

**PROGRAMA EDUCATIVO:
 LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA
 EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

PROGRAMA DE ASIGNATURA: QUÍMICA SUSTENTABLE CLAVE: E-QUS-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante evaluará el impacto ambiental del proceso a través de la medición de residuos, la evaluación de la toxicidad de los mismos, su permanencia en el medio y las legislaciones ambientales para verificar que el proceso tiene un impacto ambiental mínimo y así plantear alternativas de solución para minimizar el daño ambiental			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Desarrollar procesos de producción y servicios empleando principios de operaciones y procesos unitarios, ingeniería de procesos y económica, diseño, normatividad y sustentabilidad, para satisfacer las necesidades del entorno social e industrial.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	8°	4.69	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Principios de la química verde	6	9
II. Catálisis y síntesis verde	12	18	30
III. Aplicaciones industriales de la química sustentable	12	18	30
Totales	30	45	75

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Resolver problemas operativos del proceso por medio de la administración de los recursos disponibles y la aplicación de los procedimientos establecidos para lograr el objetivo de la producción o servicio	Aplicar conocimientos técnicos y administrativos con base al diagnóstico del proceso, para la resolución de problemas y mejora de la calidad del producto y/o servicio.	Elabora un reporte que contenga: -Detección de problemáticas identificadas en proceso o área administrativa -Planteamiento de alternativas de solución y viabilidad -Programa de aplicación
Resolver problemas operativos del proceso por medio de la administración de los recursos disponibles y la aplicación de los procedimientos establecidos para lograr el objetivo de la producción o servicio.	Evaluar la eficacia del proceso mediante los resultados de laboratorio o de campo, para proponer acciones correctivas y preventivas y asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y las establecidas con el cliente.	Elabora un reporte que contenga: -Balances de materia del proceso de producción -Análisis estadístico de niveles de producción previo a la aplicación de alternativas de mejora y posterior a la aplicación de las mismas -Uso de servicios auxiliares -Resultados de laboratorio para verificar la calidad del producto final
Planificar proyectos de ingeniería empleando la Ingeniería Básica y de detalle, normas técnicas, sustentabilidad y criterios de ingeniería, para el desarrollo de procesos de producción o servicios, modificación de instalaciones u optimización	Determinar la secuencia óptima de operaciones aplicando la ingeniería de procesos y económica para obtener el producto final o servicio conforme a las especificaciones.	1. Realiza los balances de materia, energía y de servicios auxiliares del proceso en su caso la simulación a diferentes condiciones de operación. 2. Determina la cinética de la reacción química del proceso y establece las condiciones de operación del reactor. 3. Obtiene la función objetivo del proceso para su optimización. 4. Selecciona las operaciones unitarias necesarias para el proceso 5. Calcula indicadores económicos del proceso. 6. Calcula los costos preliminares del proceso. 7. Planea proyectos de desarrollo de procesos. 8. Utiliza criterios de sustentabilidad para el desarrollo de procesos. - Integración energética - Reducción de operaciones - Ciclo de producto

