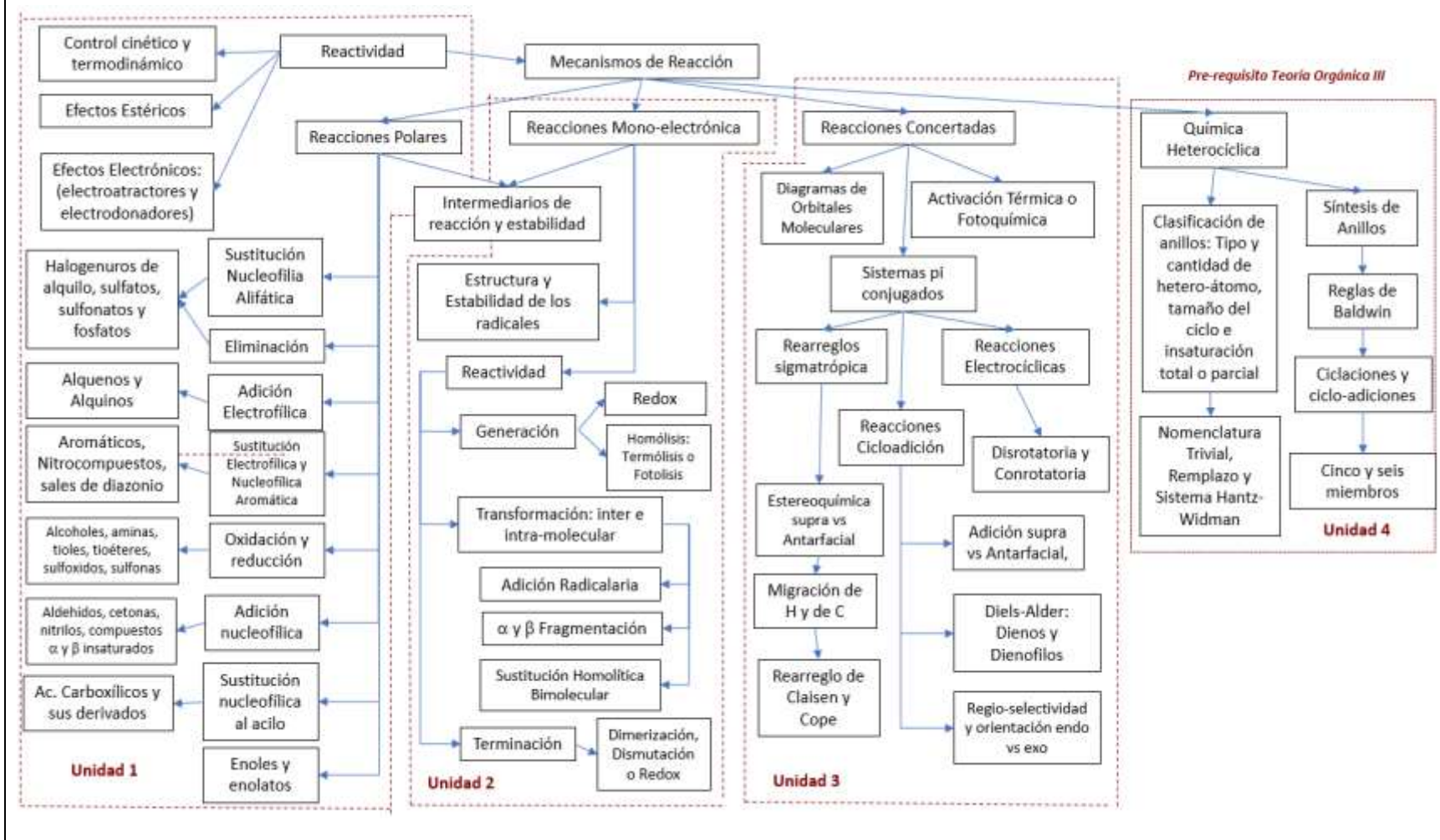
**Objetivo:** Aplicar los conocimientos adquiridos durante cada una de las unidades temáticas del curso, mediante ejercicios de propuestos por el profesor.

**Descripción:**

Este producto final colecta para realizar un análisis final, los ejercicios de aplicación de los conocimientos adquiridos durante cada una de las unidades temáticas. El análisis debe incluir como se aplica dada uno de los tipos de mecanismos (polar, radicalario y concertado) en la síntesis de un compuesto heterocíclico. Además, promueve la investigación a mayor profundidad del conocimiento adquirido por el estudiante, y esto, le permitirá desarrollar competencias genéricas tales como estructurar ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.



