



Ficha Técnica

NOMBRE DEL PROGRAMA:	Maestría en Ingeniería Química Ambiental
PLANTEL DE ADSCRIPCIÓN:	Facultad de Ciencias Químicas
CAMPO DISCIPLINARIO:	Ciencias naturales, matemáticas y estadística
CAMPO ESPECÍFICO:	Ciencias físicas, químicas y de la tierra
CLAVE:	M578
FECHA DE INICIO:	Agosto de 2022
DURACIÓN:	4 semestres
MODALIDAD:	Escolarizada
ORIENTACIÓN:	Investigación
CRÉDITOS REQUERIDOS:	108

PRESENTACIÓN:
La Maestría en Ingeniería Química Ambiental (MIQA) es un programa de posgrado con orientación en investigación con un enfoque centrado en el estudio y solución de problemáticas ambientales locales que tienen un carácter global a partir de la investigación, desarrollo, síntesis, optimización, generación y aplicación de nuevos procesos o tecnologías que contribuyan al desarrollo regional y nacional. El propósito es contribuir a la formación de los profesionales de alto nivel, responsables y éticos que, a partir de la investigación científica básica y/o aplicada y la generación de nuevas tecnologías, sean capaces de contribuir, atender y responder a la solución de problemas prioritarios en el contexto local, regional, nacional o internacional aportando alternativas innovadoras mediante el desarrollo de proyectos de investigación que contribuyan a la generación novedosa del conocimiento de frontera.
OBJETIVO CURRICULAR:
Formar recursos humanos de alto nivel, responsables y éticos que, a partir de la investigación científica básica y/o aplicada y la generación de nuevas tecnologías, sean capaces de contribuir, atender y responder a los problemas ambientales regionales y nacionales en el campo industrial aportando alternativas innovadoras.
PERFIL DEL ASPIRANTE:
• Formación en ingeniería química, bioquímica, ambiental o áreas afines • Interés en desarrollar investigación para la solución de problemas y necesidades, mediante la generación de conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías • Conocimientos sólidos en matemáticas, física y programación • Disponibilidad de tiempo completo y exclusivo para atender el programa • Capacidad de lectura y comprensión de documentos técnicos en idioma inglés • Responsabilidad, constancia y disciplina
PERFIL DEL EGRESADO:



El egresado de este posgrado posee las siguientes competencias:

- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico.
- Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular.
- Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales.
- Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo.
- Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial.
- Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO:

- Ciencias básicas del medio ambiente
- Aplicación ambiental de la ingeniería



M578

- Total de créditos mínimos requeridos: 108
- Créditos de asignaturas obligatorias: 92
- Créditos de asignaturas optativas: 16

Clave	Materias obligatorias	HCA	HTI	HTC S	TH	Créditos
M_-01	Quimiometría	64	64	0	128	8
M_-02	Química ambiental	64	64	0	128	8
M_-03	Procesos en ingeniería ambiental	64	64	0	128	8
M_-04	Termodinámica avanzada	64	64	0	128	8
M_-05	Seminario de investigación I	32	64	0	96	6
M_-06	Seminario de investigación II	32	64	0	96	6
M_-07	Tesis I	48	80	0	128	8
M_-08	Tesis II	32	288	0	320	20
M_-09	Tesis III	32	288	0	320	20
Clave	Materias optativas	HCA	HTI	HTC S	TH	Créditos
M_-10	Impacto y legislación ambiental	64	64	0	128	8
M_-11	Economía ambiental	64	64	0	128	8
M_-12	Desarrollo sostenible	64	64	0	128	8
M_-13	Toxicología ambiental	64	64	0	128	8
M_-14	Caracterización de materiales	64	64	0	128	8
M_-15	Bioprocesos	64	64	0	128	8
M_-16	Bioquímica avanzada	64	64	0	128	8
M_-17	Matemáticas aplicadas	64	64	0	128	8
M_-18	Electroquímica avanzada	64	64	0	128	8
M_-19	Cinética avanzada	64	64	0	128	8
M_-20	Análisis instrumental avanzado	64	64	0	128	8
M_-21	Química computacional	64	64	0	128	8
M_-22	Mecánica de fluidos computacional	64	64	0	128	8
M_-23	Procesos de adsorción	64	64	0	128	8

*Se deben cursar como mínimo **16** créditos con materias optativas.

Los/as alumnos/as decidirán cuáles optativas cursar, se podrá ofertar otras optativas según las necesidades y los lineamientos de la normativa institucional.

REFERENCIAS:

- Cada hora de actividad de aprendizaje equivale a 0.0625 de crédito.
- HCA: Horas/semestre bajo la conducción de un académico



UNIVERSIDAD DE COLIMA
COORDINACIÓN GENERAL DE DOCENCIA.
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADO

- HTI: Horas/semestre de trabajo independiente
- HTCS: Horas/semestre de trabajo de campo supervisado.
- TAA: Total de horas de actividades de aprendizaje.

Para obtener el certificado de estudios de la **Maestría en Ingeniería Química Ambiental** es necesario cubrir como mínimo **108** créditos.

Para obtener el **Grado de Maestro(a) en Ingeniería Química Ambiental**, el aspirante deberá cumplir con los requisitos señalados en el Reglamento Escolar vigente.

Estudia * Lucha * Trabaja

Colima, Col., marzo de 2022



DR. CHRISTIAN JORGE TORRES ORTIZ ZERMENO
RECTOR

UNIVERSIDAD
DE COLIMA
RECTORIA

DRA. MARTHA ALICIA MAGAÑA ECHEVERRÍA
COORDINADOR GENERAL DE DOCENCIA



UNIVERSIDAD DE COLIMA

ACUERDO No. 06 DE 2022, por el que se crea el plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental de la Universidad de Colima.

A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA P R E S E N T E.-

El Rector de la Universidad de Colima, en ejercicio de las facultades que le confieren las fracciones X, XII y XIV del artículo 27 de la Ley Orgánica de la propia Institución y;

C O N S I D E R A N D O

PRIMERO.- Que la Universidad de Colima es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica propia, que goza del derecho de autonomía para realizar sus fines de enseñanza, investigación, difusión de la cultura y extensión universitaria, respetando la libertad de cátedra e investigación, el libre examen y discusión de las ideas; desprendiéndose del contenido del artículo 5º, fracción III, de su Ley Orgánica, la atribución de determinar sus planes y programas de estudio y demás políticas académicas.

SEGUNDO.- Que la Universidad de Colima es una institución que se caracteriza por estar comprometida con el desarrollo social, que ofrece educación integral, pertinente y de calidad en la formación inclusiva, igualitaria y sostenible de bachilleres, profesionales, posgraduados, científicos y científicas con pensamiento crítico, humanista y ético, mediante la docencia, la investigación y la extensión, que fomenta la creatividad y la transferencia de la tecnología, con perspectiva global, en un marco institucional de transparencia y oportuna rendición de cuentas, que cumple su función educativa atendiendo los fines del artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, a través de los planes y programas de estudios que se imparten en los planteles de nivel medio superior, superior e institutos, sancionados por el Consejo Universitario.

TERCERO.- Que el Plan Institucional de Desarrollo 2022-2025 de la Universidad de Colima se conforma por cuatro Programas Sectoriales, derivados de los ejes presentados en la Agenda Rectoral 2021-2025, siendo el programa sectorial correspondiente al eje 1



UNIVERSIDAD DE COLIMA

“Educación pertinente y de calidad”, donde se plantea la ampliación y diversificación de planes de estudios en el nivel posgrado, considerando las necesidades del entorno, la factibilidad y flexibilidad académica así como en el eje 2 “Investigación para la formación y el desarrollo” se promueve la formación científica a través de la generación, desarrollo y consolidación de los programas de posgrado.

CUARTO. - Que la Universidad de Colima, a través de la Facultad de Ciencias Químicas, es capaz de incidir favorablemente en la solución de problemas medioambientales presentes en nuestro estado, en la región, a nivel nacional y global, resultado de las acciones antropogénicas.

QUINTO. - Que resulta necesario ofrecer programas de posgrado pertinentes, de acuerdo con las necesidades de nuestro entorno.

SEXTO. - Que el conocimiento científico de los fenómenos ambientales, así como de las formas para evitar y remediar el impacto ambiental del campo industrial requiere de recursos humanos capaces de hacer investigación básica y/o aplicada para aportar alternativas innovadoras y útiles.

SÉPTIMO. - Que la Institución cuenta con recursos humanos altamente calificados, con reconocimiento nacional, capaces de participar en la formación de posgraduados en el área de las ciencias químicas que impacten favorablemente a nuestro estado y la región.

SEXTO. - Que la Comisión Técnico Pedagógica analizó y dictaminó favorablemente sobre la factibilidad y pertinencia de la creación y apertura de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental en la Facultad de Ciencias Químicas.

En mérito de lo anterior, he tenido a bien expedir el siguiente:

ACUERDO

PRIMERO. - Se crea la Maestría en Ingeniería Química Ambiental, en la Facultad de Ciencias Químicas.

SEGUNDO. - Se designa a la Facultad de Ciencias Químicas como responsable de la implementación de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental, ello bajo la supervisión de la Dirección General de Posgrado.



UNIVERSIDAD DE COLIMA

TRANSITORIO

ÚNICO. - El presente acuerdo entrará en vigor a partir del día siguiente de su publicación en la Gaceta Rectoría, Órgano del Gobierno de la Universidad de Colima.

Dado en la ciudad de Colima, capital del estado del mismo nombre, a los seis días del mes de abril de dos mil veintidós.



UNIVERSIDAD
DE COLIMA

CONSEJO
UNIVERSITARIO

ATENTAMENTE
ESTUDIA*LUCHA*TRABAJA

La firma autógrafa y sello en este documento electrónico concuerdan con los plasmados en el documento original, el cual se encuentra en resguardo de la Secretaría General de la Universidad de Colima. Esta firma y sello validan exclusivamente el fin señalado en el rubro del presente Acuerdo, y es prohibida su reproducción total o parcial.

DR. CHRISTIAN JORGE TORRES ORTIZ ZERMEÑO
PRESIDENTE DEL H. CONSEJO UNIVERSITARIO



UNIVERSIDAD DE COLIMA

Facultad de Ciencias Químicas

Maestría en Ingeniería Química Ambiental

Documento curricular
Clave: M578

Marzo de 2022

© **Universidad de Colima**, 2022.
Avenida Universidad 333
Colima, Col., 28040, México
www.ucol.mx/

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso en México / *Printed in Mexico*

Documento elaborado por la Facultad de Ciencias Químicas.

Índice

Capítulo 1. Fundamentación y justificación del currículo	9
1. Pertinencia	9
1.1 Contextualización sociodemográfica y económica	9
1.2 Diagnóstico del contexto regional y nacional	10
1.3 Estudio de mercado	16
1.4 Estado del arte	26
1.5 Referentes psicopedagógicos	34
1.6 Conclusiones	44
2. Factibilidad.....	44
2.1 Planta docente	44
2.2 Infraestructura	51
2.3 Factibilidad financiera	51
2.4 Factibilidad de vinculación	52
2.5 Conclusiones	53
3. Proyecto formativo	53
Capítulo 2. Organización del Programa	56
1. Líneas de generación y aplicación de conocimiento	56
2. Núcleo académico	56
3. Misión y visión del programa.....	57
4. Metas del programa	58
5. Objetivo General.....	59
6. Perfil de Egreso.....	59
7. Campo ocupacional.....	59
8. Características deseables del aspirante	60
9. Requisitos de Ingreso	60
10. Requisitos de Permanencia	61
11. Requisitos de egreso	61
12. Requisitos de titulación	61
Capítulo 3. Estructura del programa	62
1. Estructura general del programa	62
2. Selección de proyecto de tesis	64
3. Asesoría y avance del proyecto de tesis.....	64

4. Flexibilidad del Programa	65
5. Mapa Curricular.....	66
6. Tira de materias	67
7. Estrategias didáctico-pedagógicas y experiencias de aprendizaje.....	68
Capítulo 4. Gestión del Currículo	71
1. Implementación	71
2. Gestión de proyectos de vinculación.....	71
3. Monitoreo, retroalimentación y evaluación del currículo	72
Referencias	74
Anexos	80
Anexo 1: Programas sintéticos	80
Asignaturas obligatorias	80
Asignaturas optativas	98

Directorio

Dr. Christian Jorge Torres Ortíz Zermelo

Rector

Lic. Joel Nino Jr.

Secretario General

Dra. Martha Alicia Magaña Echeverría

Coordinadora General de Docencia

Dra. Xóchitl Angélica R. Trujillo Trujillo

Coordinadora General de Investigación Científica

Dra. Arianna Sánchez Espinosa

Directora General de Posgrado

Dr. Francisco Javier Barragán Vázquez

Director de la Facultad de Ciencias Químicas

Comité curricular

Presidente:

Dr. Francisco Javier Barragán Vázquez

Secretario:

Dr. Ismael Alejandro Aguayo Villarreal

Profesores:

Dra. Silvia G. Ceballos Magaña

Dra. Cintia Karina Rojas Mayorga

Dr. Oscar Fernando Vázquez Vuelvas

Dr. Roberto Muñiz Valencia

Dr. Kayim Pineda Urbina

Dr. José Manuel Flores Álvarez

Datos generales

Unidad académica que ofrece el programa: Facultad de Ciencias Químicas

Nombre del programa de posgrado: Maestría en Ingeniería Química Ambiental

Modalidad: Escolarizada

Orientación del programa: Investigación

Duración: 4 semestres

Título que se ofrece: Maestro en Ingeniería Química Ambiental

Vigencia del programa: Agosto de 2022

Clave: M578

Presentación

La Maestría en Ingeniería Química Ambiental (MIQA) es un programa de posgrado con orientación en investigación con un enfoque centrado en el estudio y solución de problemáticas ambientales locales que tienen un carácter global a partir de la investigación, desarrollo, síntesis, optimización, generación y aplicación de nuevos procesos o tecnologías que contribuyan al desarrollo regional y nacional. El propósito es contribuir a la formación de los profesionales de alto nivel, responsables y éticos que, a partir de la investigación científica básica y/o aplicada y la generación de nuevas tecnologías, sean capaces de contribuir, atender y responder a la solución de problemas prioritarios en el contexto local, regional, nacional o internacional aportando alternativas innovadoras mediante el desarrollo de proyectos de investigación que contribuyan a la generación novedosa del conocimiento de frontera.

Para lograr esos propósitos, la MIQA cuenta con dos líneas de desarrollo profesional: a) Ciencias básicas del medio ambiente y b) Aplicación ambiental de la ingeniería. Asimismo, consta de 11 asignaturas: 9 asignaturas obligatorias y 2 optativas, estructuradas en tres áreas: Básicas Ambiental, Ingeniería Ambiental e Investigación en Ciencia Ambiental.

El presente documento expone los siguientes aspectos: la misión, visión, objetivo y metas del programa; la fundamentación de la MIQA, en donde se explica el carácter innovador de la propuesta; la descripción de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento; la organización y estructura curricular; aspectos normativos relativos a los perfiles de ingreso y egreso (requisitos de egreso y titulación, así como las competencias que se pretende desarrollar en los egresados), las estrategias didáctico-pedagógicas y experiencias de aprendizaje, la gestión del currículo y finalmente, se incluyen los programas sintéticos de las asignaturas obligatorias y optativas.

Capítulo 1. Fundamentación y justificación del currículo

1. Pertinencia

1.1 Contextualización sociodemográfica y económica

La ciencia y la tecnología aplicada son un área crucial para el desarrollo de industrias competitivas, que son la fortaleza de la economía de un estado y de un país; la solución a muchos de los problemas en la industria se encuentra en la frontera de la investigación de esta área del conocimiento.

El estado de Colima se caracteriza por presentar condiciones que favorecen diversas actividades que se encuentran dentro de los tres grandes sectores económicos en que se divide la economía del país, siendo estos el agropecuario, el industrial y el de servicios (Morales, 2009). La entidad está ubicada en una de las zonas más fértiles del país, ocupando un lugar privilegiado en el territorio mexicano por tener acceso al mercado centro occidente conformado por Colima, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Aguascalientes y Nayarit (ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR [ANUIES], 2022) el cual está constituido por más de 22.6 millones de habitantes que generan alrededor del 14.2 % del producto interno bruto nacional al tercer trimestre del 2021 (INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA [INEGI], 2022).

El estado tiene ventajas comparativas importantes y una vocación económica favorecida por su ubicación, el desarrollo industrial resulta de las actividades generadas alrededor del puerto de Manzanillo y las condiciones climáticas del estado que propician las actividades relacionadas con el sector primario (MEXICO COMO VAMOS, 2021). Las principales actividades económicas que se desarrollan en Colima, enmarcadas por los sectores mencionados son transporte marítimo, agricultura, ganadería, pesca y silvicultura, turismo, manufactura y, destacando, la minería. Considerando la actividad agroindustrial, Colima destaca en la producción de limón mexicano, melón, sandía, plátano, mango y papaya. Estas actividades dinamizan el crecimiento de la economía estatal y el empleo, ya que involucran no solo la producción sino un grado de manufacturas a partir de dicha materia prima (INSTITUTO NACIONAL PARA EL DESARROLLO RURAL, 2013).

Colima es el cuarto estado más pequeño, con sólo 0.3% de superficie de México y el menos poblado, con sólo el 0.58% de la población total del país (EXPLORANDO MEXICO, 2016). De manera particular, en el año 2019 el estado de Colima reportó un

crecimiento del PIB del 4.6%, lo que representó el 0.6% de Producto Interno Bruto (PIB) con respecto al total nacional (INEGI Cuéntame de México, 2020).

Por otra parte, de acuerdo con el censo económico 2019, el estado de Colima cuenta con 33,566 Unidades Económicas al año 2018, lo que representó el 0.7% del total en nuestro país. Dentro de los sectores económicos a los que pertenecen dichas unidades económicas, el primer lugar lo conforman unidades del sector servicios privados no financieros (47.5%), el segundo lugar está representado por las unidades relacionadas con el comercio al por menor (36.2%), el tercer giro económico más importante está constituido por las unidades pertenecientes a la industria manufacturera (8.8%), en quinto lugar, unidades económicas relacionadas con industria de la pesca y acuicultura (0.95%), y en los lugares octavo y noveno, las relacionadas con la industria minera (0.13%) y electricidad, agua y gas (0.02%) (Figura 1).