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Principios de la química verde					
Propósito esperado	El estudiante aplicará los principios de la química verde para establecer las bases de propuestas de ingeniería que minimicen el impacto ambiental de los procesos industriales					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	9	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Introducción a la química verde	Explicar los conceptos de sustentabilidad y sostenibilidad y su impacto en la industria química	Proponer acciones para contribuir a la sustentabilidad y sostenibilidad de procesos industriales a través del análisis de los mismos	Desarrollar un pensamiento crítico a través del análisis del impacto ambiental del proceso que permitan el planteamiento de alternativas sustentables Asumir la responsabilidad de las decisiones tomadas posterior al análisis del impacto ambiental del proceso Respetar las opiniones y criterios del equipo de trabajo para alcanzar las metas planteadas Ser resiliente y buscar alternativas cuando las soluciones planteadas no conduzcan a resultados esperados
Herramientas de la química verde	Identificar los métodos y técnicas utilizados en la Química Verde, como la catálisis, la síntesis en condiciones suaves, la minimización de residuos y el uso de materias primas renovables. Explicar los tipos de energías renovables y sus características	Proponer alternativas para el uso de materias primas renovables a partir del cumplimiento de las especificaciones de proceso Proponer alternativas de uso de energías renovables considerando factores geográficos y disponibilidad de recursos para su aplicación además de considerar sus ventajas y desventajas	
Los 12 principios de la química verde.	Explicar el concepto de análisis de ciclo de vida, síntesis verde, biocatálisis, química segura	Determinar el análisis de ciclo de vida para materias primas, productos intermedios, subproductos y producto terminado a partir de datos de producción	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos	Pizarrón Plumones Proyector Equipo de laboratorio de computo	Laboratorio / Taller	
Resolución de ejercicios y problemas	Pizarrón Plumones PC Proyector	Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican la diferencia entre sustentabilidad y sostenibilidad	A partir de un caso práctico, realiza la propuesta de integración de fuentes renovables de energía, valoración de la sustentabilidad del proceso y el impacto ambiental de materias primas de acuerdo con un análisis preliminar del análisis de ciclo de vida	Ejercicios prácticos: enfocados al análisis de ciclo de vida de productos cotidianos para familiarizar al alumno con dicho análisis
Los estudiantes aplican los principios de la Química sustentable para contribuir a la sustentabilidad del proceso		
Los estudiantes seleccionan fuentes de energía renovable considerando sitio geográfico, características climatológicas del sitio y demanda de energía		Lista de cotejo: Para evaluar el reporte del caso donde se presente la propuesta de energías renovables y la evaluación de la sustentabilidad del proceso

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Catálisis y síntesis verde					
Propósito esperado	El estudiante determinará la factibilidad del cambio de disolventes y/o catalizadores dentro del proceso productivo para minimizar el impacto ambiental y a la salud					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Disolventes orgánicos	Explicar los conceptos de fotocatalisis, biocatalisis, catálisis enzimática, homogénea y heterogénea	Seleccionar el tipo de catalizador y disolvente para una reacción química a partir de la verificación del cumplimiento de las especificaciones del producto final	Desarrollar un pensamiento crítico a través del análisis del impacto ambiental del proceso que permitan el planteamiento de alternativas sustentables Asumir la responsabilidad de las decisiones tomadas posterior al análisis del impacto ambiental del proceso Respetar las opiniones y criterios del equipo de trabajo para alcanzar las metas planteadas Ser resiliente y buscar alternativas cuando las soluciones planteadas no conduzcan a resultados esperados
Catálisis	Reconocer las técnicas de síntesis orgánica	Determinar la eficacia de catalizadores en comparación con reactivos estequiométricos para minimizar la generación de residuos	
Métodos de síntesis química sostenible	Describir los métodos de síntesis verde de materiales orgánicos	Proponer métodos para efectuar síntesis orgánicas mediante el uso de disolventes alternativos y la minimización de recursos energéticos	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas de laboratorio	Equipo y material de laboratorio	Laboratorio / Taller	X
Estudio de casos	Pizarrón Plumones PC Proyector	Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden la función de un catalizador y la función que llevan a cabo dentro de una reacción química	A partir de un caso elabora un protocolo de síntesis donde incluya, la posibilidad del uso de catalizadores, al menos a un nivel teórico, propuesta de disolventes donde se comparen al menos dos y se discuta con argumentos basados en información técnica la elección del disolvente a utilizar	Rúbrica: para la evaluación de investigaciones prácticas sobre temas de la unidad
Los estudiantes plantean protocolos experimentales para la síntesis de compuestos orgánicos mediante el uso de disolventes con impacto ambiental menor		Lista de verificación: Para evaluación de las prácticas de laboratorio sobre la síntesis de compuestos orgánicos empleando técnicas de síntesis verde