### 3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA



### 4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS



**Unidad temática 1: Ampliación de las Reacciones orgánicas polares (iónicas)**

**Objetivo de la unidad temática:** Aplicar los principios de reactividad (efectos electrónicos, estéricos, control cinético o termodinámico), en cada uno de los pasos de los principales mecanismos de reacciones polares (iónicos): Sustituciones nucleofílicas alifáticas, eliminaciones, adición electrofílica, sustitución nucleofílica y electrofílica aromática, adición nucleofílica, sustitución nucleofílica al acilo y formación de enolatos.

**Introducción:** El alumno amplía su conocimiento profundizando en cada uno de los mecanismos de las reacciones polares o iónicas, dando como resultado en la integración de los principios de reactividad para aplicarlos en la planeación u optimización de la síntesis de una molécula objetivo. Además, reconoce las herramientas experimentales que se utilizan para la determinación de un mecanismo de reacción.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<p><b>1.1 Sustitución Nucleofílica alifática y Eliminación</b>            1.1.1 Mecanismo <math>S_N1</math>, <math>S_N2</math> y Sustitución Nucleofílica Intramolecular            1.1.2 Eliminación <math>E_1</math> (regla de Zaitsev); <math>E_2</math>, (regla de Hoffman y regla de Bedt)            1.1.3 Eliminación <math>E_{1cb}</math>, Eliminación 1,1 y 1,2.            1.1.4 Competencia <math>S_N</math> y <math>E</math></p> <p><b>1.2 Adición Electrofílica a enlaces C-C múltiples <math>A_dE</math></b>            1.2.1 Mecanismo y Proceso: regio-específico, regio-selectivo y estereo-selectivos</p> <p><b>1.3 Sustitución Electrofílica <math>S_EA</math> y nucleofílica Aromática <math>S_NA</math></b>            1.3.1 Mecanismo <math>S_EA</math> y Efectos electrónicos            1.3.2 SNA mecanismo adición-eliminación; eliminación-adición y sales de diazonio</p> <p><b>1.4 Adición nucleofílica <math>A_dN</math> y sustitución nucleofílica al acilo <math>S_NAc</math></b>            1.4.1 Adición Nucleofílica: Sustratos donde ocurre y estereoquímica (orbitales moleculares)            1.4.2. Adición nucleofílica 1,4 y Competencia con adición 1,2            1.4.3. Sustitución nucleofílica al acilo y el grupo saliente</p> <p><b>1.5 Mecanismo de Enolización y Enolatos</b>            1.5.1 Equilibrios ceto-enol y tiona-tiol            1.5.2 Formación de Enolatos: cinéticos vs termodinámicos</p> <p><b>1.6 Herramientas para determinar un mecanismo</b>            1.6.1. Identificar intermedios, Marcaje isotópico., Estereoquímica del producto y Efecto del disolvente.            1.6.2 Datos cinéticos: Reacciones consecutivas. Teoría de Arrhenius. Teoría del estado de transición. Reacciones competitivas. Principio de Curtin-Hammet y Hammond.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasifica los tipos de reacciones orgánicas de acuerdo su transformación: en adición, sustitución, eliminación y transposición; y de acuerdo a la ruptura y formación de enlaces: en polares, radicalarias y concentradas.</li> <li>• Predice el reordenamiento de carbocationes, para determinar el producto mayoritario de una reacción.</li> <li>• Identifica la estabilidad de los carbaniones para localizar los puntos nucleofílicos e hidrógenos potencialmente ácidos.</li> <li>• Distingue las principales características de una reacción orgánica: regio-selectiva, estero-selectiva y estero-específica.</li> <li>• Examina los compuestos sulfatos, sulfonatos, fosfatos, entre otros, como grupos susceptibles de las reacciones de sustitución nucleofílica y eliminación.</li> <li>• Predice los posibles productos y su estereoquímica a partir de la diferenciación de los mecanismos de sustitución (<math>S_N1</math>, <math>S_N2</math>) y eliminación (<math>E_1</math> y <math>E_2</math>) conforme a la presencia de nucleófilos o bases, la reactividad del sustrato y efecto del disolvente.</li> <li>• Identifica los diferentes tipos de reacciones de eliminación no convencionales (<math>E_{1cb}</math>, Eliminación 1,1 etc.), así como los productos obtenidos en <math>E_2</math> cuando hay variaciones en el tamaño de la base, (productos Hoffman vs Zaitsev).</li> <li>• Amplía su conocimiento sobre la adición electrofílica (<math>A_dE</math>), así como la adición concertada de especies de boro en sistemas instaurados carbono-carbono, identificando los efectos electrónicos y estéricos.</li> <li>• Diferencia entre una <math>A_dE</math> y una sustitución electrofílica aromática (<math>S_EA</math>) a partir del concepto de aromaticidad, desde el punto de vista de la Teoría del Orbital Molecular.</li> <li>• Reconoce la reactividad de una <math>S_EA</math> a partir de los efectos electrónicos de grupos funcionales no convencionales y efectos estéricos de los mismos.</li> <li>• Planifica las reacciones de sustitución nucleofílica aromática (<math>S_NA</math>) a través del entendimiento de los mecanismos de adición-eliminación; eliminación-adición y sales de diazonio.</li> <li>• Propone reacciones de adición nucleofílica (<math>A_dN</math>), en distintos sustratos como iminas, cetenas, entre otros, a partir del conocimiento del mecanismo a nivel orbitales moleculares, para para predecir la estereoquímica de reactivos proquirales.</li> <li>• Diferencia entre la <math>A_dN</math> 1,2 y <math>A_dN</math> 1,4 (compuestos <math>\alpha</math> y <math>\beta</math> insaturados), a partir de las condiciones cinéticas, termodinámicas o reactivos organometálicos (Grignard o Gilman).</li> <li>• Distingue los diversos sustratos que experimentan la sustitución nucleofílica al acilo, con base en el conocimiento de los grupos nucleófilos, así como la velocidad de reacción a partir de efectos estéricos y electrónicos.</li> <li>• Conoce el mecanismo de enolización en distintos grupos funcionales, el cual da la pauta para identificar hidrógenos ácidos susceptibles a formar carbaniones estabilizados por deslocalización <math>\pi</math>.</li> <li>• Predice la formación de un enolato en condiciones cinéticas y termodinámicas, así como la estereoquímica del enolato (<math>E</math> vs <math>Z</math>), y la distinción entre la reactividad del <math>O</math>-enolato y <math>C</math>-enolato.</li> <li>• Identifica las distintas herramientas experimentales tales como marcaje isotópico, cinéticas de reacción para poder determinar un mecanismo de reacción en química orgánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios conceptuales y de razonamiento donde aplique los saberes involucrados.</li> <li>• Investigación de "reacciones de nombre" donde se aplique cada uno de los mecanismos estudiados en clase.</li> <li>• Examen de la Unidad 1.</li> </ul>



Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la Actividad	Recursos y materiales	Tiempo destinado
Expone mediante herramientas audiovisuales los conceptos básicos de los temas.	Opina, comenta y discute acerca del contenido del material audiovisual.	Lluvia de ideas, dudas y comentarios.	Cañón y computadora	10
Induce al estudiante a resolver problemas con el conocimiento adquirido, extra-clase.	Trabaja colaborativamente en actividades diseñadas para su aprendizaje.	Ejercicios Resueltos	Ejercicios propuestos por el profesor, Libros de química orgánica e información confiable de Internet.	2
Facilita material didáctico que le permita al estudiante entender y aplicar el conocimiento adquirido.	Discute, debate e integra la estructura de las moléculas orgánicas.	Imágenes y dibujos de las estructuras representadas.	Juegos moleculares, editores de estructuras químicas, programas de simulación, etc.	8
Propicia la investigación extra-clase de procedimiento (reacciones) para que el alumno aplique la integración de los conceptos vistos en el aula.	Investiga en distintas fuentes confiables la aplicación y ensamblaje de los puntos más importantes de la unidad.	Investigación Escrita a Mano	Libros de química orgánica.	2

**Unidad temática 2: Reacciones orgánicas mono-electrónicas (radicalarias)**

**Objetivo de la unidad temática:** Controlar los posibles productos de una reacción que involucre procesos mono-electrónicos, conociendo cada uno de las etapas del mecanismo: generación radicalaria, transformación, y terminación; aplicando los principios de reactividad (estabilidad, efectos electrónicos, estéricos, efectos cinético, cambios energéticos) de los intermediarios radicalarios.