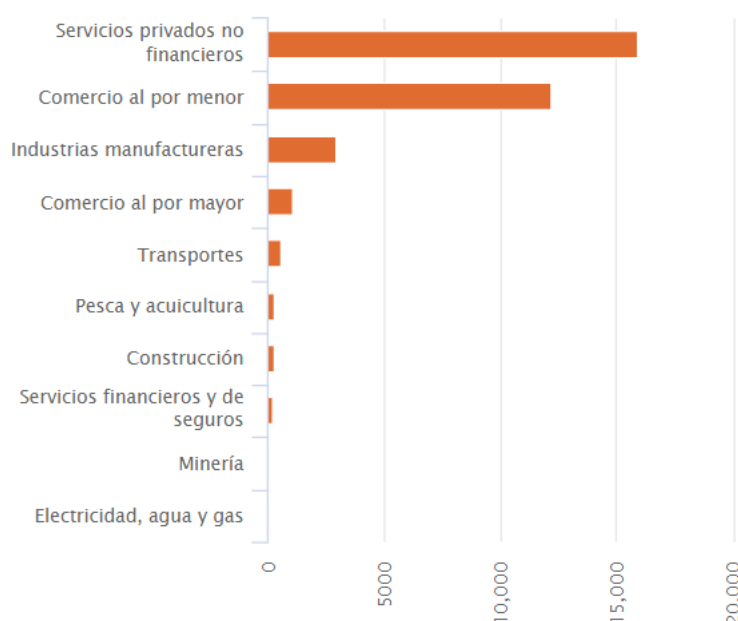


Figura 1. Número de unidades económicas en el estado de Colima por actividad económica (INEGI, 2022).

1.2 Diagnóstico del contexto regional y nacional

Según el INEGI, el sector industrial está constituido por 4 grandes tipos de industrias: la industria minera (extracción de minerales metálicos y no metálicos, y los servicios relacionados), la industria de la electricidad, agua y gas (generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y suministro de agua y gas en tuberías), la industria

manufacturera (alimentaria, de bebidas, tabaco, textiles, curtido de piel, madera, papel, industria química, plásticos, hule, productos minerales no metálicos, maquinaria, entre otros) y la industria de la construcción. El estado de Colima tiene participación económica en los cuatro tipos de industria, por lo tanto, es importante considerar que a pesar contribuir al PIB nacional en una proporción baja, la producción en algunos bienes y servicios tiene proporciones importantes en el mismo. No obstante, el bajo número de unidades económicas relacionadas con las actividades que involucran ciencia y tecnología (sector primario), éstas son consideradas como pertenecientes a sectores estratégicos por su importante aportación al PIB estatal, como se puede observar en la figura 2, en la que se muestra al sector manufacturero como el que mayor aportación tiene con 15,448.734 millones de pesos. En ese mismo contexto, las unidades económicas pertenecientes a la minería aportaron 5,995.180 millones de pesos y las de electricidad, agua y gas lo hicieron con 830.447 millones de pesos, como lo muestra la figura 2 (INEGI, 2022).

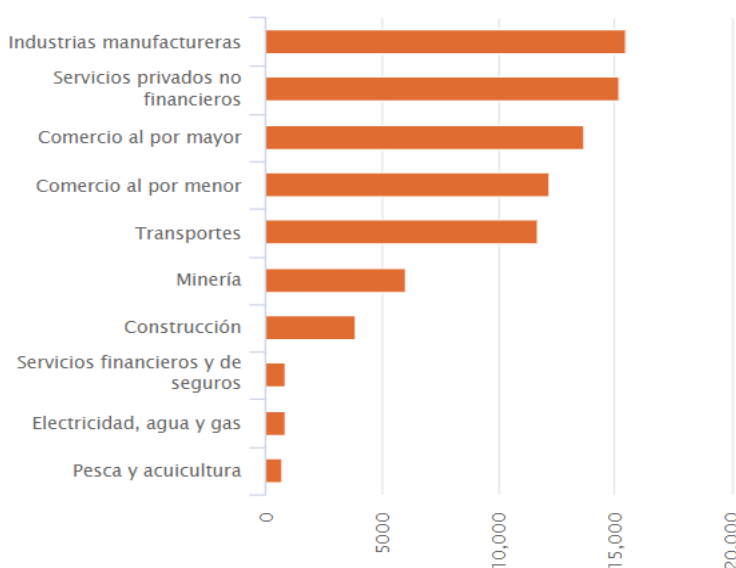


Figura 2. Contribución al PIB estatal por parte de los diferentes sectores e industrias en el estado de Colima, al 2018 (INEGI, 2022).

Las actividades económicas constituidas por los sectores que involucran a agroindustria, manufactura y minería, representan el 10% de las unidades económicas y aportan 33% del PIB estatal. Aunque los servicios privados no financieros y comercio tienen una posición preponderante en el número de unidades económicas (87% del total), estas juntas aportan el 63% del PIB estatal. Por lo tanto, se puede resaltar la importancia y valor agregado que la industria relacionada con la ciencia y tecnología aporta a la actividad

económica estatal (CONFEDERACIÓN NACIONAL DE CÁMARAS NACIONALES DE COMERCIO [CONCANACO], 2018; INEGI, 2022).

Desde el punto de vista laboral, los datos del censo económico del 2018 muestran que los sectores relacionados con actividades económicas que involucran conocimientos de ciencia y tecnología, es decir, los conformados por la industria manufacturera, minería, pesca y acuacultura, así como electricidad, agua y gas, el número de personas que laboran representa el 10% de la población estatal ocupada. En este mismo contexto ocupacional de la población económicamente activa, el estado de Colima fue calificado en la posición 4 de 32 estados en el indicador *Mercado de factores*, incluido en el índice de competitividad estatal reportado para el año 2016. El indicador *mercado de factores* es uno de los 10 subíndices que constituyen dicho índice, que estima la eficiencia del principal factor de producción en el estado: el trabajo, el cual involucra a trabajadores y empleadores. Esta estimación considera las características que son esenciales para el óptimo desempeño de trabajadores y empleadores, ya que esto es un elemento clave para que haya condiciones de desarrollo económico. Aquellas entidades en las que los trabajadores están más y mejor capacitados, y los salarios son mejores, son más atractivas para el talento y la inversión (INSTITUTO MEXICANO DE LA COMPETITIVIDAD [IMCO], 2018). Para el año 2018, el estado de Colima fue calificado en la posición 24 (IMCO, 2020) pero para el 2021, Colima fue evaluado en el lugar 15 (arriba del promedio), por arriba de estados competitivos y mayores contribuidores al PIB nacional como Guanajuato, Yucatán, Aguascalientes, Durango, Veracruz, incluso el estado de México, entre otros (IMCO, 2021).

Considerando las fortalezas en sector primario en el estado de Colima, la industria minero-metalúrgica, de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2018 contribuyó con el 8.2% del Producto Interno Bruto (PIB) industrial y el 2.4% del PIB. Adicionalmente indica que, de acuerdo con el reporte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), al mes de enero de 2020, este sector generó 381 mil 456 empleos directos y genera más de un 2.3 millones de empleos indirectos, a nivel nacional. Así mismo, la Secretaría de Economía, reporta que México ocupa el 1er lugar en la producción de plata a nivel mundial, y se ubica entre los 10 principales productores de 16 diferentes minerales: plata, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, molibdeno, plomo, zinc, diatomita, sal, barita, grafito, yeso, oro y cobre. Ese año, México se posicionó en 2do lugar con el presupuesto de exploración más alto de América Latina y 5to a nivel mundial de acuerdo con el informe anual S&P Global Market Intelligence. Asimismo, fue el 5° lugar en la atracción de inversiones para minería durante 2018, de acuerdo con la firma S&P Global

Market Intelligence. En cuanto a inversión directa se refiere, el sector minero invirtió 4,897 millones de dólares en 2018, lo que significó un aumento de 13.8% en comparación con lo invertido en 2017; el sector continúa manteniéndose como una de las ramas productivas que atrae mayor inversión al país (SECRETARÍA DE ECONOMÍA, 2018).

Sin embargo, unas de las principales problemáticas que afecta al sector minero es la generación de residuos tóxicos, por lo que el reto se encuentra en el desarrollo de tecnologías que permitan la remoción de estos residuos permitiendo el crecimiento del sector y, por otra parte, la falta de tecnologías que permitan la recuperación efectiva de metales con alto valor comercial que se encuentran a bajas concentraciones como el caso del oro.

En cuanto al sector relacionado con electricidad, agua y gas, el estado de Colima cuenta con la planta termoeléctrica de Manzanillo, el complejo termoeléctrico más grande del país tiene una capacidad de generación total de 2,804 megawatts, lo que equivale a 7% de la capacidad total efectiva instalada de la CFE (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, 2019). El Sistema Eléctrico Nacional, sin embargo, demanda una considerable cantidad de recursos naturales no renovables, que generan importantes cantidades de gases contaminantes. De acuerdo con la Comisión para la Cooperación Ambiental, la termoeléctrica de Manzanillo es la segunda generadora de partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10, segunda en partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 2.5 micrómetros, quinta mayor generadora de dióxido de azufre, quinta en óxidos de nitrógeno, quinta en dióxido de carbono, décima en metano, catorceava en óxido nitroso y quinta en mercurio (Comisión Para La Cooperación Ambiental, 2016). De acuerdo con la SEMARNAT, la emisión del 58.4% del bióxido de azufre (SO_2) se concentró en seis municipios: Carmen (Campeche), Tula de Allende (Hidalgo), Nava (Coahuila), Manzanillo (Colima), La Unión Isidoro Montes de Oca (Guerrero) y Salina Cruz (Oaxaca). En todos ellos, la mayor parte de las emisiones las generaron fuentes fijas, en particular las plantas de generación de electricidad y las refinerías de petróleo (SEMARNAT, 2016). Por su parte el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Colima 2017-2021 reportó que los datos de la concentración del bióxido de nitrógeno (NO_2) es superior a lo establecido por las NOM. Por otra parte, la concentración de bióxido de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO) se encuentran dentro de los límites permisibles por la NOM. Sin embargo, es importante señalar que la generación de energía eléctrica en el estado es la responsable de la emisión de 38% de PM_{10} ; 39.1% de $\text{PM}_{2.5}$ y 94.2% de dióxido de azufre.

De hecho, el contaminante que más se emite en todo el estado es precisamente este último, con 92,000 toneladas al año (SEMARNAT, 2021).

Esta situación se podría reducir en gran medida al emplear más fuentes de energía renovable. Sin embargo, una de las principales problemáticas que afecta al uso de energías renovables es la accesibilidad a la red de transmisión, y en países con mejores sistemas de redes y gran participación de energías renovables variables, el reto se encuentra en la administración de éstas, especialmente durante los picos de consumo.

A nivel mundial, uno de los retos que enfrentamos en lo que respecta a la transición y el almacenamiento energético es incrementar la participación de energías renovables en el sector transporte. En recientes años, se ha impulsado el uso de biocombustibles en algunos vuelos comerciales y se ha fomentado la investigación del empleo de biocombustibles gaseosos (incluyendo el bio-metano) que se emplea como combustible para vehículos, así como en la síntesis de materiales porosos que permitan el almacenamiento de metano e hidrógeno para su empleo en el sector del transporte.

Por otra parte, en los últimos años la literatura ha documentado un incremento en la contaminación del agua, suelo y aire ocasionado por la presencia de colorantes, metales pesados, pesticidas, compuestos de productos de higiene personal, medicamentos, gases de efecto invernadero, compuestos orgánicos volátiles, residuos agroindustriales y municipales, todos ellos provenientes del manejo inadecuado de los efluentes de diversas industrias tales como el sector textil, alimenticio, papelería, minero-metalúrgico, de pinturas, curtiduría, cosméticos, entre otros. En este contexto, es evidente que, debido al perfil toxicológico de los distintos contaminantes, es indispensable el desarrollo de tecnologías para el monitoreo, tratamiento y control de los contaminantes de efluentes industriales, suelos y fuentes de abastecimiento de agua para uso y consumo humano para reducir la contaminación del medio ambiente y evitar problemas de salud pública.

En el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas congregó a 150 países, entre ellos México. En la reunión de ese año se plantearon 17 objetivos para hacer frente al cambio climático para el año 2030 (NACIONES UNIDAS MÉXICO, 2021). Los objetivos 6, 7, 9, 12 y 13 corresponden a Agua limpia y saneamiento, Energía asequible y no contaminante, Industria, innovación e infraestructura, Producción y consumo responsable y Acción por el Clima, respectivamente. El logro de estos objetivos está estrechamente vinculado al desarrollo de nuevas formas de realizar los procesos, materias primas para los mismos, mejoras en los métodos de análisis, etc.

En México, se están llevando a cabo múltiples esfuerzos para realizar más investigación sobre el tema, para su aplicación en el mediano plazo, contribuyendo a la reducción y control de emisiones contaminantes. Así mismo, en los últimos años, el país se ha convertido en un mercado importante para la inversión en la industria química, destacando la integración de las cadenas productivas y su potencial de crecimiento. Este es el panorama de desarrollo y crecimiento para el estado de Colima.

La ciencia y la tecnología aplicadas son áreas cruciales para el desarrollo de una industria competitiva que fortalezca la economía del estado. Se plantea como estrategia la mejora del ecosistema científico y tecnológico del estado a través del fortalecimiento de una agenda estatal que incluya a la ciencia, la tecnología y la innovación, enfocadas a la reducción del impacto ambiental causado por la producción de energía y generando productos de alto valor agregado (GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, 2022).

Por todo lo anterior, es importante formar profesionistas capaces de abordar problemáticas actuales y pertinentes, no solo nacionales sino a nivel global, porque esto asegurará un mejor desarrollo profesional enfocado al desarrollo de proyectos de investigación pertinentes, para que los egresados puedan impactar en áreas en las cuales se necesita innovación en los procesos.

Para México la ciencia, la tecnología y la innovación son considerados bienes indispensables para incrementar la productividad, competitividad y prosperidad del país. La estructura de planeación derivada del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, destaca el papel fundamental de la educación, la ciencia y la innovación, en la búsqueda del beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional.

Dentro de las estrategias establecidas por el PND se encuentran la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel, el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales para fortalecer el desarrollo regional y la contribución a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las instituciones de educación superior.

Por su parte, dentro del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2021- 2027 (GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, 2022) se establecen como objetivos estratégicos el fortalecer el desarrollo científico y tecnológico del estado para aumentar la innovación que sea susceptible de aprovechamiento comercial, vincular al sistema educativo con las oportunidades y necesidades de las industrias, promover el desarrollo industrial sustentable del estado. Para lograr lo anterior se plantea como estrategia el mejorar el ecosistema científico y tecnológico del estado a través del fortalecimiento de la agenda estatal que

establezca la política de ciencia, tecnología e innovación, reduciendo el impacto ambiental causado por la generación de energía y generando productos de alto valor agregado.

En este contexto, la creación del programa de posgrado con un enfoque ambiental tendrá un papel muy importante en la mejora de calidad medioambiental y la vida de las personas, derivado de la disminución del impacto ambiental provocado por la industria.

1.3 Estudio de mercado

De acuerdo con un estudio realizado en 2017 por la Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), sólo el 12% de los mexicanos entre 25 y 64 años cuenta con un grado de maestría o superior. El mismo estudio resalta que la empleabilidad aumenta considerablemente con los niveles de educación superior, ya que la tasa de empleo es alrededor de 85% para los adultos que cuentan con un posgrado. La preparación superior también se refleja en el poder adquisitivo, ya que los salarios reportados para profesionistas con maestría o doctorado son aproximadamente cuatro veces mayores a aquellos de quienes cuentan sólo con educación media superior (Sánchez, 2018).

Por otra parte, un reporte del Centro de Educación y Fuerza Laboral de la Universidad de Georgetown indicó que en Estados Unidos la diferencia de percepciones monetarias entre un maestro y un licenciado asciende a medio millón de dólares al término de su vida laboral. También, el estudio reporta una tendencia de crecimiento del 21.7% en empleos que requieren un grado de maestría, es decir, un crecimiento mayor al de cualquier otro nivel educativo (Sánchez, 2018).

Tomando en cuenta la necesidad nacional y mundial de contar con profesionistas altamente capacitados que permitan tomar los retos futuros, se realizó un estudio del interés a posibles empleadores, estudiantes y egresados de carreras afines a la ingeniería química, ambiental, bioquímica. Para este propósito, el comité curricular diseñó dos cuestionarios que se aplicaron a través de la plataforma de Google Drive, después de su distribución vía correo electrónico. A lo largo de 2020, se encuestaron 38 empleadores y 204 posibles interesados en el programa de maestría, obteniendo los datos más recientes que a continuación se discuten.

De acuerdo con los resultados de las encuestas a empleadores, el 84.2% son de sexo masculino y el 15.8% son de sexo femenino. En cuanto a las edades, éstas se encuentran entre los 25 y los 63 años. Dentro de los cargos que ocupan los diferentes empleadores que respondieron la encuesta, el 30% son gerentes de área, el 12 %

administrativos, 8% corresponde a directores generales y el resto corresponde a director, técnico, jefe de planta de beneficio y empleado profesional. Es importante mencionar que los empleadores participaron en la encuesta bajo el entendido de mantener la confidencialidad de los datos de sus empresas.

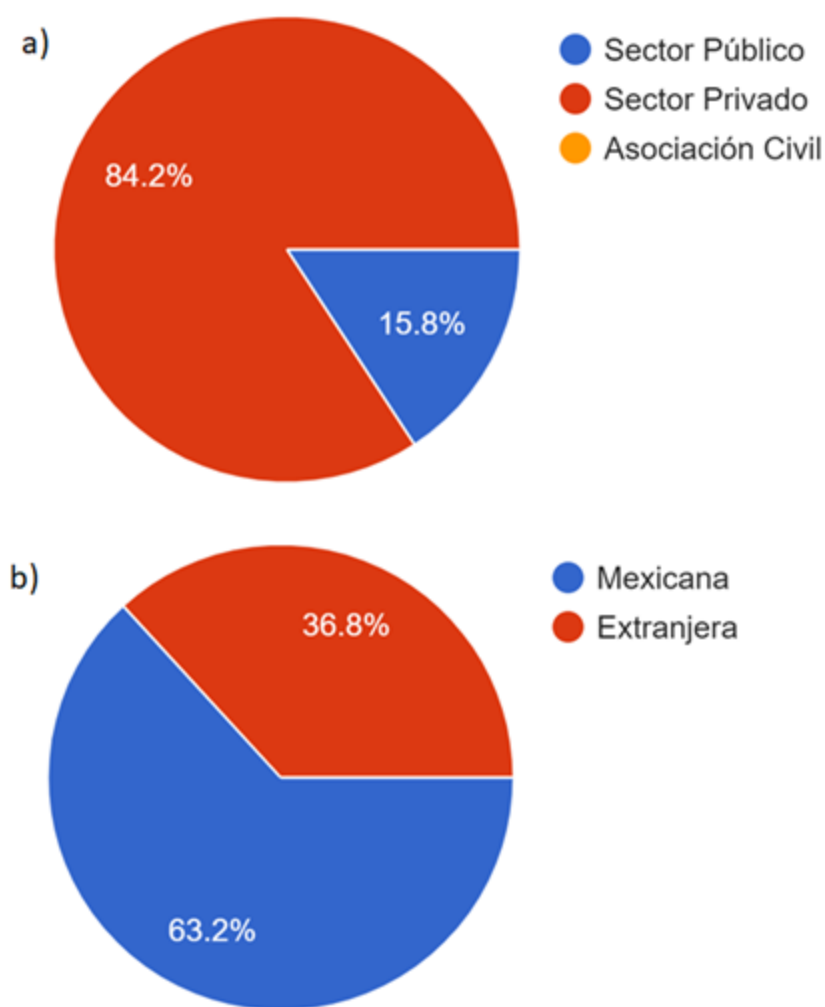


Figura 3. Tipo de empresa en donde laboran los empleadores considerando a) el tipo de empresa, y b) el origen del país de donde proviene el capital.

