


<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA</p>  <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA</p> <p>UNIDAD ACADÉMICA: Facultad de Ciencias Químicas</p> <p>PROGRAMA DEL CURSO: Química heterocíclica</p>	DES:	INGENIERÍA Y CIENCIAS
	Programa(s) académico(s)	Químico
	Tipo de Materia: <i>Obligatoria / Optativa</i>	Obligatoria
	Clave de la Materia:	PQ503
	Semestre:	5
	Área en plan de estudios (B,P,E, O):	P
	Total de horas por semana:	7
	Laboratorio o Taller:	4
	h./semana trabajo presencial/virtual	3
	h./semana laboratorio/taller	4
	h. trabajo extra-clase:	10
	Total de horas por semestre: <i>Total de horas semana por 16 semanas</i>	112
	Créditos totales:	7
	Fecha de actualización:	Enero 2016
Prerrequisito (s):	Química del Grupo Carbonilo	

DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE/ CURSO:

Introducir al alumno en la química de los heterociclos, resaltando la importancia de dichos compuestos en la naturaleza y en la industria farmacológica. Estudiar los métodos de síntesis, las propiedades y la reactividad de heterociclos de tres a nueve eslabones con uno o varios heteroátomos (principalmente nitrógeno, oxígeno y azufre), haciendo especial hincapié en los anillos de cinco y seis miembros. Durante el curso el alumno desarrolla competencias básicas de solución de problemas, trabajo en equipo y liderazgo y ciencias químicas. Fortalece las competencias específicas de síntesis y formulación y control analítico y se introduce a la competencia profesional de investigación.

COMPETENCIA PRINCIPAL QUE SE DESARROLLA:

*Esta unidad de aprendizaje desarrolla de manera principal las competencias específicas de **Síntesis y Formulación y Control analítico**, la cual implica el diseño y/o modificación métodos y operaciones encaminados a la elaboración, purificación, formulación y caracterización de sustancias y productos, con un enfoque sostenible; así como el diseño de procedimientos de análisis químico, evaluación e interpretación de resultados en mediciones analíticas, para control de procesos y productos.*

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

La unidad de aprendizaje contribuye a las competencias básicas de solución de problemas, trabajo en equipo y liderazgo y ciencias químicas, así como a la competencia profesional de investigación.

DOMINIOS (Se toman de las competencias)	OBJETOS DE ESTUDIO (Contenidos, temas y subtemas)	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	METODOLOGÍA (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO
<p>B2 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Emplea las diferentes formas de pensamiento (observación, análisis, síntesis, reflexión, inducción, inferir, deducción, intuición, creativo, innovador, lateral e inteligencias múltiples) para la solución de problemas, aplicando un enfoque sistémico.</p> <p>B5 TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO Demuestra comportamientos efectivos al interactuar en equipos y compartir conocimientos, experiencias y aprendizajes para la toma de decisiones y el desarrollo grupal.</p> <p>E 3 SÍNTESIS Y FORMULACIÓN. Diseña y/o modifica métodos y operaciones encaminados a la elaboración, purificación, formulación y caracterización</p>	<p>1. REVISIÓN DE LA QUÍMICA DEL GRUPO CARBONILO. Reacciones de aldehídos y cetonas. Estructura del grupo carbonilo. Equilibrio tautomérico. Adiciones nucleofílicas. Cianohidrinas. Adición de amoníaco y derivados. Formación de enaminas. Adición de alcoholes, formación de acetales y cetales, hidrólisis de estos. Tautomería ceto-enólica: formación de enoles y enolatos. Aldehídos y cetonas α,β-insaturados. Adición 1,2 vs. 1,4. Reacción de Michael.</p> <p>2. COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS DE CINCO MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: FURANO, PIRROL Y TIOFENO. Aromaticidad. Furano. Métodos de síntesis: Paal-Knorr; Feist-Benary; Condensación de α-hidroxicetonas con acetilendicarboxilatos de dialquilo. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Hidrogenación. Ejemplos: estudio de la síntesis de los agentes bactericidas derivados del 5-nitrofurfural. Pirrol. Métodos de síntesis: Paal-Knorr; Hantzsch; Knorr; Obtención de aminopirroles; Obtención de hidroxipirroles; Van Leusen; Condensación de α-aminocetonas con acetilendicarboxilatos de dialquilo. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Hidrogenación. Ejemplos: estudio de la síntesis de los agentes antiinflamatorios tolmetin y clopirac. Tiofeno. Métodos de síntesis: Paal-Knorr; Hinsberg; Condensación de α-mercaptocetonas con</p>	<p>Desarrolla el interés y espíritu científicos (B2)</p> <p>Desarrolla y estimula una cultura de trabajo de equipo hacia el logro de una meta común (B5)</p> <p>Muestra ética profesional en la colección y el manejo de sus datos en bitácora (E4)</p>	<p>Clase Magistral.</p> <p>Presentaciones en PowerPoint.</p> <p>Revisión de la literatura en libros y revistas científicas del área.</p> <p>Estudios de Caso.</p> <p>Aprendizaje basado en Problemas.</p> <p>Uso de software especializado.</p>	<p>Examen escrito de cada tema.</p> <p>Trabajo en equipo de desarrollo de temas del curso</p> <p>Presentación de reportes de laboratorio.</p>