**Introducción:** El conocimiento de las transformaciones mono-electrónicas, son de relevancia para el entendimiento de los procesos bioquímicos, ambientales, en la síntesis macromoléculas y moléculas sencillas, por lo que el alumno al conocer dichos mecanismos, podrá diseñar u optimizar síntesis que involucren reacciones radicalarias para la obtención de productos principales mayoritariamente.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<p><b>2.1 Conceptos Generales y Reacciones Elementales</b></p> <p>2.11 Definición, historia e importancia de los radicales.</p> <p>2.12 Reacciones Elementales-Generación: Interpretación orbitalaria; Métodos de generación: Homólisis y energías de disociación y Procesos Redox.</p> <p>2.13 Reacciones elementales-Transformación: Biomoleculares: Sustitución homolítica Bimolecular (<math>S_H2</math>); Adición Radicalaria (<math>A_dR</math>) y Unimoleculares: Transferencias Intramoleculares (<math>S_{Hi}</math>); Ciclaciones (<math>A_dR</math>-intramoleculares) y Fragmentaciones <math>\alpha</math> y <math>\beta</math>.</p> <p>2.14 Reacciones elementales- Desaparición: Dimerización, dismutación y transferencia de electrón.</p> <p>2.15 Importancia de las velocidades de reacción.</p> <p><b>2.2 Estructura, estabilidad y reactividad de los radicales</b></p> <p>2.21 Estructura: Configuración del centro radicalario: planos vs piramidales; Inversión de la Configuración y radicales en hetero-elementos.</p> <p>2.22 Estabilidad Cinética: radicales fugaces, estables y persistentes; Estabilidad Termodinámica: Hiperconjugción, mesomería, efecto capto-dático e hibridación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica la importancia de los procesos radicalario en los diversos campos de la química.</li> <li>• Propone el método adecuado para la generación de radicales utilizando calor, luz ultravioleta, transferencias electroquímicas o reacciones redox, con base a la energía de disociación de enlaces (polares) y formación de estructuras estables.</li> <li>• Aplica los distintos tipos de mecanismo de transformación de radicales, tanto procesos bimoleculares: Sustitución homolítica Bimolecular (<math>S_H2</math>); Adición Radicalaria (<math>A_dR</math>), como unimoleculares: Transferencias Intramoleculares (<math>S_{Hi}</math>); Ciclaciones (<math>A_dR</math>-intramoleculares) y Fragmentaciones <math>\alpha</math> y <math>\beta</math>.</li> <li>• Utiliza los distintos métodos para terminar una reacción radicalaria.</li> <li>• Reconoce la estructura de los radicales para predecir la estereoquímica de los productos.</li> <li>• Entiende la relación entre la estabilidad y reactividad de los intermediarios radicalarios con el objetivo de inhibir reacciones parasitarias y secundarias.</li> <li>• Aplica las distintas transformaciones en cadena basadas en la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación previa del tema.</li> <li>• Ejercicios conceptuales y de razonamiento donde aplique los saberes involucrados.</li> <li>• Examen de la unidad 2.</li> </ul>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>2.23 Reactividad: Factores energéticos (Control entálpico y entrópico); Factores estructurales: Efectos polares (radicales nucleofílicos y electrofílicos); Efectos estéricos.</p> <p><b>2.3 Reacciones en cadena basadas en la química del estaño</b></p> <p>2.31 La química del estaño ventajas e inconvenientes; iniciadores comunes.</p> <p>2.32 Reducciones (tipo <math>S_H2</math>): Deshalogenación de Van der Kerk; Desoxigenación de Barton-McCombie; Reducción de enlace CN; y transferencias de protón (tipo <math>S_H1</math>).</p> <p>2.33 Adiciones a sistemas <math>\pi</math> intermoleculares, efectos electrónicos.</p> <p>2.34 Fragmentaciones <math>\alpha</math>, <math>\beta</math> y la alilación de Keck.</p> <p>2.35 Ciclaciones (Adiciones a sistemas <math>\pi</math> intramoleculares); Postulados de Baldwin: procesos endo vs exo; control cinético, estereoquímicos y sustitución en radical y olefina.</p> <p><b>2.4 Transferencia de átomo y de grupo</b></p> <p>2.41 Transferencia de hidrógeno, de halógenos (Cl, Br, I) y de calcógenos (SAr, SeAr y TeAr).</p> <p>2.42 Transferencia de Xantatos y derivados ditiocarbamatos</p> <p><b>2.5 Decarboxilación de Barton y procesos similares</b></p>	<p>química del hidruro de trialkylestano en planteamiento y optimización de síntesis de moléculas; tales como reducciones deshalogenación de Van der Kerk; desoxigenación de Barton-McCombie; reducción de enlace CN; transferencias de protón y Fragmentaciones como la alilación de Keck.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea las reacciones de ciclación radicalarias como una estrategia para obtener compuestos heterocíclicos, controlando la regio-química (proceso endo vs exo) y la estereoquímica del producto deseado.</li> <li>• Hace uso de las reacciones de transferencia de átomos y grupo entendiendo el mecanismo de adición radicalaria intermolecular en rutas de síntesis como una alternativa de la reacción electrofílica de alquenos.</li> <li>• Utiliza la descarboxilación de Barton como una estrategia práctica para generar radicales, a partir de materias primas comunes (ácidos carboxílicos).</li> </ul>
---	---