En cuanto a las empresas en las cuales laboran los empleadores que fueron encuestados, el 84.2% corresponde al sector privado y el 15.8% al sector público, como se muestra en la Figura 3a. En cuanto al país de origen del capital de la empresa, los resultados que se muestran en la Figura 3b indican que el 63.2% son empresas mexicanas y el 36.8% son empresas extranjeras. Con respecto al tamaño de las empresas, de acuerdo con los datos aportados por los empleadores, el 68.4% son grandes empresas (101+

empleados), el 10.5% son medianas (51-100 empleados), el 18.4 corresponde a pequeñas empresas (11-50 empleados) y el solo el 2.6 corresponde a microempresas (1-10 empleados). Considerando el giro de la empresa, el 26.3% de los empleadores encuestados laboran en el ámbito minero, el 16% en la industria alimentaria, el 15 % en la industria química, el 9% en la industria ambiental, el 9% en la industria biotecnológica, el 6% en la industria automotriz y el resto corresponde a investigación y desarrollo, a la industria petroquímica, metal-mecánica, farmacéutica, de servicios portuarios, al sector salud y educación.

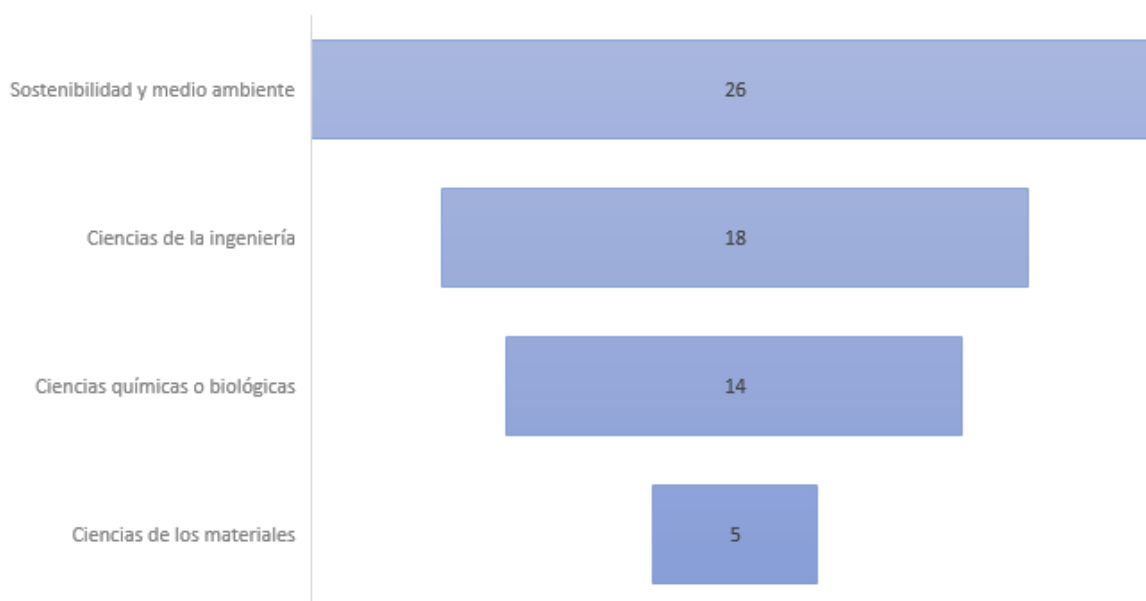


Figura 4. Áreas de prioridad que los empleadores requieren en cuanto a capacitación de sus empleados.

Al considerar las áreas que son prioridad para la capacitación de los empleados, teniendo en cuenta que más de un área puede ser prioridad, los empleadores mencionaron a la sustentabilidad y medio ambiente en 26 ocasiones (68.4%), en 18 ocasiones (47.4%) al área de las ciencias de la ingeniería, en 14 ocasiones (36.8%) a las ciencias químicas y/o biológicas y cinco (13.2%) a las ciencias de los materiales (Figura 4). En cuanto a las competencias que deben desarrollar o fortalecer los empleados que desean crecer dentro de la empresa, los empleadores coincidieron en que el dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos, así como el concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, y el ser capaces de dirigir y gestionar la organización de los recursos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental son de las más importantes, seguidas

de la capacidad para identificar, enunciar, analizar y resolver los problemas ambientales y la capacidad para generar tecnología de nuevos materiales y su aplicación industrial.

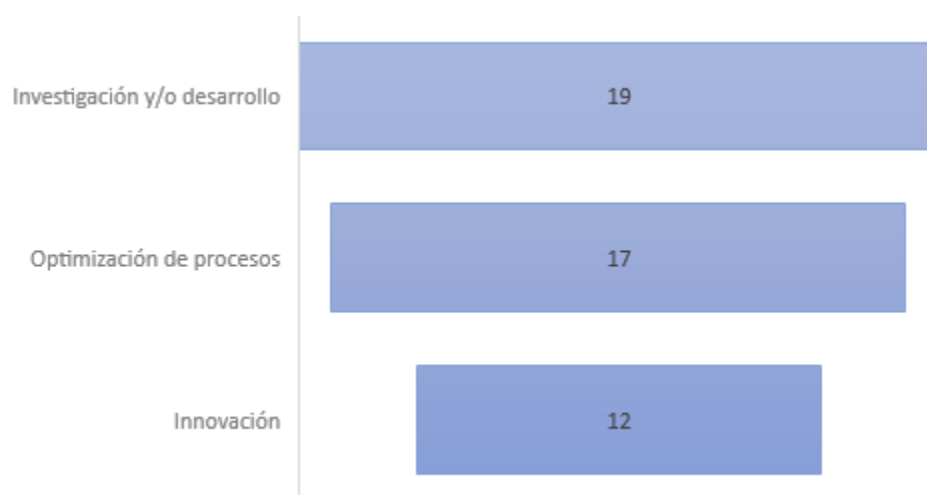


Figura 5. Número de empresas que cuentan con áreas o departamentos afines a la investigación

Por otra parte, de acuerdo con los datos proporcionados por los empleadores, en el 50% de los casos (19 empresas) cuentan con los departamentos de investigación y/o desarrollo, 44.7% (17 empresas) tienen un departamento de optimización de procesos y el 31.6% (12 empresas) cuenta con el departamento de innovación (Figura 5).

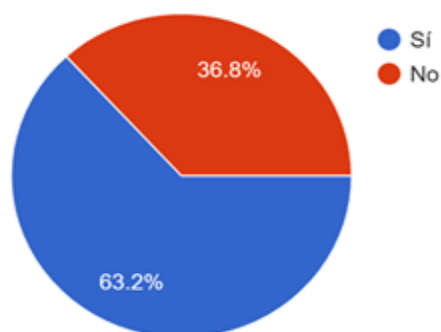


Figura 6. Requerimientos de formación a nivel posgrado dentro de las empresas de los empleadores encuestados.

Adicionalmente y como lo indica la Figura 6, el 63.2% de los empleadores señalaron que en su empresa si existen puestos que requieren un nivel de posgrado, indicando que los puestos que lo requieren son: ingeniería de procesos, alta dirección, investigación y desarrollo, optimización de procesos, responsable de estudios de riesgo y/o impacto

ambiental, gerente de área, jefe de producción, altos mandos e investigador. En cuanto a si la empresa apoyaría a sus empleados a estudiar un posgrado el 31.6% señala que si, con beca de estudio, el 42.1% que, con facilidad de horario, el 13.2% si, con promociones al obtener el grado, el 18.4% señala que no y el 13.2% señala que prefiere no responder.

Se cuestionó a los empleadores si consideran que habrá mayor demanda de profesionistas con posgrados en un futuro, para lo cual el 86.8% considera que sí, el 7.9% considera que no y el 5.2% respondieron con otras respuestas, tal como lo muestra la Figura 7.

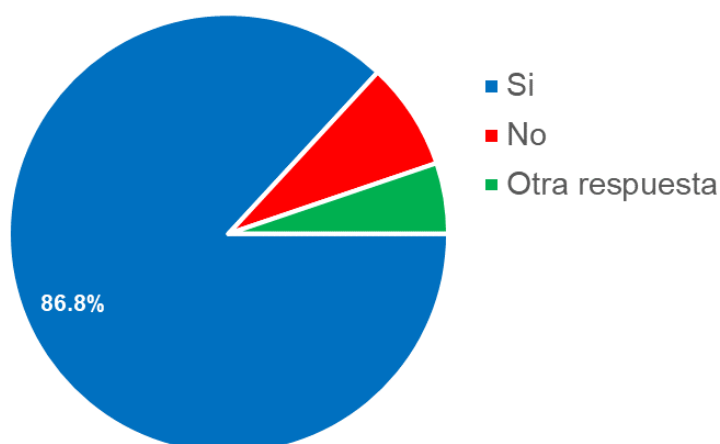


Figura 7. Percepción de los empleadores respecto a la demanda en el futuro inmediato de profesionistas con posgrado.

Considerando las áreas prioritarias para capacitación de sus empleados, los empleadores manifestaron en la encuesta las áreas que consideran más importantes desde el punto de vista formación y actualización; la información se ilustra en la Figura 8. Los resultados muestran que, de los 38 empleadores encuestados, 26 (68.4%) consideran el área de sostenibilidad y medio ambiente como el más importante que sus empleados se capaciten, seguido del área de ciencias de la ingeniería, donde 18 (47.4%) de los 38 encuestados lo consideran también como prioridad; el área de las ciencias químicas o biológicas es también prioridad para 14 de ellos (36.8%) y solo 5 empleadores (13.2%) le otorgan la relevancia de prioridad a la ciencia de los materiales. Complementa la información, un grupo de 9 empleadores (23.4%) que mencionaron como áreas prioritarias otras no propuestas como opción, y que, por razones del giro de la empresa, requieren de manera muy particular y específica para el giro empresarial en el que compiten.

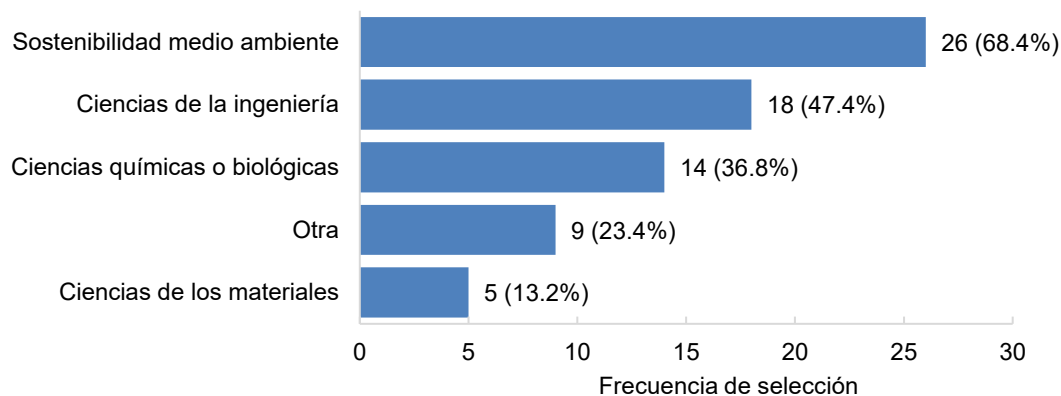


Figura 8. Áreas de capacitación seleccionadas por los empleadores encuestados que consideran como prioritarias para sus empleados.

Por otra parte, se realizaron 204 encuestas de interés de las carreras de ingeniería química, ingeniería química en alimentos, ingeniería química metalúrgica, ingeniería bioquímica, ciencias ambientales e ingeniería ambiental, de las cuales el 53.4% fueron contestadas por personas de sexo femenino y el 46.6% por personas de sexo masculino (Figura 9). Las edades de los encuestados se encuentran entre los 18 y los 39 años.

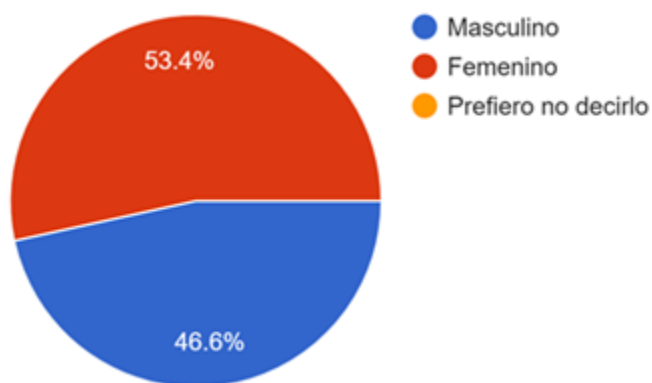


Figura 9. Distribución por sexo de los interesados en realizar un posgrado en ingeniería química.

En cuanto a los años desde su egreso de la licenciatura, el 48.5% cursaba el último año de carrera, el 18.6% menciona que egresó en el 2020, el 8.9% en el 2019 y el resto en 2018 o antes. En cuanto al lugar de residencia de los encuestados, el 27.5 % residen en el estado de Colima, el 23% en el estado de Coahuila, el 20% en el estado de Jalisco, el 10% en el estado de Sonora, el 9% en estado de Veracruz, 6% en el estado de Sinaloa, 5% en San Luis Potosí, el 5% en Hidalgo y el resto en los estados de Michoacán, Ciudad de México, Estado de México, Chihuahua, Zacatecas, Querétaro, Aguascalientes y Durango.

Se cuestionó a los posibles aspirantes si después de egresar, realizaron algún tipo de capacitación, a lo cual el 70.1% mencionó que no, el 13.2% realizó una certificación, el 8.8% diplomado, el 5.9% maestría y el 2% realizó estudios de doctorado. En cuanto al interés por cursar estudios de posgrado, el 45.1% lo ve como una forma de aumentar sus oportunidades laborales, el 34.3% menciona que lo realizaría por preparación continua, el 19.1% por superación personal, el 1% porque lo requiere en su actual empleo, y 0.5% no tiene interés.

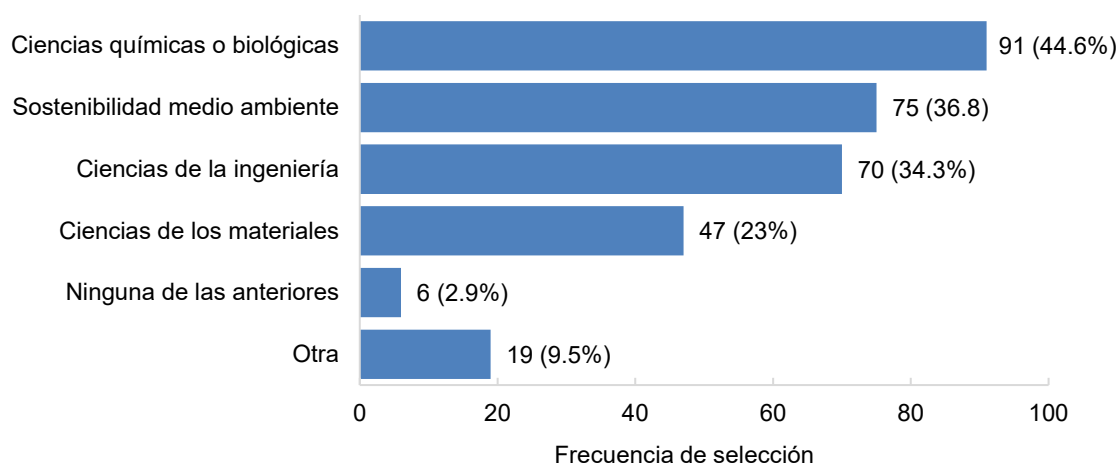


Figura 10. Áreas de capacitación seleccionadas por los encuestados interesados en cursar un posgrado y el número de ocasiones que se seleccionaron las áreas de interés por estudiar.

En cuanto al área de interés para cursar un posgrado, los encuestados seleccionaron de entre las opciones de áreas que se muestran en la Figura 10. Los interesados en cursar un posgrado tuvieron la posibilidad de seleccionar más de una opción en las áreas de interés. Los resultados pertenecientes a los 204 encuestados muestra que el área con mayor frecuencia se seleccionó al área de las ciencias químicas y biológicas, con 91 interesados (44.6%), seguido de sustentabilidad y medio ambiente con 75 ocasiones (36.8%), ciencias de la ingeniería seleccionada en 70 ocasiones (34.3%) y de ciencias de los materiales con 47 ocasiones (23%). La selección de opciones diferentes a las que se propusieron se conformó por la opción de ninguna de las áreas, en 6 ocasiones (2.9%) y otras áreas en 19 ocasiones (9.5%). Los resultados anteriores muestran un particular interés de los encuestados en las áreas químico-biológica, ambiental e ingeniería, principalmente, lo que se traduce como necesidades de demanda formativa en posgraduados que participaron en la encuesta.

En cuanto a la importancia de tener el grado de maestría para el crecimiento profesional el 46% indica que es totalmente importante, el 23% importante, el 25% medianamente importante, el 4% poco importante y finalmente el 2% nada. Adicionalmente se les cuestionó a los posibles aspirantes acerca de su situación laboral, para lo cual el 60.3% de los encuestados menciona que se encuentra desempleado, el 27% trabaja en el sector privado, el 10.3% en el sector público y el 2.5% en una sociedad civil. De los encuestados que laboran, el 18.5% pertenece a la industria alimentaria, el 14.8% a la industria química, el 11.1% a la industria minera, el 8.6% al ámbito ambiental, el 3% a la agroindustria, el 4% a la industria automotriz, el 3.7% a la administración pública, el 3.7% a los servicios financieros, el 2.5% al sector farmacéutico, el resto pertenece a distintos sectores dentro de los que se encuentran salud, hotelería, mantenimiento, maderero y de servicio. En cuanto a su experiencia industrial, el 37% cuenta con 1 a 3 años de experiencia, el 33.3% con menos de 1 año de experiencia, el 14.8% entre 4 y 6 años de experiencia, el 8.6% entre 7 y 10 años de experiencia. Finalmente, el 6.2% cuenta con más de 10 años de experiencia.