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Aplicaciones industriales de la química sustentable					
Propósito esperado	El estudiante propondrá mejoras al proceso para minimizar la generación de residuos, toxicidad de los mismos y así contribuir con lo establecido en las regulaciones ambientales aplicables					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Minimización de la generación de residuos y subproductos	Identificar software para efectuar análisis de ciclo de vida, la interfaz y uso del mismo	Determinar el análisis de ciclo de vida para materias primas, producto intermedio y producto terminado para diferentes procesos y así estimar la cantidad de residuos generados	Desarrollar un pensamiento crítico a través del análisis del impacto ambiental del proceso que permitan el planteamiento de alternativas sustentables
Productos químicos biodegradables	Identificar el concepto de bioplásticos y biopolímeros, así como sus ventajas y desventajas y las tecnologías más recientes en su producción	Obtener bioplásticos y evaluar la calidad del producto a través del planteamiento de protocolos de síntesis y técnicas de evaluación de resistencia del material	Asumir la responsabilidad de las decisiones tomadas posterior al análisis del impacto ambiental del proceso
Reducción de la toxicidad y la persistencia	Identificar la normativa ISO (ISO 16000). ASTM (ASTM D3960) y las normas EPA (método 8260B) para la determinación de COVs y COPs	Aplicar la normativa para la determinación de compuestos orgánicos volátiles y compuestos orgánicos persistentes para verificar la toxicidad y persistencia de residuos en un proceso industrial	Respetar las opiniones y criterios del equipo de trabajo para alcanzar las metas planteadas Ser resiliente y buscar alternativas cuando las

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Legislación y regulaciones de la química sostenible	Identificar la normativa aplicable en materia de regulación ambiental	Verificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a través del análisis del proceso y su sistema de gestión Proponer mejoras a sistemas de gestión para el cumplimiento de las regulaciones ambientales aplicables	soluciones planteadas no conduzcan a resultados esperados

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Prácticas en laboratorio	Equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	X
Análisis de casos	PC Proyector Pizarrón Plumones	Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes determinan el ciclo de vida de materias primas	A partir de un caso elabora un reporte que contenga, el análisis de ciclo de vida de materia prima y producto terminado, evaluación de la toxicología del proceso de acuerdo con la estimación de COVs y COPs y verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable	Ejercicios prácticos: enfocados al análisis de ciclo de vida mediante software especializado, los ejercicios están enfocados a materias primas, materias intermedias y producto terminado
Los estudiantes comparan el uso de materias primas de acuerdo a los resultados del análisis de ciclo de vida		
Los estudiantes determinan la toxicidad de un proceso de acuerdo a la aplicación de las metodologías de la normativa para la cuantificación de compuestos que representan peligro potencial a la salud		Lista de cotejo: Para evaluar el reporte del caso donde se presentan los análisis de ciclo de vida del proceso completo, evaluación toxicológica y verificación del cumplimiento con normas ambientales
Los estudiantes diseñan sistemas de gestión de acuerdo a los criterios de la normatividad en materia ambiental		

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciatura en Ingeniería Química, Ambiental, Biología o Biotecnología con posgrado en área técnica, preferentemente en Ingeniería Química o ambiental (el postgrado es opcional)	Experiencia de mínimo un año impartiendo asignaturas a nivel licenciatura, manejo de grupo y comprensión de las plataformas digitales dedicadas a la educación	Experiencia en industria en el desarrollo de proyectos sustentables

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Lancaster, M.	2020	Green chemistry: an introductory text	Cambridge	Royal society of chemistry.	978-1-78262-294-9
Doble, M., Rollins, K., & Kumar, A.	2010	Green chemistry and engineering.	San Diego, CA	Academic Press.	978-0-12-372532-5
Jiménez-González, C., & Constable, D. J.	2011	Green chemistry and engineering: a practical design approach	Hoboken, NJ	John Wiley & Sons.	978-0-470-17087-8
Baird, C.	2018	Química ambiental.	Barcelona	Reverté	978-84-291-9425-8

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Anastas, P. T., & Lankey, R. L.	23 marzo 2024	Sustainability through green chemistry and engineering (PDF)	https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2002-0823.ch001
Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., Erythropel, H. C., & Leitner, W.	24 marzo 2024	Designing for a green chemistry future. Science, (PDF)	http://webhost.bridgew.edu/eb rush/CHEM%20489%20PDF/2020%20Designing%20for%20a%20green%20chemistry%20future.pdf
Chen, T. L., Kim, H., Pan, S. Y., Tseng, P. C., Lin, Y. P., & Chiang, P. C.	09 mayo 2024	Implementation of green chemistry principles in circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives. Science of the Total Environment, 716, 136998. (PDF)	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720305088

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-41.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	