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos y materiales	Tiempo destinado
Propicia la investigación previa de los conceptos claves de la unidad y la integración de los mismos, extra-clase.	Investiga en distintas fuentes confiables la definición y ensamblaje de los puntos más importantes de la unidad.	Evidencia de lectura previa: mapa mental, esquemas, cuadro sinóptico, etc.	Libros de química orgánica.	2
Expone mediante herramientas audiovisuales los conceptos básicos de los temas.	Opina, comenta y discute acerca del contenido del material audiovisual.	Lluvia de ideas, dudas y comentarios.	Cañón y computadora	6
Induce al estudiante a resolver problemas con el conocimiento adquirido, extra-clase.	Trabaja colaborativamente en actividades diseñadas para su aprendizaje.	Ejercicios Resueltos	Ejercicios propuestos por el profesor, Libros de química orgánica e información confiable de Internet.	2
Facilita material didáctico que le permita al estudiante entender y aplicar el conocimiento adquirido.	Discute, debate e integra las propiedades de las moléculas orgánicas.	Imágenes y dibujos de las estructuras representadas.	Juegos moleculares, editores de estructuras químicas, programas de simulación, etc.	3

## Unidad temática 3: Reacciones orgánicas concertadas (pericíclicas)

**Objetivo de la unidad temática:** Interpretar los mecanismos de las reacciones concertadas o pericíclicas para poder elegir el método adecuado de activación de la reacción con base a la estereoquímica del producto deseado.

**Introducción:** La mayor parte de las reacciones orgánicas tiene lugar por medio de mecanismos polares, otras ocurren mediante procesos radicalarios, sin embargo, existe un tercer tipo: las reacciones pericíclicas las cuales ocurren en un solo paso a través de un estado de transición cíclico. La comprensión de estas reacciones es muy reciente (1960) y es necesario para entender, planear y optimizar transformaciones donde estén implicadas, así como para completar el estudio de la química orgánica.

<b>Contenido temático</b>	<b>Saberes involucrados</b>	<b>Producto de la unidad temática</b>
---------------------------	-----------------------------	---------------------------------------



<p><b>3.1 Dienos conjugados</b>            3.11 Síntesis de dienos: bromación alílica-eliminación y deshidratación de alcoholes.            3.12 Propiedades de los dienos (estabilidad y propiedades ópticas) y Teoría de Orbitales Moleculares.            3.13 Adición electrofílica de dienos; control cinético vs termodinámico.</p> <p><b>3.2 Orbitales Moleculares y reacciones pericíclicas</b>            3.21 Diagrama de orbitales moleculares para sistemas pi conjugados; HOMO y LUMO.            3.22 Reglas de Woodward, Hoffman y Fukui            3.23 Activación térmica y fotoquímica</p> <p><b>3.3 Reacciones Electrocíclicas</b>            3.1 Clasificación, nomenclatura y procesos reversibles            3.2 Ciclación-apertura: Conrotatorias y Disrotatorias.            3.3 Activación fotoquímica vs térmica y el control de la estereoquímica del producto.</p> <p><b>3.4 Reacciones de Ciclo-adición</b>            3.41 Clasificación y nomenclatura            3.42 Repaso de bicíclo (espiro, fusionados y puentes); sustituyentes exo y endo en bicíclo puente.            3.43 Ciclo-adiciones antarafaciales y suprafaciales            3.44 Ciclo-adición térmica y fotoquímica            3.45 Reacción de Diels Alder: El dieno: conformación s-cis y efectos estéricos y el dienófilo.            3.46 Reacción de Diels Alder: Estado de transición, Orientación endo / exo y estereoquímica del producto.            3.47 Efectos electrónicos en el dieno y dienófilo.            3.48 Efectos de los sustituyentes del dieno y el dienófilo en la regio-selectividad del producto.</p> <p><b>3.5 Reacciones Sigmatrópicas</b>            3.51 Definición, clasificación y nomenclatura            3.52 Migración de hidrogeno y carbono, simetría del orbital: antarafacial y suprafacial, efectos en la estereoquímica de los productos.            3.53 Rearreglo de Claisen y Cope</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce las propiedades ópticas y estabilidad de los compuestos dienos, explicadas a través de la teoría del orbital molecular, para predecir su obtención y reactividad en reacciones de adición electrofílica.</li> <li>• Aplica la teoría del orbital molecular para predecir el tipo de activación (térmica vs fotoquímica) que se requiere en una reacción que involucre sistemas <math>\pi</math> conjugados.</li> <li>• Identifica las reacciones electro-cíclicas como procesos para a la apertura u obtención de ciclos con control estereoquímicos dependiente del tipo de energía de aplicada (térmica vs fotoquímica).</li> <li>• Determina el producto con estereoquímica al clasificar, nombrar y elegir el tipo de activación utilizada en una reacción pericíclica de cicloadición.</li> <li>• Ordena los sustratos de la reacción Diels Alder, de acuerdo a su velocidad de reacción, de acuerdo al impedimento estéricos y efectos electrónicos del dieno y el dienófilo.</li> <li>• Predice la estereoquímica y la regio-química de los productos de una reacción Diels-Alder, al identificar la geometría endo del estado de transición, así como al evaluar los efectos electrónicos de los sustituyentes.</li> <li>• Plantea el producto de reacción sigmatrópica al clasificarla y nombrarla, así como la estereoquímica del mismos.</li> <li>• Utiliza las reacciones pericíclicas como los rearreglos de Claisen, Cope y la reacción de Diels-Alder, en el planteamiento u optimización de rutas de síntesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación previa del tema.</li> <li>• Ejercicios conceptuales y de razonamiento donde aplique los saberes involucrados.</li> </ul>
---	---	---