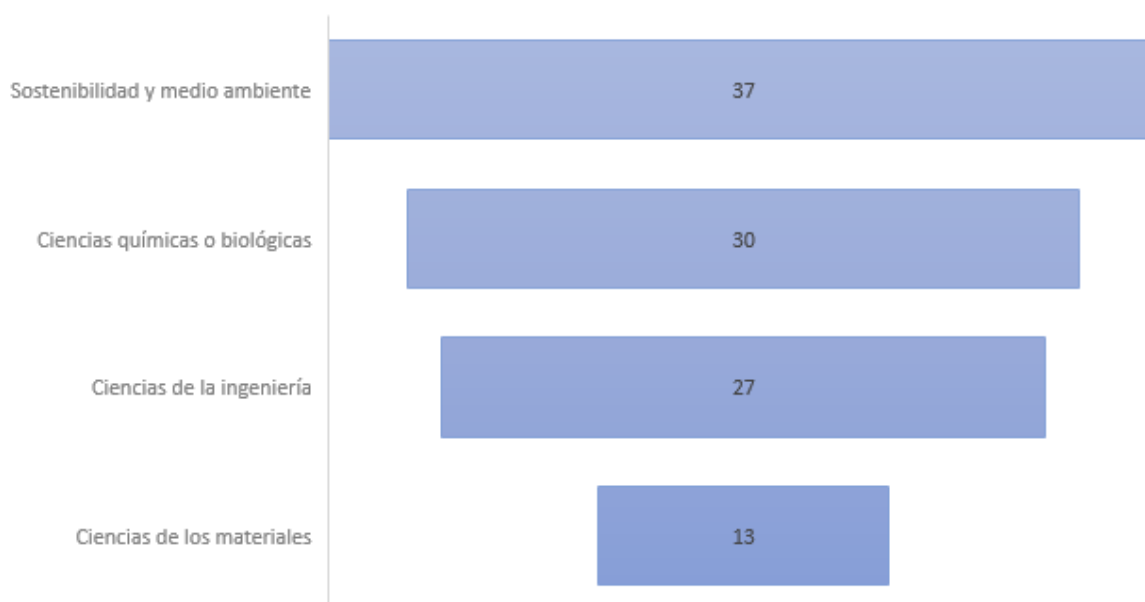


Figura 11. Número de encuestados que respondieron sobre capacitación requerida de acuerdo con experiencia laboral.

Adicionalmente, se les pidió que indicarán, en función de su experiencia, en qué disciplina requieren capacitación. De acuerdo con la Figura 11, las preferencias quedaron de la siguiente manera: sustentabilidad y medio ambiente, ciencias químicas o biológicas, ciencias de la ingeniería y ciencias de los materiales.

Al comparar los resultados mostrados en las Figura 8 y Figura 10, se observa una importante coincidencia entre las áreas que los interesados en estudiar un posgrado manifestaron y los requerimientos de capacitación de los empleadores expresaron. Aunque estos datos no reflejan una demanda de recursos humanos por parte del sector empresarial, si ponen de manifiesto que la formación especializada es pertinente y necesaria para su operación. Por lo tanto, la demanda de formación de recursos humanos coincide con el interés de los encuestados en cursar un posgrado, ambos en las áreas relacionadas con la ingeniería basadas en las ciencias químicas y biológicas con aplicación ambiental. Estas observaciones reflejan una necesidad mutua por los participantes del mercado laboral en la relación oferta – demanda de recursos humanos, que, aunque no es inmediata por parte del sector productivo, si es prioritaria en un futuro a mediano plazo.

- En cuanto a las competencias que creen tanto empleadores como posibles interesados que necesitan reforzar se encuentran: Gestionar la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica.
- Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.
- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios.
- Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios.
- Capacidad para identificar, enunciar, analizar y resolver los problemas ambientales.
- Capacidad para generar tecnología de nuevos materiales y su aplicación industrial
- Contribuir al desarrollo sostenible mediante la innovación, desarrollo y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, para un manejo integral de los recursos naturales.
- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química.
- Dirigir y gestionar la organización de los recursos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental.

De acuerdo con la encuesta realizada a los empleadores y egresados, las habilidades más importantes son: dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos, diseñar productos, procesos, sistemas y

servicios de la industria, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, contribuir al desarrollo sostenible mediante la innovación, desarrollo y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, para un manejo integral de los recursos naturales y el gestionar la investigación, desarrollo e innovación tecnológica. En segundo lugar, se ubican: la capacidad para identificar, enunciar, analizar y resolver los problemas ambientales y la capacidad para generar tecnología de nuevos materiales y su aplicación industrial.

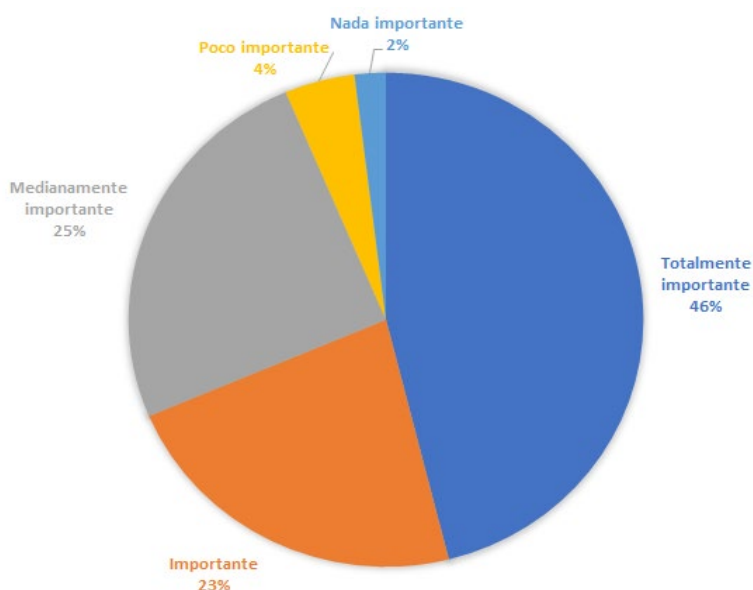


Figura 12. Importancia del grado de maestría en el crecimiento profesional.

En ambas encuestas sobresalen las áreas de ciencias químicas, ciencias de la ingeniería y principalmente, sostenibilidad y medio ambiente; tanto en el interés de los profesionistas como en la necesidad de capacitación por parte de los empleadores. En este contexto es de vital importancia para el programa de maestría atender los requerimientos e inquietudes expresadas por el grupo de profesionistas interesados en cursar un programa que permita la capacitación y/o formación de recursos humanos en el área de la química, ingeniería y ambiental. Es importante señalar que hasta el momento en la región no se cuenta con una maestría con un enfoque en la ingeniería química ambiental que busque la generación de recursos humanos altamente capacitados, con pensamiento crítico y habilidades científicas, capaces de enfrentar los retos actuales que presenta el sector industria y con visión hacia el futuro. En este sentido, la presente maestría cubre la

demanda de los empleadores al formar recursos humanos con las competencias deseadas por la industria, considerando una perspectiva nacional e internacional.

1.4 Estado del arte

En años recientes, el desarrollo industrial y tecnológico del ser humano se ha caracterizado por el consumo de una gran cantidad de recursos del planeta, tanto para generar energía, como para su procesamiento con el objetivo de satisfacer las necesidades del estilo de vida actual del ser humano. El procesamiento de los recursos a nivel industrial, el consumo de los productos y su desecho tanto industrial como doméstico, ha generado emisión excesiva de agentes contaminantes hacia la atmósfera, los cuales, son incapaces de reincorporarse a los ciclos de degradación y/o regeneraciones naturales (Vázquez-Vuelvas et al., 2021).

Los productos residuales emitidos por las industrias durante su operación, en forma sólida, líquida o gaseosa se han convertido en un gran problema para la conservación de los ecosistemas del planeta en general, y para la salud de la población en particular (Issakhov et al., 2020, 2021). El deterioro causado por las características físicas, químicas o biológicas de los múltiples agentes contaminantes sobre los seres vivos ha provocado que haya múltiples acciones encaminadas a la prevención en la generación de contaminantes. Dentro las propuestas más importantes, se encuentran los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) emitidos por la ONU, los cuales establecen pautas para lograr cambios positivos en materia de desarrollo sostenible, atención al cambio climático y producción de energía sostenible (Laurent et al., 2020; Wang et al., 2021). Otra propuesta importante dentro de las acciones que se realizan para disminuir el consumo de recursos y aprovechar los residuos generados por los bienes consumidos es el modelo de Economía Circular (Aguilar et al., 2009; Laurent et al., 2020) y el concepto de valorización de los residuos mediante el desarrollo tecnológico que representan las biorrefinerías (Vázquez-Vuelvas et al., 2021).

En los últimos años, el desarrollo tecnológico para atender los efectos adversos de la presencia de contaminantes en la atmósfera se ha encaminado hacia la mitigación o control de la emisión de los agentes dañinos, la neutralización o inactivación de los ya emitidos, o la eliminación (no generación) de los contaminantes que tradicionalmente se han producido. Dentro de los contaminantes que se emiten a la atmósfera, es sus diferentes estados de agregación molecular, y que se definen y regulan como peligrosos por la regulación gubernamental a nivel global, se encuentran los metales pesados, colorantes,

pesticidas, productos farmacéuticos, residuos sólidos agroindustriales u hospitalarios, herbicidas, fenoles, fosfatos nitratos, hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles (COV's), entre otros (NOM-052-SEMARNAT-2005, 2005).

De manera particular, el agua es vital para el ser humano, siendo indispensable para la producción de alimentos y para el medio ambiente. Sin embargo, un problema mundial es la escasez de agua potable. De acuerdo con datos de la organización mundial de la salud (OMS), del agua disponible en el mundo, solo el 0.5% es apta para el consumo humano. Es importante señalar que 748 millones de personas en el mundo carecen de agua potable, 2 500 millones no cuentan con acceso a la salud y 3,900 niños mueren por día debido a la mala calidad del agua, y particularmente, por la alteración de las propiedades físicas o químicas del agua a niveles tóxicos como consecuencia de contaminación de la misma. En algunos casos, los contaminantes pueden causar serios problemas para los seres humanos, los animales y también para el medio ambiente. Los contaminantes los podemos clasificar en biológicos y químicos. Dentro de los contaminantes biológicos podemos encontrar diferentes tipos de toxinas, patógenos transmitidos por el agua, algas y bacterias, entre otros (Sohrabi et al., 2021). Por su parte, dentro de los contaminantes químicos se encuentran los insecticidas, pesticidas, hidrocarburos y metales pesados, así como otros contaminantes emergentes (Khan et al., 2020). Los contaminantes emergentes se consideran productos químicos nuevos o productos sin estatus regulatorio, como los fármacos (Anandan et al., 2020; Chansi et al., 2020; Hatamluyi et al., 2020; Srivastava et al., 2020).

Por otra parte, la calidad del aire es vital para la existencia humana y para la calidad general del medio ambiente. Se considera que el aire está contaminado cuando su composición normal se ve alterada por la introducción de sustancias nocivas procedentes de actividades antropogénicas, las cuales pueden afectar negativamente a la salud humana y al medio ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud, los niveles actuales de contaminación del aire exterior continúan causando millones de muertes prematuras al año en todo el mundo (World Health Organization, 2016). La exposición a la contaminación del aire se asocia con mortalidad y morbilidad respiratoria, incluida la pérdida de la función pulmonar, asma (tanto causal, como su exacerbación), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (exacerbación), infecciones y cáncer de pulmón. La enfermedad cardiovascular sigue a la exposición a la contaminación del aire, incluida la aterosclerosis, la cardiopatía isquémica / coronaria, la enfermedad cerebrovascular y otras enfermedades del corazón (Ghio et al., 2020). La contaminación atmosférica se puede dar por diferentes vías como

partículas líquidas o sólidas o en forma de gas. La actividad antropogénica ha provocado un incremento de la presencia de partículas en el aire, especialmente partículas finas y polvos. Las chimeneas son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica ya que liberan diversos gases. Otras fuentes de contaminación son los motores de combustión interna y los motores a reacción. Lo son también la aplicación de plaguicidas, los aerosoles, los gases utilizados en los refrigeradores y la contaminación radiactiva, así como contaminantes menos conocidos, como el carbón negro, el formaldehído, las partículas ultrafinas, los microplásticos, el butadieno y algunos metales de transición, se conoce o se sospecha que son dañinos para la salud humana y a menudo se los considera como contaminantes emergentes (Amato-Lourenço, et al., 2020; Ghio, et al., 2020; Khan, et al., 2020). Adicionalmente, el exceso de recursos basados en el carbono y en los combustibles fósiles, ha generado una creciente preocupación por el aumento de la contaminación ambiental y el calentamiento global debido a la emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, por lo que se han hecho enormes esfuerzos en la búsqueda de tecnologías limpias que permitan proveernos la energía necesaria, y disminuir los gases de efecto invernadero y la contaminación ambiental (Enyoh, et al., 2020).

Por su parte, la contaminación del suelo, deliberada o no, se encuentra directamente relacionada con la contaminación del agua y el aire. La contaminación deliberada incluye la dispersión de aguas y lodos residuales, pesticidas, abonos, fertilizantes, partículas de pintura con plomo, desechos de minerales provenientes de la industria minera, presencia de petróleo y sus subproductos, residuos de combustión de carbón y residuos urbanos entre otros (H. Zhang et al., 2020). La contaminación no deliberada puede producirse a través de la presencia de contaminantes presentes y transportados en el aire, o arrastrados por inundaciones (Ossai, et al., 2020). Los contaminantes alteran las propiedades del suelo como el pH, el color, la porosidad y la química natural, que impacta directamente la calidad del suelo (Devendran et al., 2016; Kumar et al., 2020; Ossai et al., 2020). La presencia de contaminantes en el suelo provoca riesgos para toda la biosfera y son captados por los seres vivos a través de la ingestión directa o por absorbidos por plantas, por lo que pueden ser peligrosos tanto para la planta, como para la cadena alimentaria que depende de dicha planta.

En este contexto, debido a la toxicología de los distintos contaminantes presentes en el agua, aire y suelo es indispensable desarrollar tecnología que permita la detección, monitoreo, eliminación o remoción de estos contaminantes. Entre las tecnologías que se han aplicado en la detección, monitoreo y tratamiento de contaminantes se encuentran la

cromatografía, electroquímica, la adsorción, el intercambio iónico, la precipitación, la separación de membranas, la conversión electroquímica, la biodegradación, la oxidación avanzada, la oxidación biológica, el tratamiento químico y la fotodegradación. Bajo este esquema, en las últimas décadas, en el área de ciencia de materiales se han desarrollado varios materiales capaces de separar, interactuar y reaccionar a los contaminantes (Duan et al., 2020; Yuan et al., 2021; J. Zhang & Chen, 2017).

Actualmente, existen factores que hacen poco accesible la detección y monitoreo periódica e *in situ*, ya que los instrumentos de los que se dispone son sofisticados, y los procedimientos de operación son complicados y tienen un costo alto. Es necesario desarrollar técnicas más rentables y de respuesta rápida que faciliten el control de la calidad del aire, suelo o agua (Gaviria-Arroyave et al., 2020). En el caso de la separación/eliminación, es de vital importancia contar con un material con las características fisicoquímicas adecuadas. Los materiales porosos (nanopartículas, nanotubos de carbono, grafeno, óxido de grafeno y armazones órgano metálicos entre otros) han atraído la atención de diversos investigadores debido a sus características: una mayor relación superficie-volumen, diversidad estructural, química superficial y excelentes propiedades fisicoquímicas. (YANG et al., 2020; Y. Zhang et al., 2017). Este tipo de materiales tienen una aplicación muy amplia en una gama de campos de investigación e industrias, incluido el almacenamiento de combustible, catálisis, conversión de energía, la separación de gases, tratamiento de contaminantes, en química analítica, recuperación de compuestos de alto valor, procesos de oxidación, electroquímica y suministro de biomoléculas (Dhivya et al., 2019; Sohrabi et al., 2021; Ye et al., 2020).

En este mismo contexto, las técnicas electro-analíticas han llamado la atención a nivel mundial, debido a ventajas tales como, alta precisión, bajo costo y buena sensibilidad. Además, técnicas como la voltametría, en la que los electrodos funcionan como sensores, agregan ventajas como la portabilidad y selectividad para el monitoreo de contaminantes *in situ* (Incebay et al., 2020). Utilizar electrodos como sensores es una forma simple, barata y rápida de alcanzar las ventajas descritas, e incluso, de superar a las técnicas convencionales, pues su comportamiento depende fuertemente de la estructura superficial del electrodo (Jayaprakash et al., 2017).

En este sentido, se han hecho considerables esfuerzos para crear electrodos modificados con distintos tipos de compuestos, tales como poly (1,8-diaminonaphthalene) (Hassan et al., 2019), pectina (Alves et al., 2021), biomasa (Radotić et al., 2020), poliuretano (El-Raheem et al., 2020), Poly-1,5-Diaminoanthraquinona (Altahan et al., 2020), 2-

mercaptobenzotizol (Flores-Álvarez et al., 2021), MOFs (Pournara et al., 2019), zeolitas (Castro et al., 2021), entre otros, con el fin de monitorear todo tipo de contaminantes convencionales y emergentes (Fleet & Gunasingham, 1992; Sofen & Furst, 2020).

Asimismo, la electroquímica también ha sido muy utilizada para la remediación y tratamiento de aguas residuales, mediante electrofotooxidación, electrodesinfección, electrocoagulación (Comninellis & Chen, 2010); así como, para suelos contaminados con compuestos orgánicos e inorgánicos, utilizando la electrorremediación (Gomes et al., 2015; Martínez-Prado & Soto-Álvarez, 2019). Todo esto pone de manifiesto que la electroquímica es una herramienta bastante versátil y utilizable para su aplicación en desarrollo de soluciones en diversas problemáticas ambientales causadas por contaminación.