<p>de sustancias y productos.</p> <p>E4 CONTROL ANALÍTICO Diseña, efectúa y evalúa procedimientos de análisis e interpretación de resultados.</p> <p>P2 INVESTIGACIÓN Investiga, selecciona y estructura estrategias que permitan resolver problemas específicos del campo profesional del químico.</p>	<p>acetilendicarboxilatos de dialquilo. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Hidrogenación. Ejemplo: estudio de la síntesis de la ticlopidina.</p> <p>3. BENZODERIVADOS DE COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS DE CINCO MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: INDOL Y BENZOFURANO. Indol. Métodos de síntesis: Fischer; Madelung; Reissert; Bischler; Nenitzescu. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Hidrogenación. Benzofurano. Métodos de síntesis: Por ciclización de 2-fenoxicetonas; Por medio de una condensación aldólica intramolecular; A partir de cumarinas. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Hidrogenación. Ejemplos: estudio de la síntesis del agente antidepresivo iprindol, del agente antiinflamatorio indometacina, del agente antihistamínico mebhidrolina y del agente antihipertensivo indomarina.</p> <p>4. ANILLOS HETEROCÍCLICOS DE CINCO MIEMBROS CON DOS HETEROÁTOMOS: 1,2-AZOLES Y 1,3-AZOLES. 1,2-azoles. Estructura del isoxazol, del isotiazol y del pirazol. Métodos de síntesis para formar isoxazol y pirazol: A partir de compuestos 1,3-dicarbonílicos; A partir de compuestos carbonílicos α,β-insaturados. Métodos para formar isotiazoles: A partir de alquinos conjugados con grupos electroattractores y tiosulfato de sodio; Por oxidación intramolecular de intermediarios que contengan una imina y una tiocetona; A partir de isoxazoles. Reacciones.</p>			
---	---	--	--	--

	<p>Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Funcionalización de un grupo alquilo en la posición 3. Ejemplos: estudio de la síntesis de los agentes anticonvulsivos aloxidona e isoxazolidona, de los agentes antidepresivos isocarboxazina e isocarboxazida y del analgésico celoprex.</p> <p>1,3-azoles. Estructura del oxazol, del tiazol y del imidazol. Métodos de síntesis: Robinson-Gabriel; Hantzsch; A partir de isonitrilos; Síntesis de Bredereck del imidazol. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos; Funcionalización de un grupo alquilo en la posición 3. Importancia biológica del imidazol. Ejemplos: estudio del agente antiprotozoario metronidazol y sus derivados y de los antiinflamatorios flumizol y oxaprozina.</p> <p>5. ANILLOS HETEROCÍCLICOS DE SEIS MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: PIRIDINA.</p> <p>Aromaticidad. Estructura de la piridina. Métodos de síntesis: Hantzsch (por medio de la oxidación de las 1,4-dihidropiridinas correspondientes); A partir de compuestos 1,5-dicarbonílicos; Síntesis de Kröhnke; Síntesis de Güareschi-Thorpe. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos</p> <p>N-óxidos. Formación. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones con carbaniones; Reacciones de las alquilpiridinas; Funcionalización del grupo metilo, en las posiciones 2,4 y 6. Ejemplos: estudio de la síntesis de los agentes bloqueadores de los canales del calcio, 1,4-dihidropiridinas como la nifedipina, de los agentes antituberculosos isoniazida, etionamida y protionamida y del</p>			
--	--	--	--	--