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos y materiales	Tiempo destinado
Propicia la investigación previa de los conceptos claves de la unidad y la integración de los mismos, extra-clase.	Investiga en distintas fuentes confiables la definición y ensamblaje de los puntos más importantes de la unidad.	Evidencia de lectura previa: mapa mental, esquemas, cuadro sinóptico, etc.	Libros de química orgánica.	2
Expone mediante herramientas audiovisuales los conceptos básicos de los temas.	Opina, comenta y discute acerca del contenido del material audiovisual.	Lluvia de ideas, dudas y comentarios.	Cañón y computadora	6
Induce al estudiante a resolver problemas con el conocimiento adquirido, extra-clase.	Trabaja colaborativamente en actividades diseñadas para su aprendizaje.	Ejercicios Resueltos	Ejercicios propuestos por el profesor, Libros de química orgánica e información confiable de Internet.	2



Facilita material didáctico que le permita al estudiante entender y aplicar el conocimiento adquirido.	Discute, debate e integra la nomenclatura, propiedades y reactividad de los alcanos.	Imágenes y dibujos de las estructuras representadas.	Juegos moleculares, editores de estructuras químicas, programas de simulación, etc.	3
--	--	--	---	---

**Unidad temática 4: Química Heterocíclica**

**Objetivo de la unidad temática:** Aplicar los conocimientos adquiridos acerca de las propiedades físicas y reactividad de los compuestos heterocíclicos para planear, sintetizar y optimizar transformaciones que involucren este tipo de moléculas.