La contaminación del suelo tiene una diversificación importante, al involucrar a todos los residuos agroindustriales provenientes de las industrias alimentarias y relacionadas con la agricultura, así como desechos domésticos provenientes de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales (FORSU). Todos estos biomateriales de desecho representan una amenaza latente a la salud humana, debido a que, de no ser confinados adecuadamente, son puntos peligrosos de acumulación de organismos infecciosos, fauna nociva, microorganismos patógenos y peligrosos, entre otros problemas para los diversos ecosistemas adyacentes a centros de población (Vázquez-Vuelvas et al., 2021).

Los residuos agroindustriales están constituidos principalmente por biomateriales como la lignocelulosa, la cual ha resultado ser una fuente importante de producción de nuevos materiales, químicos y energía, por lo que es considerada un desecho susceptible de convertirse en materia prima de valor. La lignocelulosa es un material neutral, fácilmente disponible que constituye una fuente de carbono renovable para las biorrefinerías. Dentro de los materiales lignocelulósicos producidos por industrias agroalimentarias están las hojarascas, raíces, tallos, cortezas, cáscaras, bagazos de caña o agave, residuos de paja, de pulpa de café, la corteza de coco, semillas, residuos de madera y residuos de animales, así como el material FORSU, que además de la lignocelulosa, contiene residuos de almidón, pectina y otras fibras (Madeira et al., 2017). Aproximadamente, se generan globalmente 1,300 millones de toneladas por año. Se han desarrollado diferentes procesamientos de la lignocelulosa, mediante procesos bioquímicos asistidos por microorganismos o por extractos enzimáticos, para la producción de múltiples moléculas con alto valor agregado, como ácidos orgánicos, biocombustibles, enzimas y numeroso compuestos químicos denominados “bloques para construcción de moléculas”, obtenidos a

partir de los diferentes azúcares de los polisacáridos naturales que conforman la lignocelulosa (Madeira et al., 2017; Naira et al., 2020).

La biomasa lignocelulósica se considera un producto revalorado a partir del surgimiento de los conceptos de economía circular, bioeconomía y biorrefinerías. Precisamente, a partir del concepto de biorrefinerías se desarrollan los conocimientos para el aprovechamiento de la biomasa lignocelulósica de desecho para separarla en celulosa, hemicelulosa y lignina (Vázquez-Vuelvas et al., 2021). La lignina puede ser transformada en sustancias químicas de valor agregado como el ácido ferúlico, que se utiliza como antioxidante en la industria farmacéutica y cosmética, o la vainillina que se utiliza ampliamente como agente saborizante y como fragancia (Naira et al., 2020). La celulosa y hemilcelulosa pueden ser hidrolizada a monosacáridos, como la glucosa o xilosa, las cuales se pueden transformar bioquímicamente en una amplia variedad de biocombustibles líquidos (bioetanol y biobutanol), disolventes (acetona), ácidos orgánicos (ácido acético, butírico, ácido láctico) u otros compuestos alcohólicos (isopropanol, isobutanol, 1,3-propanodiol, xilitol y sorbitol para el área de alimentos) (Shijie Liu, 2016). La Figura 13 muestra la gran variedad de productos sintetizados a partir de la glucosa que se puede obtener por vías asistidas por procesos bioquímicos. Adicionalmente, los azúcares hidrolizados como la glucosa pueden ser convertidos en furfural, hidroximetilfurfural, ácido levulínico, ácido fórmico o 2,5-dimetilfurano, vía síntesis química, para usarse como precursor de pesticidas, tintas para textiles y producción de resinas. Los residuos de hongos y bacterias, producto de las fermentaciones industriales que se desarrolla en el procesamiento de sacarificación de la lignocelulosa, se pueden utilizar para la producción de biopolímeros, como la quitina, polihidroxialcanoatos (PHA) y polihidroxibutiratos (PHB) utilizados en la manufactura de bioplásticos (Madeira et al., 2017; Shijie Liu, 2016). En este contexto, una aplicación de los biomateriales lignocelulósicos es la producción de polímeros biodegradables, como el ácido poliláctico (PLA), ácido polibutilensuccinato (PBS) y el ácido polibutilen adipato-co-tereftalato (PBAT). Este último es un poliéster utilizado en el empaque de alimentos y utilizado como materia prima del plástico compostable (Weinberger et al., 2020).

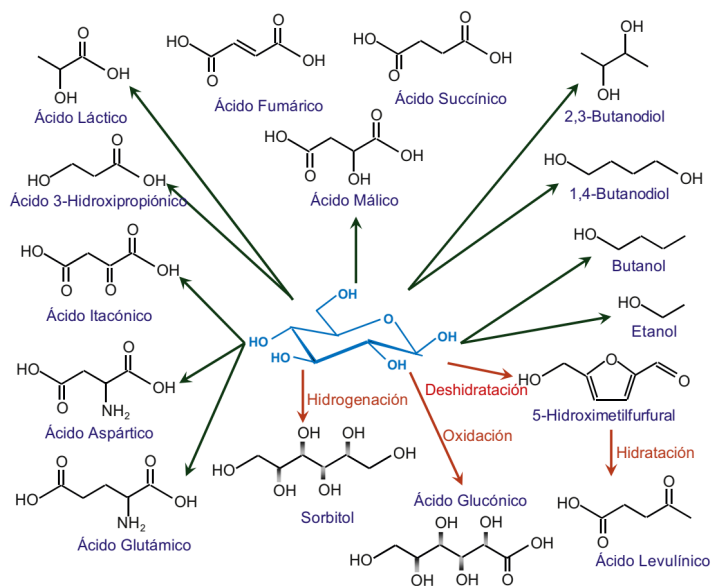


Figura 13. Plataforma de moléculas que se pueden construir o sintetizar a partir de la glucosa (al centro) producida mediante hidrólisis de la celulosa contenida dentro de la biomasa lignocelulósica (las rutas bioquímicas o metabólicas se señalan con flechas en negro y las rutas sintéticas en rojo) (Shijie Liu, 2016)

Desde el punto de vista energético, y con la finalidad de disminuir la contaminación por el uso de combustibles fósiles y derivados del petróleo, diversos investigadores han enfocado sus esfuerzos en la búsqueda de procesos que permitan la producción de biocompuestos capaces de sustituir a derivados del petróleo, así como de biocombustibles que presenten una baja emisión de contaminantes, no toxicidad, alto índice de octanaje y baja viscosidad. Si esto se logra, los biocompuestos podrían convertirse en una alternativa prometedora y económicamente viable a los derivados del petróleo y los combustibles fósiles comunes (Agarwal et al., 2018).

En el caso del biodiesel, tradicionalmente su producción se realiza en condiciones homogéneas, en presencia de bases o de un catalizador ácido, como el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio (Jamil et al., 2020). Sin embargo, la corrosión de los reactores, la difícil recuperación del catalizador y la contaminación ambiental, hacen que este proceso sea poco amigable con el medio ambiente. Los sistemas catalíticos heterogéneos tienen una serie de ventajas significativas sobre los homogéneos, como la fácil recuperación, la simple separación del catalizador y la minimización de los residuos no deseados (Jamil et al., 2020; Nikseresht et al., 2017). Sin embargo, para su posible aplicación es necesario encontrar catalizadores ecológicos y procesos respetuosos con el medio ambiente para la producción de biodiesel, ya que actualmente el proceso implica altos costos, tiene una toxicidad y presenta problemas de lixiviación (Jamil et al., 2020). Los candidatos para usarse como

catalizadores en la esterificación de aceites para la producción de biodiesel, presentan algunas desventajas, como un área superficial baja y una alta solubilidad en el medio de reacción, lo que limita su aplicación industrial. Para superar estas desventajas, recientemente se ha estudiado la inmovilización de catalizadores en materiales porosos como zeolitas, MOF o materiales carbonáceos entre otros (Cirujano & Martín, 2020). Asimismo, el HMF es un compuesto que ha llamado la atención de los diversos investigadores, al mostrar características que lo hacen importante en el desarrollo de biorrefinerías debido a su alto potencial en la producción de diversos derivados de alto valor comercial. Allí surge una línea de investigación, pues para su uso a nivel industrial es fundamental encontrar catalizadores ecológicos que sean eficientes (Lin et al., 2019; T. Zhang et al., 2020).

De acuerdo con lo anterior, es necesario contar con recursos humanos altamente capacitados capaces de enfrentar los retos futuros. La ingeniería química ambiental como rama de la ingeniería que se dedica al estudio, síntesis, desarrollo, diseño, operación y optimización de procesos industriales con un enfoque sostenible y de procesos para la remediación del medio ambiente (aire, agua y suelo), así como en el diseño de nuevos materiales y tecnologías con amplia aplicación en el campo ambiental, puede contribuir en gran medida.

La ingeniería química ambiental implica el diseño y el mantenimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos para la producción a gran escala con un enfoque sostenible. Los ingenieros químicos ambientales son responsables del desarrollo de tecnologías y procesos para la remediación del impacto ambiental ocasionado por la contaminación natural y antropogénica.

La ingeniería química ambiental contribuye en casi todas las industrias e impacta en la producción a gran escala. Algunas tareas típicas incluyen:

- Asegurar el cumplimiento de las normativas sanitarias, de seguridad y medioambientales.
- Investigar y diseñar sobre la síntesis y caracterización de nuevos materiales, el desarrollo de nuevos productos y tecnologías, así como el monitoreo y la mitigación de especies contaminantes.
- Planificar, diseñar y optimizar procesos con un enfoque sostenible.
- Estimar costos de producción y ciclos de vida.

Como se mencionó anteriormente la demanda nacional y mundial en el desarrollo tecnológico y científico en ingeniería química ambiental está cobrando cada vez más importancia en el desarrollo e implementación de nuevas fuentes de energía que sustituyan a los derivados del petróleo, así como en la síntesis y desarrollo de materiales avanzados con aplicaciones ambientales, farmacéuticas, alimentarias, energéticas y aeroespaciales y en la detección y monitoreo de contaminantes.

Todo esto hace indispensable el contar con recursos humanos en el área de la ingeniería química ambiental cada día más competentes, capaces de responder a los retos regionales, nacionales y mundiales. La formación de profesionales debe ser de alta calidad para que puedan afrontar estas situaciones o problemáticas, con una elevada capacidad de análisis científico, desarrollando, diseñando, optimizando e implementando nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento de los recursos naturales, económicos, tecnológicos y humanos de una manera sustentable y sostenida.

1.5 Referentes psicopedagógicos

Se analizaron los distintos programas del área que se encuentran en el padrón del PNPC dentro de la República Mexicana. Es importante mencionar que no se cuenta con un programa que contemple las competencias, las líneas de investigación y necesidades señaladas por los diferentes sectores en el estudio de mercado (ver Tabla 1).

Tabla 1. Programa de posgrados en México similares con el posgrado propuesto.

Posgrado	Institución	Áreas	Acreditación	Orientación	Duración (años)	Perfil de egreso
Maestría en Ciencias en Ingeniería Química	Universidad de Guadalajara	- Bioingeniería y control de procesos. - Ciencia y tecnología de polímeros. - Corrosión y electroquímica. - Nanotecnología y fluidos complejos.	PNPC	Investigación	2	Los egresados deben ser disciplinados, tenaces, creativos, responsables y éticos, capaces de utilizar sus conocimientos y habilidades en la solución de problemas de tecnología en el sector productivo. Los egresados deben ser capaces de iniciar trabajos de investigación o para la aplicación innovadora del conocimiento científico o técnico para atender y responder a las necesidades del país. Los egresados tendrán una preparación de alto nivel con conocimientos actualizados, y tendrán la capacidad de cursar estudios de Doctorado en Ingeniería Química.
Maestría en Ciencias en Ingeniería Química	Instituto Tecnológico de Aguascalientes	- Simulación y modelación de procesos. - Ingeniería del medio ambiente.	PNPC	Investigación	2	Específicamente, el graduado de este programa será capaz de: a) Analizar, diseñar, implementar y mejorar equipos y procesos en la industria química, pudiendo también evaluar y diseñar sistemas de control de contaminación ambiental. b) Dar asesoría y consultoría técnica al sector público y privado, en materia de temas ambientales o campos disciplinarios de la Ingeniería Química. c) Realizar investigación básica o aplicada orientada a la solución de problemas de relevancia regional o nacional. d) Realizar investigación básica o aplicada orientada a la aportación de nuevos conocimientos en el ámbito internacional de la Ingeniería Química. e) Desempeñar actividades de docencia a nivel

						superior y posgrado. f) Integrarse a programas de Doctorado para concluir su formación científica.
Maestría en Ciencias en Ingeniería Química	Instituto Tecnológico de Celaya	• Ciencia básica en ingeniería química. • Nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable. • Ingeniería de procesos.	PNPC	Investigación	2	Al término de sus estudios, el Maestro en Ciencias en Ingeniería Química será capaz de: Realizar investigación básica y aplicada para la creación, adaptación y desarrollo de tecnología de procesos. Participar en el diseño, selección, instalación, arranque, operación y control de equipos y procesos en plantas químicas, considerando las normas de higiene y seguridad requeridas. Optimizar equipos y procesos químicos. Participar en la administración de recursos humanos, materiales, económicos y financieros en plantas de procesos químicos. Participar en la elaboración, evaluación y administración de proyectos químicos.
Maestría en Ingeniería Química	Universidad de Guanajuato	• Análisis de procesos industriales. • Materiales y protección ambiental. • Integración de procesos para el uso eficiente de la energía.	PNPC	Investigación	2	El egresado de la Maestría en Ingeniería Química (Integración de Procesos) es un profesional con una formación integral que tiene la capacidad de establecer estrategias que le permiten encontrar áreas de oportunidad para un uso más eficiente de los recursos disponibles en un proceso productivo con sensibilidad hacia las necesidades de su entorno, que contribuye así al desarrollo científico y tecnológico del país en el área de la Ingeniería Química. Dispondrá de las bases teóricas necesarias para realizar estudios de doctorado.
Maestría en Ciencias en Ingeniería Química	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	• Ingeniería de procesos. • Nanotecnología. • Catálisis y reactores.	Si	Investigación	2	El egresado del programa reunirá las características académicas necesarias para resolver problemas en la industria y para satisfacer la demanda científica de los Centros

		• Fuentes alternas de energía. • Ingeniería ambiental.				de Investigación, Institutos y Universidades cuya base sea la Ingeniería Química. Conocimientos: Sin conocimientos no se puede afrontar los retos del presente ni del futuro, ni siquiera los del pasado. Los conceptos avanzados de termodinámica, fenómenos de transporte, ingeniería de reactores químicos y procesos de separación serán el soporte conceptual que el Maestro en Ciencias en Ingeniería Química egresado de este programa manejará eficientemente, con el auxilio de las matemáticas y la computación, para enfrentar cualquier problema de la industria de procesamiento de materiales, así como los problemas planteados por la investigación básica y aplicada. Sobre estos conocimientos fundamentales se podrán hacer los conocimientos nuevos que sin duda se irán generando. La problemática actual demanda la participación de los egresados en áreas cada día más diversas, por lo que es necesario complementar este rango de su perfil con otros conocimientos, como los referentes, química de superficies, catálisis heterogénea, prevención y control de la contaminación, síntesis y análisis de procesos, dinámica y control de procesos, entre otros. Esto apunta hacia una formación más interdisciplinaria que es contemplada dentro de las actividades académicas en la forma concreta de Materias Optativas. Por lo tanto, tomando en cuenta la problemática actual y futura, es preferible darles a los alumnos de este programa una formación amplia que les permita opciones más
--	--	---	--	--	--	---

						numerosas de ocupación. Habilidades y Capacidades: Las habilidades son el potencial para aplicar lo que se sabe y comprende. Las habilidades que apuntan a ser relevantes para el quehacer futuro de los egresados de este programa son: Creatividad. Es una distinción única del hombre que permitirá a los egresados generar soluciones, desarrollar nuevas tecnologías y procesos para responder a las necesidades tecnológicas de nuestro país. Innovación. Permitirá a los egresados mejorar el funcionamiento de las plantas industriales con el fin de que compitan con éxito en los mercados. Capacidad de comunicación. En forma clara y ordenada lo que quiere o lo que sabe en el área de Ingeniería Química y no sólo en nuestro idioma. Autoaprendizaje. Habilidad que el egresado debe adquirir, dado que es necesario seguir aprendiendo cosas no vistas en las aulas durante toda la vida profesional. Capacidad de trabajar en equipo. Implica una aproximación interdisciplinaria ante los retos tecnológicos y sociales en plantas industriales. Utilizar tecnología de cómputo para el manejo de información estadística, inventarios, datos ambientales y modelos de simulación y optimización. Investigación y desarrollo de nuevos procesos y productos, así como la actividad de la docencia. Control de calidad de productos para satisfacer necesidades de mercado.
Maestría en Ingeniería	Benemérita Universidad	Procesos industriales y	PNPC	Investigación	2	El egresado tendrá la capacidad necesaria para integrar el conocimiento de la ingeniería

Química	Autónoma de Puebla	- transformación de materiales. - Desarrollo y procesos sustentables.				química, desde las bases de diseño hasta la elaboración de diagramas de flujo de proceso, tuberías e instrumentación y requisiciones de equipo. Además de la habilidad de emplear el software y hardware actual. Al término del programa el egresado tendrá los conocimientos necesarios para desarrollar proyectos de investigación en cualquiera de las líneas de trabajo y/o investigación del programa.
Maestría en Ciencias de la Ingeniería	Universidad Autónoma de Sinaloa	- Diseño, síntesis y modificación de materiales. - Modelación matemática y simulación computacional. - Sustentabilidad y deterioro de materiales.	PNPC	Investigación	2	Conocimientos: Sobre las teorías, metodologías y tecnologías de las ciencias de la ingeniería, de la funcionalidad del equipo e instrumentos de laboratorio afines a las ciencias de la ingeniería y a su LGAC que desarrolló durante su investigación, del contexto actual, estructura y desarrollo tecnológico del sector productivo. Habilidades: Aplicar la metodología de la investigación científica en un proyecto determinado, auxiliar en la generación de investigación básica y aplicada original, para interpretar manuales referente a la operación eficiente y manejo de equipo e instrumentos de laboratorio, sobre uso de materiales y reactivos, para aplicación en las Ciencias de la Ingeniería. Crear nuevas técnicas y procedimientos de operación de materiales, equipos e instrumentos de laboratorios. Deberá escribir, interpretar y comunicarse por medio del idioma inglés. Actitudes y valores: Actitud de trabajo independiente y en equipo, demostrar buen desempeño, aplicar con eficiencia y eficacia, actuar con dedicación, responsabilidad y solidaridad.
Maestría en	Universidad del	Materiales y	PNPC	Investigación	2	El egresado de este programa de Maestría en