	<p>agonista del receptor β-adrenérgico salbutamol.</p> <p>6. BENZODERIVADOS DE ANILLOS HETEROCÍCLICOS DE SEIS MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: QUINOLINA E ISOQUINOLINA.</p> <p>Quinolina. Estructura, analogía con la piridina. Métodos de síntesis: Skraup; Doebner-von Miller; Combes; Friedlander. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos. N-óxidos: Formación. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones con carbaniones; Reacciones de las alquilquinolinas; Funcionalización del grupo metilo, en las posiciones 2,4 y 6.</p> <p>Isoquinolinas. Estructura, analogía con la piridina. Métodos de síntesis: Bischler-Napieralski; Pictet-Spengler; Pomeranz-Fritsch. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones de transmetalación y adición de electrófilos. N-óxidos: Formación. Reacciones: Sustitución electrofílica aromática (SEA); Sustitución nucleofílica aromática (SNA); Reacciones con carbaniones; Reacciones de las alquilsquinolinas; Funcionalización del grupo metilo, en las posiciones 1,4 y 6.</p> <p>Ejemplos: estudio de la síntesis de la papaverina relajante del músculo liso, del bactericida ácido nalidixico y de los antimaláricos amquinato y cloroquina.</p>			
--	--	--	--	--

FUENTES DE INFORMACIÓN (Bibliografía, direcciones electrónicas)	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Criterios, ponderación e instrumentos)
<p>1. Paquette, L. A., Fundamentos de Química Heterocíclica, 6ª. reimpresión, México, Ed. Limusa, S.A. de C.V., 2000.</p> <p>2. Gilchrist, T. L., Heterocyclic Chemistry, 3rd. Ed., Essex, England, Ed. Addison-Wesley Longman, Ltd., 1997.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias, instrumentos de evaluación y ponderación: <p><i>Exámenes Parciales (50 %)</i></p> <p><i>Bitácora de Laboratorio (25 %)</i></p> <p><i>Trabajos y tareas extraclase (25 %)</i></p>

3. Clayden, J., Greeves, N., Warren, S. and Wothers, P., Organic Chemistry, New York, N.Y., Ed. Oxford University Press, 2001.
4. Davies, D. T., Aromatic Heterocyclic Chemistry, New York, NY, Ed. Oxford University Press, 1992.
5. Joule, J. A. and Mills, K., Heterocyclic Chemistry, 4th. Ed., London, Blackwell Science Ltd., 2000.

CRONOGRAMA DEL AVANCE PROGRAMÁTICA

Objetos de Estudio	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Revisión de la química del grupo carbonilo.	X	X	X													
2. Compuestos Heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomos. Furano, Pirrol y Tiofeno.				X	X	X										
3. Benzoderivados de compuestos heterocíclicos de cinco miembros con un heteroátomo. Indol y Benzofurano.							X	X	X							
4. Anillos heterocíclicos de cinco miembros con dos heteroátomos. 1,2-azoles y 1,3- azoles.										X	X					
5. Anillos heterocíclicos de seis miembros con un heteroátomo. Piridina												X	X	X		
6. Benzoderivados de anillos heterocíclicos de seis miembros con un heteroátomo. Quinolina e isoquinolina.															X	X