**Introducción:** La Química Orgánica Heterocíclica consiste en el estudio de la estructura, comportamiento químico y aplicaciones de las moléculas con estructuras cíclicas o anillos que contienen además de átomos de carbono e hidrógeno, heteroátomos entre los que destacan nitrógeno, oxígeno, azufre, boro y fósforo. La importancia de los heterociclos no deriva sólo de su abundancia, son un 80% de los compuestos orgánicos, sino por formar parte de las estructuras de moléculas de gran relevancia en la vida y en la sociedad: bases púricas o pirimidínicas de los ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas, antibióticos, alcaloides, fármacos, herbicidas, colorantes y otros agentes de importancia industrial.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<p><b>4.1 Introducción a la química heterocíclica</b></p> <p>4.11 Importancia de los compuestos heterocíclicos</p> <p>4.12 Nomenclatura: Trivial y de Reemplazo</p> <p>4.13 Nomenclatura: Sistema Hantz Widman y Clasificación de los compuestos Heterocíclicos: Heterociclos saturados, insaturados y parcialmente insaturados; mono-hetero-atómicos y poli-hetero-átómicos; Anillos Isoméricos; Sistemas mono-anulares y sistemas anulares fusionados.</p> <p><b>4.2 Síntesis de Anillos</b></p> <p>4.21 Procesos de cierre y Regla de Baldwin</p> <p>4.22 Reacciones de ciclación: reactivos doblemente nucleofílicos, electrofílicos y con ambos centros.</p> <p>4.23 Reacciones de ciclación: ciclación aldólica; ciclación sobre una posición orto de un anillo de benceno y reacciones electro-cíclicas con especies 1,3-dipolar (4e-<math>\pi</math>).</p> <p>4.24 Reacciones de cicloadiación: cicloadiación de 1-3-dipolares (4e-<math>\pi</math>); Heter-Diels-Alder; cicloadiación [2+2] y Reacciones Quelotrópicas [1+4].</p> <p><b>4.3 Compuestos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo: Furano, Pirrol y Tiofeno</b></p> <p>4.31 Métodos de Síntesis</p> <p>4.32 Reacciones de sustitución electrofílica aromática (<math>S_{E}A</math>), sustitución nucleofílica aromática (<math>S_{N}A</math>), reacción de transmetalación y de adición de electrofílos (hidrogenación).</p> <p><b>4.4 Anillos heterocíclicos de cinco miembros con dos hetero-átomos: 1,2-Azoles (isozaxol, isotiazol y pirazol) y 1,3-Azoles (oxazol, tiazol e imidazol)</b></p> <p>4.41 Métodos de Síntesis</p> <p>4.42 Reacciones de sustitución electrofílica aromática (<math>S_{E}A</math>), sustitución nucleofílica aromática (<math>S_{N}A</math>), reacción de transmetalación y de adición de electrofílos (hidrogenación).</p> <p><b>4.5 Benzoderivados de anillos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo: Indol y Benzofurano</b></p> <p>4.41 Métodos de Síntesis</p> <p>4.42 Reacciones de sustitución electrofílica aromática (<math>S_{E}A</math>), sustitución nucleofílica aromática (<math>S_{N}A</math>), reacción de transmetalación y de adición de electrofílos (hidrogenación).</p> <p><b>4.6 Anillos heterocíclicos de seis miembros con un heteroátomo: Piridina</b></p> <p>4.41 Métodos de Síntesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconoce la importancia de los compuestos heterocíclicos.</li> <li>Clasifica a los compuestos heterocíclicos al nombrarlos al utilizar los sistemas de nomenclatura Hantz Widman, trivial y reemplazo.</li> <li>Aplica los principales mecanismos de reacción polares, radicales y pericíclicas, en planear métodos de síntesis de anillos, los cuales son divididos en divididos en procesos de ciclación y cicloadiación.</li> <li>Emplea el conocimiento de los métodos de síntesis y reactividad de compuestos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo (Furano, Pirrol y Tiofeno) y con dos hetero-átomos: 1,2-Azoles (isozaxol, isotiazol y pirazol) y 1,3-Azoles (oxazol, tiazol e imidazol), para aplicarlos en procesos de síntesis y otras áreas de la química.</li> <li>Utiliza el conocimiento de los métodos de síntesis y reactividad de compuestos heterocíclicos de seis miembros con un heteroátomo (Piridina) para aplicarlos en procesos de síntesis y otras áreas de la química.</li> <li>Hace uso del conocimiento de los métodos de síntesis y reactividad de compuestos heterocíclicos benzoderivados de cinco miembros con un heteroátomo (Indol y Benzofurano) y de seis miembros con un heteroátomo (Quinolina e Isoquinolina), para aplicarlos en procesos de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación previa del tema.</li> <li>Ejercicios conceptuales y de razonamiento donde aplique los saberes involucrados.</li> <li>Exposición de los temas 4.4 al 4.7.</li> <li>Examen de las unidades 3 y 4.</li> </ul>





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

4.42 N-Óxidos. Formación. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (SEA), sustitución nucleofílica aromática (SNA), reacciones con carbaniones, reacciones de las alquilpiridinas.		síntesis y otras áreas de la química.		
<b>4.7 Benzoderivados de anillos heterocíclicos de seis miembros con un heteroátomo: Quinolina e Isoquinolina.</b>				
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos y materiales	Tiempo destinado
Propicia la investigación previa de los conceptos claves de la unidad y la integración de los mismos, extra-clase.	Investiga en distintas fuentes confiables la definición y ensamblaje de los puntos más importantes de la unidad.	Evidencia de lectura previa: mapa mental, esquemas, cuadro sinóptico, etc.	Libros de química orgánica.	2
Expone mediante herramientas audiovisuales los conceptos básicos de los temas.	Opina, comenta y discute acerca del contenido del material audiovisual.	Lluvia de ideas, dudas y comentarios.	Cañón y computadora	6
Induce al estudiante a resolver problemas con el conocimiento adquirido, extra-clase.	Trabaja colaborativamente en actividades diseñadas para su aprendizaje.	Ejercicios Resueltos	Ejercicios propuestos por el profesor, Libros de química orgánica e información confiable de Internet.	2
Facilita material didáctico que le permita al estudiante entender y aplicar el conocimiento adquirido.	Discute, debate e integra la estereoquímica de las moléculas orgánicas.	Imágenes y dibujos de las estructuras representadas.	Juegos moleculares, editores de estructuras químicas, programas de simulación, etc.	2
Propicia la investigación de los temas del 4.4 al 4.7, para que alumno los exponga	Demuestra su dominio de la química orgánica al exponer con apoyo de herramientas audiovisuales, por equipos de trabajo, los temas del 4.4 al 4.7.	Diapositivas utilizadas y ejercicios propuestos por los alumnos.	Cañón y computadora	6

## 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

### Requerimientos de acreditación:

Evaluación ordinaria: se requiere asistir un 80% a clases, tener actividades registradas y una calificación mínima de 60.