Ciencias Ambientales	Carmen	- procesos para el medio ambiente - Química Ambiental				Ciencias Ambientales obtendrá los conocimientos, metodologías, habilidades y actitudes necesarias para desarrollar investigación básica y/o aplicada en Ciencias e Ingeniería Ambiental según el trabajo de investigación que desarrolle. El egresado podrá prestar sus servicios en la Industria, Universidades, Centros de Investigación, otras empresas privadas y/o empresas públicas. También, estará preparado para ingresar a un programa de doctorado de un área afín.
Maestría en Ciencias e Ingeniería Ambientales	Universidad Autónoma Metropolitana	- Protección y Control Ambiental - Calidad y Gestión Ambiental	PNPC	Investigación	2	El egresado de la Línea en Ciencias e Ingeniería Ambientales contará con los conocimientos, habilidades y aptitudes para: a) Identificar, analizar, y plantear esquemas de solución a los problemas más importantes relacionados con el ambiente. b) Formar, dirigir y participar en grupos de trabajo interdisciplinarios enfocados a la solución de los problemas del ambiente a través del desarrollo tecnológico y en beneficio de la sociedad. c) Participar en programas docentes para la formación de profesionistas de Licenciatura y Posgrado, así como colaborar en programas de investigación básica y aplicada. d) Insertarse en el mercado laboral público y privado a través de la consultoría y asesoría especializada, así como en la dirección de proyectos vinculados con las Ciencias e Ingeniería Ambientales.
Maestría en Tecnología Avanzada	Instituto Politécnico Nacional	- Materiales Nanoestructurados - Ingeniería y Desarrollo	PNPC	Investigación	2	Los alumnos egresados del Programa de Maestría en Tecnología Avanzada (PMTA) poseen el siguiente perfil: a. Conocimiento sólido en alguna de las LGCAs

		Sustentable • Tecnología Láser				que se cultivan en el CICATA-UA. b. Cuenta con las competencias necesarias para continuar su formación académica en un programa doctoral. c. Tiene la capacidad para proponer y desarrollar proyectos de I+D+i en el área de su especialidad. d. Posee competencias, habilidades, conocimientos, actitudes y valores que los estudiantes de un programa de posgrado deben reunir al concluir sus estudios.
Maestría en Ciencias Ambientales	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	• Ecología y Cambio Ambiental Global • Biotecnología e Ingeniería Ambiental • Sistemas Ambientales Complejos	PNPC	Investigación	2	Capacidad para generar conocimientos originales de frontera, desde una perspectiva científica y tecnológica multi e interdisciplinaria. Capacidad para compatibilizar la conservación, la recuperación y el manejo de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, con el desarrollo económico y social sostenible de la región y el país. Capacidad para prevenir y atender problemas ambientales y brindar soluciones oportunas, realistas e integradoras que apunten a preservar la biodiversidad, manejar los recursos naturales y los servicios ecosistémicos de manera sostenible, así como a restaurar sitios perturbados o remediar sitios contaminados, producir biocombustibles o incrementar el bienestar humano. Capacidad para transmitir sus experiencias y conocimientos científicos, oralmente o por escrito, y para contribuir en la formación, en el ámbito académico, de futuros profesionales.

Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental	Universidad Autónoma de Querétaro	• Identificación de la contaminación y modelación del transporte de solutos en suelos para la remediación • Desarrollo de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales uso eficiente del agua y su reúso • Desarrollo de tecnologías botánicas, microbiales e integrales para el manejo racional de la sanidad en los cultivos	PNPC	Investigación	2	Conocimientos: Posee conocimientos básicos profesionales en campos temáticos de ciencia y tecnología químico ambiental, lo cual le permite plantear y desarrollar proyectos de investigación, así como analizar e interpretar resultados. Habilidades: Muestra cualidades que le permite transmitir conocimientos y emplear metodologías requeridas en la investigación y relacionadas con la Ciencia y Tecnología Químico Ambiental Actitudes y Valores: Capacidad crítica, responsable que contribuye a resolver problemas en materia ambiental con disponibilidad de autoaprendizaje. Interés por la ciencia y la tecnología para el uso racional de los recursos naturales Deseo de actualización permanentemente. Actitudes que le permiten formar e integrar equipos de trabajo multidisciplinario. Facilidad para comunicar los resultados en forma escrita y oral Iniciativa para fomentar la responsabilidad ambiental y social.
--	-----------------------------------	---	------	---------------	---	--

Como se puede observar en la Tabla 1 el perfil de la totalidad de los programas presentados pertenece al Programa Nacional de Posgrados de Calidad cuentan con perfil de investigación, el sistema académico es escolarizado presencial y tienen una duración de 2 años.

Al realizar un análisis de las principales estrategias didácticas que se utilizan en los programas de posgrado del área de la ingeniería, tanto en programas nacionales como internacionales son, principalmente el desarrollo de proyectos, casos de estudio, resolución de problemas, entre otros que fortalecen su proceso de aprendizaje. Estas estrategias facilitan el desarrollo de las competencias debido a la complejidad del área de las ciencias duras. La formación de los egresados de la maestría debe aprovechar las técnicas educativas orientadas hacia el aprendizaje de los procesos de generación de conocimiento. Utilizar un enfoque flexible facilita orientar hacia un perfil de egreso con capacidades complejas, donde un estudiante desarrolla habilidades valiosas durante todo el proceso formativo. Se debe buscar una estructura flexible que permita al estudiante ajustar trayectoria educativa a sus necesidades e intereses. Asimismo, debe considerar una formación actitudinal, enfocada a integración social-laboral del egresado en el mundo laboral globalizado. Dichas habilidades se desarrollarán a través de la participación en el proyecto de investigación. También es primordial promover la participación de los estudiantes en actividades de movilidad académica y vinculación con el sector empresarial para reforzar los productos del proceso de aprendizaje.

El rol de los académicos debe enfocarse en orientar y guiar el proceso formativo, así como en la discusión proactiva para el desarrollo del proyecto de investigación. Es importante resaltar el uso de tecnologías de información para la comunicación, con el propósito de permitir un acceso abierto al conocimiento e información. También es primordial que el profesor proyecte un desarrollo profesional cooperativo e internacionalizado; facilitadores con mentalidad de trabajo colaborativo.

1.6 Conclusiones

El estado de Colima cuenta con fortalezas económicas debidas a un desarrollo económico favorecido por su ubicación y actividades industriales y agrícolas de la región. Destacando la minería, electricidad, agua y gas, manufacturera y de la construcción. Dichas actividades económicas requieren personal capacitado en la ciencia y tecnología. Además, los desechos que se deben gestionar en las empresas para cumplir con las normativas ambientales son también un área de oportunidad para el desarrollo de proyectos de investigación enfocados a la resolución de problemas que se generan por el tipo de giro. Estos retos no son solo del estado, sino globales, y por lo tanto es necesario cambiar a fuentes de energía renovables y mejoras en los procesos de producción de bienes y servicios.

A partir del estudio de mercado realizado para diagnosticar el contexto regional y nacional y a partir de las encuestas se puede concluir que existe prioridad en la capacitación de empleados en áreas estratégicas encaminadas a la sostenibilidad del medio ambiente y diversas áreas de la química aplicada. Las principales áreas de oportunidad son en investigación, optimización de procesos e innovación. Esto hace pertinente tener empleados con estudios de posgrado en un futuro inmediato y existe interés por parte de estudiantes de pregrado en especializarse en áreas de la ingeniería química ambiental. Además, las áreas de más interés fueron en las que precisamente se requiere por parte de las empresas trabajadores capacitados. El grado de maestría es necesario para el crecimiento profesional de los egresados de licenciatura en áreas afines. Por lo expuesto hasta ahora, el programa de maestría que aquí es pertinente, pues sus egresados tendrán oportunidad de insertarse en el mercado laboral, no solo del estado, sino de la región.

2. Factibilidad

2.1 Planta docente

En la tabla 1 se muestran los profesores que participan en el programa de posgrado, incluyendo tipo de contratación, grado académico, área de formación, antigüedad en la institución, formación pedagógica y formación disciplinar. Como se puede observar de los PTC que participan en el programa de posgrado, todos cuentan con grado de doctorado, seis cuentan con el nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y cuatro con nivel II. Respecto al PH que participa en el programa cuenta con grado de doctorado y pertenece al SNI con nivel uno (ver tablas 2 y 3).

Tabla 2. Personal que participa en el programa de posgrado.

Nombre del profesor	Tipo de contratación	Grado académico	Área de formación y/o de experiencia profesional	Antigüedad en la institución	Formación pedagógica	Formación disciplinar
Aguayo Villarreal Ismael Alejandro	PTC	Doctorado Ciencias Biológicas	Síntesis, Caracterización y Aplicación de nuevos materiales porosos y no porosos	11	Contexto, referentes y diseño curricular. El marco de las competencias docentes. Taller de innovación y emprendimiento. Diseño, desarrollo e implementación de MOOC en CENAT	Técnicas electroanalíticas. Electroquímica a microescala. Energía, sustentabilidad y medio ambiente
Ceballos Magaña Silvia Guillermina	PTC	Doctorado en Ciencias Químicas	Desarrollo, validación e implementación de métodos analíticos	11	Talleres: -Evaluación por competencias: cómo establecer criterios de desempeño y niveles de dominio -Diseño curricular por competencias -Integrando la dimensión internacional en el currículum. -Estudios de Caso -Diseño de materiales educativos con mediación tecnológica. -Diplomado en estrategias de Asesoría de Tesis y Trabajos de Investigación.	-Curso de Manejo y mantenimiento de equipos cromatográficos de fluidos supercríticos. -Curso de sistema de digestión por microondas -Capacitación en el manejo de ICP-Plasma
Flores Álvarez José Manuel	PTC	Doctor en Ciencias Químicas	Electroquímica	9		Técnicas electroanalíticas
Gómez Sandoval Zeferino	PTC	Doctorado en Ciencias Químicas	Estructura electrónica y reactividad química en sistemas finitos.	23	Cursos de acción tutorial y de docencia	Química Teórica
Muñiz Valencia Roberto	PTC	Doctorado Ciencias Químicas (Química)	Técnicas analíticas, cromatografía	11	Elaboración de rúbricas, diseño curricular, desarrollo de	Instalación de cromatógrafos, Manejo de HPLC, Manejo de GC,

		Analítica)			reactivos EGEL, Lenguaje incluyente, entre otros	Espectrometría de masas, toxicología ambiental, entre otros
Pineda Urbina Kayim	PTC	Doctorado en Ciencias Químicas	Fisicoquímica teórica y computacional	6	Diplomado en docencia. Educación a distancia. Diseño de MOOCs. Educación superior basada en competencias. Diseño curricular basado en proyectos.	Estadística inferencial. Análisis de datos y modelos predictivos. Electroquímica a microescala. Cambio climático y sustentabilidad
Rojas Mayorga Cintia Karina	PH	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	Síntesis, caracterización y aplicación de nuevos materiales porosos y no porosos para la recuperación de especies de interés económico/ambiental	5	Del diseño curricular al diseño instruccional por competencias. Contexto, referente y diseño curricular. El marco de las competencias profesionales. Competencias Docentes. Diseño curricular por competencias.	Energía, sustentabilidad y medio ambiente.
Vázquez Vuelvas Oscar Fernando	PTC	Doctorado en Ciencias Químicas	Ingeniero Químico, Procesos alimentarios, Bioprocesos, Polímeros, Biopolímeros. Síntesis y caracterización de compuestos orgánicos y organometálicos	8	Diplomado para la formación de habilidades docentes. Diplomado en Tecnología de la información y comunicación.	Bioprocesos para la producción de metabolitos de interés industrial. Biotecnología industrial. Espectroscopia FTIR aplicada a bioprocesos. MatLab aplicado a bioprocesos. Validación de Métodos microbiológicos. Formación de auditores internos Norma ISO 9000:2015

A continuación, se describe el perfil de los miembros del programa de posgrado:

Dr. Ismael Alejandro Aguayo Villarreal. Obtuvo el título de Maestro en Ciencias en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes y de doctorado en el año

2014 por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes en fortalecimiento al programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería. Es miembro del SNI nivel II y miembro del Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA), así como evaluador de la pertinencia de aceptación para su publicación de trabajos de investigación en revistas indexadas. Realizó una estancia de investigación en el Instituto Nacional del Carbón en Oviedo, España. Líneas de Investigación en Aplicación ambiental de la ingeniería: Procesos de adsorción en fase gaseosa y líquida: reactores tipo batch y columnas empacadas de lecho fijo, remoción de contaminantes prioritarios: compuestos orgánicos volátiles, metales pesados, colorantes, fluoruros, etc, síntesis y aplicación de nuevos materiales porosos y no porosos para la remoción de contaminantes, recuperación de compuestos de alto valor agregado y liberación controlada, así como en la caracterización de materiales porosos y no porosos: XPS, DRX, FTIR, SEM/EDX, FRX, TG, etc.

Dra. Silvia G. Ceballos Magaña. Licenciada en Ciencias con especialidad en Química (2002) y Doctora en Estudios Avanzados en Química por la Universidad de Sevilla (2007), y realizó una estancia posdoctoral en el Departamento de Química Analítica de la Universidad Complutense de Madrid (2008), es miembro del cuerpo académico UCOL-CA 35, miembro del SNI nivel II y cuenta con Perfil Deseable PRODEP. Estudia el análisis, desarrollo y validación de métodos para contaminantes emergentes y de composición de alimentos, el manejo de técnicas analíticas para el desarrollo y validación de métodos para la determinación de compuestos y/o elementos en distintas muestras de interés analítico.

Dr. José Manuel Flores Álvarez. Es Ingeniero Químico Metalúrgico y Doctor en Ciencias Químicas, ambos grados otorgados por la Universidad de Colima. Hizo una estancia de investigación en el laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad Complutense de Madrid, España. Realizó una estancia posdoctoral apoyando el programa de Doctorado en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica en el CINVESTAV-IPN, unidad Saltillo, Coahuila. Recientemente es profesor e investigador de tiempo completo en la Universidad de Colima y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I y con perfil deseable PRODEP. Líneas de Investigación dentro de la aplicación ambiental de la ingeniería: Análisis de minerales por métodos electroquímicos empleando electrodos de pasta de carbón, con el fin de elucidar las reacciones redox que se llevan a cabo durante la recuperación y transformación de dichos minerales, modificación de electrodos y estudios voltamperométricos en general.

Dr. Zeferino Gómez Sandoval. Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, Universidad de Colima (1993); Maestro en Ciencias en Química Inorgánica, Universidad de Guanajuato (1999) y Doctor en Ciencias Químicas, Centro de investigación y de Estudios Avanzados IPN, (2005). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel II y con Perfil Deseable PRODEP. Miembro de la Red Nacional de Fisicoquímica Teórica. Sostiene una estrecha colaboración con: el Dr. Roberto Flores Moreno y el Dr. Bernardo Zúñiga Gutiérrez, ambos adscritos al CUCEI de la Universidad de Guadalajara; la Dra. Patrizia Calaminici, adscrita al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; el Dr. Ulises Reveles de la Universidad de Virginia Commonwealth, USA. El principal interés del Dr. Gómez son las aplicaciones de sistemas finitos en el contexto de la teoría de los funcionales de la densidad, enfocándose en los siguientes tópicos de investigación: simulaciones de dinámica molecular ab-initio de Born-Oppenheimer; estudio de cúmulos metálicos, semiconductores y de tipo super-átomo; reactividad química global y local, así como sistemas materiales y biológicos.

Dr. Roberto Muñoz Valencia. Licenciado en Ciencias con especialidad en Química y Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid, España, ha trabajado en Rotenco dando servicios técnicos a la industria petrolera. Realizó una posdoctoral en el IPICYT trabajando en el proyecto Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental. Es miembro del SNI nivel II y cuenta con Perfil Deseable PRODEP. Línea de investigación en ciencia básica en la ingeniería, manejo de técnicas analíticas para el desarrollo y validación de métodos para la determinación de compuestos y/o elementos en distintas muestras de interés analítico. Técnicas utilizadas: Cromatografía de Líquidos de Altas Resolución (HPLC) con detectores de: Fluorescencia (FLD), Arreglo de Fila de Diodos (DAD), Índice de Refracción (RID) y Espectrometría de masas (MS). Cromatografía de Gases (GC) con detectores de: Espectrometría de masas (MS), Ionización de Flama (FID). Cromatografía de fluidos supercríticos (SFC) con detectores de: Espectrometría de masas (MS) y Arreglo de Fila de Diodos (DAD). Análisis elemental mediante Plasma de Acoplamiento Inductivo con Detección de Espectroscopia de Emisión Óptica (ICP-OES) y mediante Espectroscopía de Absorción Atómica.

Dr. Kayim Pineda Urbina. Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Colima. Ingeniero Químico Metalúrgico y Doctor en Ciencias Químicas por la misma Universidad de Colima. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Miembro de la Red Nacional de Fisicoquímica Teórica. Realizó una estancia de investigación en el Instituto Tecnológico de Tijuana y en la Universidad Nacional de Colombia. Sostiene una estrecha colaboración con el Dr. Roberto Flores Moreno de la Universidad de Guadalajara,

donde realizó parte de sus estudios de doctorado. Líneas de Investigación dentro de las ciencias básicas del medio ambiente y en aplicaciones ambientales de la ingeniería: Química teórica y computacional, estudio de la reactividad y regio-selectividad química, predicción de propiedades químicas y biológicas, simulación de materiales, análisis de datos.

Dra. Cintia Karina Rojas Mayorga. Egresada del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, se graduó de Ingeniero Químico en el 2009, obtuvo el título de Maestra en Ciencias en Ingeniería Química en el 2012 y en el 2017 logró obtener por Cotutela Internacional el grado de Doctora en Ciencias por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes y la Universidad de Alicante (España). Adicionalmente la Dra. Cintia Karina ha realizado 2 estancias de Investigación en la Universidad de Alicante, en España, incorporándose en el grupo de investigación del Laboratorio de Materiales Avanzados (LMA) bajo la supervisión y dirección del Dr. Joaquín Silvestre Alberó. Paralelamente, ha desarrollado diversas investigaciones en el área de la síntesis y caracterización de materiales adsorbentes y en los procesos de adsorción de contaminantes. Gracias a los resultados de su investigación y colaboración, el Laboratorio Nacional de Oak Ridge en Tennessee (EE. UU.) le ofreció una estancia en el Acelerador de Neutrones en el Spallation Neutron Source (SNS). La Dra. Cintia cuenta con 11 artículos científicos JCR en revistas científicas internacionales, además se ha contado con su participación en diversos congresos Nacionales e Internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Líneas de Investigación en Aplicación ambiental de la ingeniería: Síntesis y aplicación de nuevos materiales porosos y no porosos para la recuperación de compuestos de alto valor agregado y liberación controlada, remoción de contaminantes en fase gaseosa y líquida: reactores tipo batch y columnas empacadas de lecho fijo y caracterización de materiales para aplicaciones diversas (XPS, DRX, FTIR, SEM/EDX, FRX, TG, etc.).

Dr. Oscar Fernando Vázquez Vuelvas. Egresó como Ingeniero Químico de la Universidad de Colima. Realizó una estancia académica en el Departamento de Ingeniería Mecánica en la Escuela Superior de Ingeniería Química, de la Universidad Rovira I Virgili, en Cataluña, España. Estudió el Doctorado en Ciencias Químicas en la Universidad de Colima y realizó una estancia posdoctoral en el Departamento de Investigación en Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Cuenta con experiencia en el campo industrial en la fabricación de pectina cítrica, almidón de maíz y sus derivados industrializados, así como en el manejo y operación de una planta de tratamiento de efluentes industriales. Sus estudios de doctorado los realizó en el área de síntesis orgánica de ligantes empleados para la preparación organometálica de catalizadores para la

polimerización de derivados de olefinas. Los estudios de posdoctorado los realizó en el área de catalizadores naturales o enzimas de origen fúngico para la degradación de polisacáridos de fructosa. Su área de estudio e investigación son los carbohidratos y polisacáridos naturales enfocados al campo alimenticio, bioprocesos fúngicos y bioquímica de enzimas, así como el procesamiento subproductos agroindustriales para la obtención de derivados con valor agregado y aplicación en la industria de alimentos, biocombustibles o química. Actualmente tiene el nombramiento de investigador nacional nivel I del SNI.

Al realizar un análisis de las distintas líneas de investigación que cultiva el personal docente es importante resaltar como las líneas de investigación se interrelacionan y enriquecen abordando la parte de Química – Ingeniería – Ambiental desde la ciencia básica empleando la química teórica y computacional para la predicción de propiedades químicas y biológicas, la química analítica en el análisis, desarrollo y validación de métodos analíticos para contaminantes emergentes y de composición de alimentos, hasta la ingeniería aplicada en la síntesis, caracterización y aplicación de nuevos materiales porosos y no porosos para la remoción de contaminantes, recuperación de compuestos de alto valor agregado y liberación controlada, así como el procesamiento subproductos y residuos agroindustriales para la obtención de derivados con valor agregado y aplicación en la industria de alimentos, biocombustibles o química. Como se puede observar, la parte ambiental tiene un papel importante en las líneas de investigación de los profesores que participan en el programa de posgrado. Por otra parte, de acuerdo con los perfiles del personal docente podemos destacar que cuentan con el reconocimiento por parte del Sistema Nacional de Investigadores y perfil deseable PRODEP, lo cual demuestra que cuentan con una trayectoria reconocida como docentes e investigadores, avalada por una productividad científica sostenida y de calidad.

Es importante mencionar que, las materias del programa de maestría puede ser impartidas, junto con los profesores que constituyen el núcleo básico, por profesores que se encuentren laborando dentro del programa Investigadores e Investigadoras por México, perteneciente a CONACYT; por profesores que se encuentren en estancias sabáticas, en el programa de Doctorado en Ciencias Químicas, por profesores que realicen estancia posdoctoral, por profesores adscritos a otra dependencia dentro de la universidad de colima y por profesores por horas que cumplen con el perfil del programa y colaboran en la facultad y/o en la Universidad de Colima.

2.2 Infraestructura

El programa de posgrado es parte de la oferta educativa de la Facultad de Ciencias Químicas, sin embargo, para su desarrollo se fortalecerá con la infraestructura de la Facultad de Ciencias, lo cual le permitirá al programa el contar con la infraestructura necesaria para su operación, de manera particular:

La Facultad de Ciencias Químicas tiene un edificio de Ingeniería química, el cual cuenta con ocho distintos laboratorios dedicados exclusivamente a investigación de alto nivel, como son el de ingeniería de materiales, productos biológicos, catálisis, química analítica, química supramolecular, productos naturales, química de coordinación y organometálica y química computacional. Adicionalmente cuenta con 2 aulas para posgrado y una sala de juntas. Por otra parte, se cuenta con laboratorios multidisciplinarios, laboratorios para el área alimentaria y metalúrgica, cubículos para profesores, 1 auditorio, 1 laboratorio de cómputo y red inalámbrica en los campus universitarios.

Por otra parte, la Facultad de Ciencias cuenta con laboratorio de química, laboratorio de instrumental y laboratorio de Estado sólido, así como con aulas, cubículos para profesores, auditorio, laboratorio de cómputo y red inalámbrica en los campus universitarios.

Las bibliotecas disponibles cuentan con el acervo bibliográfico suficiente y actualizado, con estantería abierta, en medio impreso y en línea, lo cual permitirá el desarrollo óptimo del programa.

2.3 Factibilidad financiera

En concordancia con las políticas institucionales, parte de las cuotas de los estudiantes (integradas por inscripción, colegiatura y un pago complementario) se destinarán como parte del financiamiento del programa. Adicionalmente, el núcleo académico del posgrado estará conformado por profesores de tiempo completo adscritos a la Universidad de Colima, quienes se encargarán de la gestión a modo personal del financiamiento para el desarrollo de sus proyectos de investigación. Asimismo, se buscará participar en convocatorias por presupuestos ordinarios o extraordinarios, los cuales serán empleados para cubrir gastos operativos, tales como congresos, proyectos, seminarios, mantenimiento de equipos, crecimiento de la infraestructura entre otras actividades. Por el perfil y calidad de los investigadores que integrarán el programa de posgrado, se buscará acceder en el corto plazo al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), lo que nos dará la posibilidad de acceder a las becas de manutención para los estudiantes y así hacer más atractiva la oferta

del programa; además, con este mismo fin, se participará en fondos externos estatales o federales.

En cuanto al financiamiento de los proyectos científicos, actualmente se cuenta con proyectos financiados y se continuará con la participación en las convocatorias de fondos federales, estatales e internacionales que permitan el financiamiento de proyectos científicos y el crecimiento de la infraestructura científica. Esto permitirá el crecimiento de las líneas de investigación, el fortalecimiento de los cuerpos académicos, el crecimiento del posgrado. Asimismo, mejorará el nivel de la investigación y permitirá la vinculación con el sector educativo y productivo.

2.4 Factibilidad de vinculación

Los ingenieros convierten los procesos desarrollados en el laboratorio en aplicaciones prácticas para la producción comercial de productos, y luego trabajan para mantener y mejorar esos procesos. La función principal de los ingenieros químicos es diseñar y solucionar los procesos para la producción de productos químicos, combustibles, alimentos, productos farmacéuticos y productos biológicos, solo por mencionar algunos. Las plantas de fabricación a gran escala los emplean con mayor frecuencia para maximizar la productividad y la calidad del producto a la vez que minimizan los costos.

Bajo este esquema podemos decir que los ingenieros químicos trabajan en casi todas las industrias y afectan la producción de casi todos los artículos fabricados a escala industrial. Algunas de estas industrias son: la aeroespacial, automotriz, biomédica, electrónica, ambiental, metalúrgica, petroquímica, química, farmacéutica, alimentaria, biotecnológica, médica y militar entre otras. En este contexto, la Universidad de Colima a través del programa de posgrado contará con un enfoque ambiental, lo que permitirá la vinculación con dependencias públicas como la SEMARNAT, CONAGUA, SENER, así como con instituciones públicas como la Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, y con el sector productivo regional, como Ternium, Peña colorada, Dupont, Holcim, SSA México, entre otras. Adicionalmente, se buscarán vínculos con la sociedad a través de proyectos de investigación, asesoría profesional y prestación de servicios, que se traducirá en un fortalecimiento de la calidad de vida de la entidad y la región occidente del país.

Es importante mencionar que se buscarán convenios con centros de investigación CONACYT, como el Centro de Investigaciones en Química Aplicada (CIQA) y el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATC), así como con instituciones de

educación superior, como el Instituto Tecnológico de Aguascalientes y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, lo que permitirá fortalecer la infraestructura científica disponible. Por otra parte, se buscará tener una vinculación estrecha con el sector industrial de forma que se puedan realizar proyectos colaborativos.

Actualmente, se tiene en proceso un convenio colaborativo con el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) para que los estudiantes puedan realizar estancias de investigación y de esta forma fortalecer su formación. Adicionalmente, por parte del Laboratorio Nacional de Materiales Gráficos (LNMG) se cuenta con la carta de intención para poner de manifiesto la intención de colaborar con la Universidad de Colima en particular con el programa de posgrado, lo cual permitirá fortalecer la estructura del programa y ampliar la vinculación con el sector público, privado y social.

2.5 Conclusiones

Es factible desarrollar el posgrado propuesto en la Universidad de Colima, ya que se cuenta con profesores especializados con calidad y productividad en temas de ciencia y tecnología afines a las problemáticas expuestas anteriormente. La infraestructura es suficiente, ya que se cuenta con equipo y espacios para trabajar tanto para la impartición de clases como para el desarrollo de proyectos en los diversos laboratorios. Además, los profesores del núcleo básico cuentan con redes de colaboración con pares académicos para que los estudiantes puedan realizar movilidades durante sus estudios.

3. Proyecto formativo

De acuerdo con lo anterior, podemos concluir que, para México, la ciencia, tecnología e innovación juegan un papel preponderante como variables estratégicas del cambio estructural necesario para potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana y para lograr un crecimiento sostenido y sustentable.

Es importante destacar que una de las grandes fortalezas de la Universidad de Colima radica en sus profesores – investigadores. Los profesores involucrados en el programa de posgrado cuentan con diferentes perfiles académicos y están reconocidos por el Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT. Adicionalmente, cuentan con trabajos de calidad, tanto de manera individual como colectiva, en el área de las ciencias básicas del medio ambiente y aplicaciones ambientales de la ingeniería. Esta característica les permite integrar

sus distintos perfiles en proyectos de investigación multidisciplinarios para la formación de recursos humanos de alta calidad.

De acuerdo con la OCDE, ONU y la ACS existe una tendencia en el crecimiento de empleos que requieren un grado de maestría o superior, debido a que la investigación está creciendo en importancia por la necesidad de desarrollar e implementar nuevas fuentes energéticas asequibles y no contaminantes, así como procedimiento más eficiente para el tratamiento de agua, la remediación de suelos y el aprovechamiento de residuos producidos por el sector industrial. La innovación y el desarrollo de infraestructura, la producción y consumo responsable, la acción por el clima, involucra aspectos que tienen relación con las líneas de aplicación y generación de conocimiento que se proponen en el programa de posgrado. Las necesidades, objetivos y metas enmarcados por la ONU, energía asequible y no contaminante (objetivo 7), acción por el clima (objetivo 13), vida submarina y de ecosistemas terrestres (objetivos 14 y 15, respectivamente), son congruentes con los resultados de la encuesta que se realizaron a empleadores y profesionistas de áreas afines, las cuales señalan la necesidad de contar con recursos humanos altamente calificados en la solución de problemáticas ambientales que impacten a nivel regional, nacional o internacional.

Tomando en cuenta las tendencias es el desarrollo estatal, nacional y mundial y los retos futuros, es evidente la necesidad de formación de recursos altamente capacitados. Por ello, la Universidad de Colima, a través de la Facultad de Ciencias Químicas busca ofrecer un programa académico de Maestría en Ingeniería Química Ambiental.

El programa, está enfocado en el estudio y solución de problemáticas ambientales locales que tienen un carácter global a partir de la investigación, desarrollo, síntesis, optimización, generación y aplicación de nuevos procesos o tecnologías que contribuyan al desarrollo regional y nacional. Mediante el uso del aprendizaje pasivo en la cual el profesor expone los contenidos fundamentales de la materia y del aprendizaje basado en proyectos como estrategias didácticas, se pretende la formación de profesionistas capaces de resolver problemas medioambientales como la detección y tratamiento de contaminantes emergentes, la remediación de efluentes contaminados de origen industrial o municipal, contaminaciones del suelo, agua y aire, a partir de la aplicación de la ingeniería química, de manera particular las áreas relacionadas con diseño, síntesis y caracterización materiales avanzados para aplicaciones diversas como en procesos de oxidación avanzada, catálisis, purificación, almacenamiento de energía, recuperación de compuestos de alto valor agregado, liberación controlada de fármacos, adsorción y detección de contaminantes.

Es importante indicar que, en el estado de Colima no se encuentra un programa que considere las mismas temáticas para la formación. En este contexto, el desarrollar un programa de Maestría en Ingeniería Química Ambiental impactará directamente sobre objetivos estratégicos estatales, nacionales e internacionales de acuerdo con los planes estatales y nacionales de desarrollo, así como en los ODS's de la ONU, con competencias que le permitan el desarrollar proyectos para la solución de problemas medioambientales relacionados con la contaminación ambiental, la mejora de procesos, el cambio climático y la producción de energía sostenible, así como la capacidad de trabajar en equipos de trabajo conformados por los profesores del núcleo básico, para la identificación y resolución de problemas y necesidades de la sociedad y del sector productivo.

Capítulo 2. Organización del Programa

1. Líneas de generación y aplicación de conocimiento

El posgrado Maestría en Ingeniería Química Ambiental trabaja las siguientes líneas de generación y aplicación del conocimiento:

- Ciencias básicas del medio ambiente
- Aplicación ambiental de la ingeniería

Ciencias básicas del medio ambiente

En esta línea de investigación se abordan temáticas relacionadas con la modelación molecular, química teórica, electroquímica, simulación y química analítica; teniendo como base conocimientos sólidos de física, química y matemáticas aplicadas para la atención de los problemas del medio ambiente, así como técnicas de química ambiental y procesos de ingeniería ambiental.

Aplicación ambiental de la ingeniería

Esta es una línea de investigación multidisciplinaria que involucra diferentes áreas de aplicación ambiental de la ingeniería: a) Preparación de materiales avanzados, síntesis y caracterización (polímeros, zeolitas, MOF's y carbones entre otros) para aplicaciones de descontaminación ambiental; b) Bioprocesos para el aprovechamiento de residuos agroindustriales en el marco del concepto de economía circular y biorrefinerías; c) Remediación ambiental empleando técnicas de detección, procesos de adsorción de contaminantes, catálisis química o enzimática y oxidación avanzada.

Mediante las presentes líneas de investigación el programa de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental aportará al desarrollo científico, tecnológico y la innovación del estado y del país contribuyendo para un progreso económico y social sostenible.

2. Núcleo académico

El Núcleo Académico Básico del programa de Maestría en Ingeniería Química Ambiental se encuentra conformado por 7 profesores de tiempo completo, así como con el apoyo de un profesor por horas como colaborador. De acuerdo con los perfiles del personal

docente podemos destacar que cuentan con el reconocimiento por parte del Sistema Nacional de Investigadores y perfil deseable PRODEP, lo cual demuestra que cuentan con una trayectoria reconocida como docentes e investigadores, avalada por una productividad científica sostenida y de calidad (Ver tabla 3).

Tabla 3. Núcleo académico básico: CA, Nivel de SNI y LGAC.

Profesor	CA	Nivel SNI	Nombramiento	LGAC
Dr. Ismael Alejandro Aguayo Villarreal	UCOL-CA-74 Ingeniería química	2	PTC	Aplicación ambiental de la ingeniería
Dra. Silvia Guillermina Ceballos Magaña	UCOL-CA-35 Química y Farmacia	2	PTC	Ciencias básicas del medio ambiente
Dr. José Manuel Flores Álvarez	UCOL-CA-112 Fisicoquímica teórica y aplicada	1	PTC	Aplicación ambiental de la ingeniería
Dr. Zeferino Gómez Sandoval	UCOL-CA-112 Fisicoquímica teórica y aplicada	2	PTC	Ciencias básicas del medio ambiente
Dr. Roberto Muñiz Valencia	UCOL-CA-74 Ingeniería química	2	PTC	Aplicación ambiental de la ingeniería
Dr. Kayim Pineda Urbina	UCOL-CA-112 Fisicoquímica teórica y aplicada	1	PTC	Ciencias básicas del medio ambiente
Dra. Cintia Karina Rojas Mayorga	UCOL-CA-74 Ingeniería química	1	PH	Aplicación ambiental de la ingeniería
Dr. Oscar Fernando Vázquez Vuelvas	UCOL-CA-115 Bioquímica Aplicada	1	PTC	Aplicación ambiental de la ingeniería

3. Misión y visión del programa

Misión:

La Maestría en ingeniería Química Ambiental es un programa de posgrado que forma recursos humanos altamente capacitados, capaces de responder a los retos ambientales regionales, nacionales y mundiales, con una elevada capacidad de análisis científico, que les permite participar en el diseño, desarrollo, optimización e implementación de nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento de los recursos naturales, económicos, tecnológicos y humanos de una manera sustentable y sostenida.

Visión:

La Maestría en Ingeniería Química Ambiental será un programa líder en la formación de recursos humanos altamente capacitados en el área de la ingeniería química ambiental, con reconocimiento nacional e internacional, con líneas de investigación pertinentes, que permitan fortalecer a la institución.

4. Metas del programa

Las metas planteadas en la Maestría en Ingeniería Química Ambiental en un plazo de cinco años son:

- Contar con una eficiencia terminal de, al menos, el 70% por cohorte generacional.
- Contar con al menos 60% del total del núcleo académico se encuentra en el SNI, de los cuales, al menos el 40% debe pertenecer a los niveles I, II y III.
- El 50% de los profesores contará con constancias de pertenencia a colegios y organizaciones profesionales y académicas, tanto nacionales como del extranjero, pertenencia al SNI, premios a proyectos y/o trabajos profesionales.
- Los miembros del núcleo académico se involucran activamente en trabajos colaborativos en red con actores de la comunidad académica y de los sectores de la sociedad intercambiando conocimientos, capacidades, tecnología e innovación.
- El 70% de los estudiantes por cohorte obtienen su grado en un periodo no mayor a 12 meses posterior al término del programa.
- El programa cuenta con un repositorio de acceso público a las tesis y productos de investigación.
- Los miembros del núcleo académico del programa cuentan con al menos un producto académico por año.
- Los miembros del núcleo académico del programa cuentan con al menos un producto derivado de sus actividades académicas en conjunto con los estudiantes del programa en un periodo de no más de 2 años.
- El programa cuenta con un seguimiento sistemático de la producción académica, la inserción laboral de los egresados y la efectividad del programa.
- El programa mantiene colaboraciones en el ámbito nacional e internacional, a través de convenios formales de colaboración, codirección de tesis, movilidad académica y proyectos de investigación en conjunto.