Evaluación extraordinaria: se requiere asistir un 65% a clases y pagar el arancel.

### Criterios generales de evaluación:

Lineamientos básicos (más los específicos de cada profesor):

- Entrega en tiempo
- Queda estrictamente prohibido el plagio

a) Ejercicios conceptuales y de razonamiento donde aplique los saberes involucrados:

- Escribir pregunta y respuesta
- Los ejercicios deberán realizarse a letra molde.
- El porcentaje de ejercicios contestados correctamente será proporcional al puntaje de este rubro.

b) Investigaciones

- Todas las referencias se citarán conforme al criterio APA.

### Evidencias o Productos



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Exámenes parciales.	Organiza la información que se requiere para resolver ejercicios. Discrimina y analiza información relevante.	Parcial 1: Ampliación de las reacciones polares (iónicas). Parcial 2: Reacciones mono-electrónicas (radicalarias) Parcial 3: Reacciones pericíclicas (concertadas) Química Heterocíclica (hasta el tema 5.3)	50 %
Investigaciones previas del tema.	Investigar previamente y organiza la información mediante un mapa conceptual los temas que se abordaran en clase.	1. Ampliación de las reacciones polares (iónicas). 2. Reacciones mono-electrónicas (radicalarias) 3. Reacciones pericíclicas (concertadas) 4. Química Heterocíclica (hasta el tema 4.3)	15 %
Exposición por parte del alumno	El alumno demuestra el dominio de la química orgánica al exponer por equipos de trabajo, con apoyo de herramientas audiovisuales.	4. Química Heterocíclica (hasta el tema 4.4 al 4.7)	10%
Producto final			
Descripción		Evaluación	
<b>Título:</b> Portafolio de Evidencias de Química Orgánica IV		<b>Criterios de fondo:</b> Expresión correcta de las estructuras químicas. Uso correcto del lenguaje químico. Redacción adecuada de los conceptos requeridos. <b>Criterios de forma:</b> Ordena los compuestos de acuerdo con la propiedad solicitada. Expresa con el lenguaje correcto los productos de una transformación química. Acierta adecuadamente a cada una de las cuestiones solicitadas.	<b>Ponderación</b>
<b>Objetivo:</b> Aplicar los conocimientos adquiridos durante cada una de las unidades temáticas del curso, mediante ejercicios de propuestos por el profesor.			25 %
<b>Caracterización:</b> Este producto final colecta para realizar un análisis final, los ejercicios de aplicación de los conocimientos adquiridos durante cada una de las unidades temáticas. El análisis debe incluir como se aplica dada uno de los tipos de mecanismos (polar, radicalario y concertado) en la síntesis de un compuesto heterocíclico. Además, promueve la investigación a mayor profundidad del conocimiento adquirido por el estudiante, y esto, le permitirá desarrollar competencias genéricas tales como estructurar ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.			
Otros criterios			
Criterio	Descripción	Ponderación	
No aplica	No aplica	0%	

## 6. REFERENCIAS Y APOYOS

### Referencias bibliográficas

#### Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o biblioteca virtual donde esté disponible (en su caso)
Wade, L.G.	2017	Química Orgánica	Pearson Educación	
Mc Murry, J.	2012	Química Orgánica	Mcgraw Hill/Interamericana	



## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Zard, S. Z.	2003	Radical Reactions in Organic Synthesis	Oxford Chemistry Masters	
Paquette, L. A.	2008	Fundamentos de Química Heterocíclica	Limusa	
<b>Referencias complementarias</b>				
Carey, F. A.	2014	Química Orgánica	Cengage Learning Editores	
Solomons, G.T.H.	2014	Química Orgánica	Limusa Wiley	
<b>Apoyos (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)</b>				
<p><b>Predictor de propiedades:</b> <a href="https://www.webmo.net/">https://www.webmo.net/</a></p> <p><b>Información relevante:</b> <a href="http://www.ugr.es/~quiores/">http://www.ugr.es/~quiores/</a></p> <p><b>Editor de estructuras químicas:</b> <a href="http://www.cambridgesoft.com/software/overview.aspx">http://www.cambridgesoft.com/software/overview.aspx</a></p>				