- El programa contribuye a la generación novedosa del conocimiento de frontera para la solución de problemas prioritarios en el contexto local, regional, nacional o internacional.

5. Objetivo General

Formar recursos humanos de alto nivel, responsables y éticos que, a partir de la investigación científica básica y/o aplicada y la generación de nuevas tecnologías, sean capaces de contribuir, atender y responder a los problemas ambientales regionales y nacionales en el campo industrial aportando alternativas innovadoras.

6. Perfil de Egreso

El egresado de este posgrado posee las siguientes competencias:

- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico.
- Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular.
- Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales.
- Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo.
- Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial.
- Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.

7. Campo ocupacional

Los graduados de Maestría en Ingeniería Química Ambiental en los diferentes campos del conocimiento del programa se podrán desempeñar de manera exitosa en los distintos

ámbitos de la industria: química, metalúrgica, alimentaria, farmacéutica, biotecnológica, energética, metal-mecánica y de exploración y explotación de recursos naturales.

Adicionalmente, su formación les permitirá insertarse en instituciones de educación superior y centros de investigación contribuyendo en aspectos de docencia-academia-innovación, tanto en el sector público como en el privado; además de la posibilidad de continuar con su formación por medio de estudios de doctorado.

8. Características deseables del aspirante

El aspirante a este programa de posgrado deberá poseer:

- Formación en ingeniería química, bioquímica, ambiental o áreas afines
- Interés en desarrollar investigación para la solución de problemas y necesidades, mediante la generación de conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías
- Conocimientos sólidos en matemáticas, física y programación
- Disponibilidad de tiempo completo y exclusivo para atender el programa
- Capacidad de lectura y comprensión de documentos técnicos en idioma inglés
- Responsabilidad, constancia y disciplina

9. Requisitos de Ingreso

El aspirante deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Título o acta de examen profesional de algún programa del área de ingeniería química, bioquímica, materiales, ambiental o áreas afines, quedando a criterio de la Comisión del Programa su aceptación.
- Contar con un promedio mínimo de ocho (o su equivalente) acreditado con certificado original o documento que lo avale.
- Aprobar el examen de ingreso al posgrado (EXANI III).
- Aprobar el examen interno de ingreso al posgrado.
- Atender a las entrevistas programadas por el núcleo académico.
- Presentar la constancia de TOEFL con un puntaje mínimo de 450 puntos.
- El procedimiento y documentos que señalen el Reglamento de Educación y el Escolar, así como la convocatoria de posgrado correspondiente.

En caso de estudiantes extranjeros, deberán cumplir con lo siguiente.

- Dictamen técnico de los estudios antecedentes correspondiente para aspirantes de instituciones extranjeras.
- El procedimiento y documentos que señalen el Reglamento de Educación y el Escolar, así como la convocatoria de posgrado correspondiente.

10. Requisitos de Permanencia

Dentro de los requisitos de permanencia en el programa de Maestría se encuentran:

- Completar el proceso de inscripción y realizar el pago de los aranceles correspondientes.
- Aprobación de todas las asignaturas (semestralmente).

11. Requisitos de egreso

- Aprobar el total de créditos del plan de estudio.
- Presentar constancia de “no adeudo en bibliotecas”, ya sea del plantel, centro de investigación vinculado al programa u otras dependencias universitarias.
- Haber cubierto el total de los aranceles correspondientes.

12. Requisitos de titulación

Cumplir los requisitos de la modalidad de titulación elegida señalada en los Lineamientos de Evaluación de aprendizaje en Educación Superior - Titulación en posgrado. Para los programas orientados a la investigación, como el que se presenta en este documento, la opción es por Tesis para lo cual es indispensable el cumplir los siguientes requisitos:

- Carta de autorización por parte de todos los miembros del comité revisor.
- Carta de autorización por parte del asesor para la impresión de la tesis.
- Cumplir con lo señalado en la modalidad de obtención de grado seleccionada, de acuerdo con las disposiciones establecidas para tal objetivo en la normativa vigente.
- Los que señale la normativa universitaria vigente.

Capítulo 3. Estructura del programa

1. Estructura general del programa

El programa de Maestría en Ingeniería Química Ambiental es resultado del trabajo conjunto de los distintos cuerpos académicos de la Facultad de Ciencias Químicas y la Facultad de Ciencias. El uso de la infraestructura física de las facultades estará disponible para los estudiantes y profesores considerando las necesidades académicas, y de acuerdo con el Reglamento Escolar de la Universidad de Colima y el Reglamento de Educación de la Universidad de Colima, así como las normas y políticas internas de las facultades de Ciencias y Ciencias Químicas. El núcleo académico del programa de posgrado será la instancia encargada de la operatividad y toma de decisiones académicas, dicha comisión será integrada conforme al reglamento escolar vigente.

El plan de estudios de Maestría en Ingeniería Química Ambiental se cursará en cuatro semestres. El plan curricular del posgrado tiene un valor total en créditos de 108. Para el cumplimiento de la totalidad de créditos, el plan de estudios deberá cursarse 11 materias, de las cuales nueve son obligatorias y dos son optativas. Tiene dos líneas de generación y aplicación del conocimiento o LGAC: 1) Ciencias básicas del medio ambiente y 2) Aplicación ambiental de la ingeniería. En este sentido las materias que forman el plan de estudio de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental se encuentran divididas en 3 áreas: (■) Básica ambiental, (■) Ingeniería ambiental e (■) Investigación en ciencias ambientales. Como se puede observar en la tabla 4, las materias que se encuentran en el área Básica ambiental tienen como finalidad que el estudiante desarrolle conocimientos básicos sólidos en las ciencias involucradas, como toxicología ambiental, legislación ambiental y matemáticas para la atención de los problemas del medio ambiente. Incluye a las asignaturas de Quimiometría y Química ambiental.

Por su parte las materias que se encuentran en el área de Ingeniería ambiental buscan que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos a partir de la ciencia básicas para desarrollar conocimientos sólidos que le permitan atacar problemas medio ambientales a partir del desarrollo de nuevas formas de realizar los procesos, materias primas para los mismos, mejoras en los métodos de análisis, desarrollo de nuevas tecnologías, optimización y control de los procesos etc. Las materias de esta área son: Procesos en ingeniería ambiental y Termodinámica avanzada. Adicionalmente se llevarán las materias de Seminario de Tesis,

Seminario de investigación I y II, Tesis I, II y III, que pertenecen al área Investigación en ciencias ambientales. Las materias de Seminario de Investigación I y II contribuirán a la formación integral del alumno, ya que en estas se promueve el enriquecimiento en cuanto a experiencia, formación y contacto con expertos en las áreas especializada, así como propio desarrollo individual del estudiante en el enfoque científico. De la misma forma, tres de las materias obligatorias corresponden a la materia de Tesis, las cuales tienen como finalidad, el desarrollo de la parte experimental y de procesamiento de resultados para progresar en la escritura del documento, exposición y revisión del proyecto de tesis correspondiente.

En programa de maestría en ingeniería química ambiental, se cursarán dos materias optativas, que permitirán fortalecer las áreas (■) Básicas Ambiental, (■) Ingeniería Ambiental e (■) Investigación en Ciencia Ambiental. Esta formación les permitirá a los estudiantes ser capaces de abordar problemáticas no solo nacionales sino a nivel global actuales y pertinentes porque esto asegurará un mejor desarrollo profesional, enfocado a que se desarrollen proyectos de investigación pertinentes que permitan al egresado desarrollarse e impactar en áreas en las cuales se necesite innovación en los procesos.

Tabla 4. Clasificación curricular de las materias obligatorias y optativas según el tipo de conocimiento.

ASIGNATURAS DEL ÁREA BÁSICAS AMBIENTAL	ASIGNATURAS DEL ÁREA INGENIERÍA AMBIENTAL
Quimiometría*	Procesos en Ingeniería ambiental*
Química ambiental*	Caracterización de materiales
Toxicología ambiental	Bioprocesos
Legislación ambiental	Electroquímica
Matemáticas aplicadas	Cinética avanzada
Desarrollo sostenible	Mecánica de fluidos computacional
Química computacional	Procesos de adsorción
Bioquímica avanzada	Termodinámica avanzada*

ASIGNATURAS DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA AMBIENTAL	
Seminario de Investigación I *	Tesis II *
Seminario de investigación II *	Tesis III *
Tesis I *	

*Materias obligatorias

Considerando que se cuenta con un adecuado listado de materias que atienden y estudian las diferentes áreas ambientales de estudio, el programa presenta una flexibilidad en el diseño curricular enfocado a enriquecer la base científica de cada proyecto, lo que, por consiguiente, se refleja en el fortalecimiento de las LGAC's.

2. Selección de proyecto de tesis

Al término del primer semestre de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental los profesores-investigadores difundirán a través del correo oficial del posgrado los proyectos de investigación que proponen. En caso de que el proyecto sea colaborativo, se incluirá el nombre de ambos directores de tesis, el cargo que desempeñarán (asesor, co-asesor) y su nivel de colaboración. El estudiante contará con dos semanas posteriores a la publicación de los proyectos para conocerlos, estudiar las temáticas de investigación de los proyectos de investigación propuestos y entrevistarse con los distintos profesores del programa para obtener más detalles de los proyectos. Al término de las dos semanas, el estudiante tendrá que completar un cuestionario en línea eligiendo dos opciones de acuerdo con su interés y en orden de prioridad.

La asignación final de los proyectos se publicará ocho días después de la fecha establecida para la entrega del cuestionario. En caso de que dos o más estudiantes elijan el mismo proyecto, el núcleo académico del programa de posgrado asignará los proyectos dando prioridad a los estudiantes que presenten un mejor desempeño académico.

El comité revisor se encontrará conformado por el tutor de tesis y 2 sinodales, los cuales serán propuestos por el tutor de tesis y avalados por el núcleo académico del programa de posgrado, y designados por el director del plantel, de acuerdo con el Reglamento Escolar. Los sinodales podrán ser miembros de una o ambas LGAC o investigadores externos al programa de posgrado, en atención a lo dispuesto en el Capítulo de Examen profesional, Artículo 38 y 39 de los Lineamientos para la Evaluación del Aprendizaje en Educación Superior Titulación en Posgrado, referente a Tesis orientada a la investigación.

3. Asesoría y avance del proyecto de tesis

Posterior a la asignación del proyecto de tesis, el núcleo básico designará a los profesores integrantes del comité tutorial y el coordinador del programa notificará a través de un comunicado oficial, al estudiante, con copia a los profesores del comité de la designación. A continuación, el estudiante se pondrá en contacto con el asesor(es) de tesis para dar continuidad al desarrollo del protocolo del proyecto. Al final del segundo semestre, el estudiante deberá entregar a su comité tutorial y a la coordinación del posgrado, el protocolo de investigación del proyecto de tesis avalado por su asesor, y coasesor si contará con uno. Posteriormente, el estudiante realizará una presentación para exponer y defender el protocolo de tesis anteriormente mencionado ante su comité tutorial.

Al final del tercero y el cuarto semestre el alumno entregará un informe de avance de tesis a su comité tutorial y a la coordinación del posgrado con el visto bueno del asesor y coasesor, si fuera el caso, el cual deberá defender oralmente ante su comité tutorial. La asistencia a las presentaciones es de carácter obligatorio.

Es importante mencionar que las calificaciones de las materias Tesis I, Tesis II y Tesis III, serán emitidas por el profesor encargado de la asignatura, el comité revisor y el asesor(es). Para el caso de Tesis I, se evaluará el protocolo de investigación y su defensa durante la presentación ante el comité revisor y el asesor. En la materia de Tesis II, se evaluará el informe de avance de tesis correspondiente al tercer semestre, así como la defensa del mismo durante la presentación ante el comité revisor y el asesor. En el caso de Tesis III, la evaluación incluirá el borrador de la tesis y la defensa del proyecto por parte del estudiante durante la presentación ante el comité revisor y el asesor.

En caso de que un estudiante no entregue el protocolo, el avance de tesis o el borrador de la tesis en los plazos establecidos, se procederá a una revisión del caso por parte del núcleo académico del posgrado para analizar su situación y buscar las acciones de acompañamiento necesarias para favorecer su adecuado egreso.

El núcleo académico del programa de posgrado determinará el número de asesorados por profesor, tomando como base lo establecido en el Reglamento Escolar de la Universidad de Colima, los lineamientos establecidos por el Conacyt, la eficiencia terminal y graduación de los estudiantes del profesor, y cuidando una adecuada distribución.

4. Flexibilidad del Programa

Con la finalidad de enriquecer y darle mayor flexibilidad al plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental, las materias optativas serán propuestas por el asesor en función de las LGAC y el proyecto de tesis ante el núcleo académico, siguiendo los lineamientos del Reglamento Escolar vigente. Con el propósito de enriquecer y fortalecer la formación de los estudiantes durante el último año, se contará con la materia de Seminario de Investigación I y II y las materias de Tesis II y Tesis III lo que le permitirá al estudiante dedicar mayor tiempo a la realización del proyecto de tesis.

La programación de los cursos será responsabilidad de la coordinación de posgrado en acuerdo con el núcleo académico. De acuerdo con el modelo educativo de la Universidad de Colima, y con la finalidad de enriquecer y darle mayor flexibilidad al programa de posgrado mediante la gestión de la coordinación, los alumnos podrán cursar las materias básicas u

optativas en otras dependencias de la institución o externas, cuidando siempre que existan las condiciones apropiadas para el desarrollo de éstas y siguiendo la normativa universitaria vigente.

Antes de inscribirse al programa, los estudiantes serán informados que podrán cursar algunas de las materias en distintas dependencias a lo largo de sus estudios. Es importante mencionar que, para cursar las materias optativas fuera del programa, se requiere la autorización del núcleo académico; por lo que se deberá presentar la justificación y contribución de la materia con el proyecto de tesis y el desarrollo del estudiante, el currículum del académico propuesto para la materia, el programa de trabajo específico de la materia a cursar, que incluya horas de trabajo bajo la conducción de un académico y horas de trabajo independiente, los contenidos temáticos, la estrategia didáctica, la forma de evaluación y la bibliografía.

5. Mapa Curricular

El mapa curricular del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental se presenta en la Tabla 5. Se puede observar la carga curricular que se maneja por semestre que se cursa, así como el tipo de asignaturas que aportan a la formación del estudiante.

Tabla 5. Mapa curricular del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental, por semestre, (■) Básicas Ambiental, (■) Ingeniería Ambiental e (■) Investigación en Ciencia Ambiental.

Trayectoria ideal							
1°		2°		3°		4°	
Quimiometría		Procesos en ingeniería ambiental		Seminario de investigación I		Seminario de investigación II	

Química ambiental		Optativa II	Tesis II	Tesis III
Termodinámica avanzada		Tesis I		
Optativa I				

6. Tira de materias

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS					
PLAN DE ESTUDIOS DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA AMBIENTAL					
CLAVE: ____					
VIGENCIA A PARTIR DE 2022					
TOTAL DE CRÉDITOS MÍNIMOS REQUERIDOS: 108					
CRÉDITOS DE ASIGNATURAS OBLIGATORIAS: 92					
CRÉDITOS MÍNIMOS DE ASIGNATURAS OPTATIVAS: 16					
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS					
CLAVE	MATERIAS	HCA	HTI	TAA	CR
M__-01	Quimiometría	64	64	128	8
M__-02	Química ambiental	64	64	128	8
M__-03	Procesos en ingeniería ambiental	64	64	128	8
M__-04	Termodinámica avanzada	64	64	128	8
M__-05	Seminario de investigación I	32	64	96	6

M__-06	Seminario de investigación II	32	64	96	6
M__-07	Tesis I	48	80	128	8
M__-08	Tesis II	32	288	320	20
M__-09	Tesis III	32	288	320	20

ASIGNATURAS OPTATIVAS					
CLAVE	MATERIAS	HCA	HTI	TAA	CR
M__-10	Impacto y legislación ambiental	64	64	128	8
M__-11	Economía ambiental	64	64	128	8
M__-12	Desarrollo sostenible	64	64	128	8
M__-13	Toxicología ambiental	64	64	128	8
M__-14	Caracterización de materiales	64	64	128	8
M__-15	Bioprocesos	64	64	128	8
M__-16	Bioquímica avanzada	64	64	128	8
M__-17	Matemáticas aplicadas	64	64	128	8
M__-18	Electroquímica avanzada	64	64	128	8
M__-19	Cinética avanzada	64	64	128	8
M__-20	Análisis instrumental avanzado	64	64	128	8
M__-21	Química computacional	64	64	128	8
M__-22	Mecánica de fluidos computacional	64	64	128	8
M__-23	Procesos de adsorción	64	64	128	8

7. Estrategias didáctico-pedagógicas y experiencias de aprendizaje

La Maestría en Ingeniería Química Ambiental es un programa que tiene como objetivo la formación de recursos humanos de alto nivel, responsables y éticos, que, a partir de la investigación científica básica, aplicada y la generación de nuevas tecnologías, sean capaces de contribuir, atender y responder a los problemas ambientales, tanto regionales como nacionales, en el campo industrial de México. Las herramientas que contribuyen a la aportación de alternativas innovadoras con énfasis en el cuidado del medio ambiente permitirán el desarrollo de competencias en el egresado, fortaleciendo su formación de pregrado e incrementando su nivel de preparación en el área de la ingeniería química ambiental. Ante la necesidad de desarrollar dichas competencias, el programa busca emplear las estrategias didáctico-pedagógicas de vanguardia en donde el docente y el estudiante se convierten en los agentes clave para lograr la formación de recursos humanos de alto nivel en el campo de la ingeniería química ambiental (Díaz-Barriga, 2002; Dionisio de Cabalier & Chalub, 2009).

En este contexto, la enseñanza con enfoque constructivista y las estrategias didácticas permitirán que los estudiantes sean autónomos e independientes, para que logren plantear de forma objetiva, lógica y coherente, soluciones a problemas regionales y nacionales desde una perspectiva técnica-científica (Dionisio de Cabalier & Chalub, 2009).

En la enseñanza con enfoque constructivista se busca que el estudiante construya continuamente nuevas ideas o conceptos basados en sus conocimientos actuales y pasados, lo que le permite el desarrollar de mejor manera nuevas competencias (Dionisio de Cabalier & Chalub, 2009; González-Ornelas, 2001).

En la enseñanza con enfoque constructivista, el profesor no sólo emplea métodos tradicionales, como el método expositivo, sino que integra métodos participativos con el objetivo de que los estudiantes desarrollen la capacidad de pensar por sí mismos, con un sentido crítico. Como parte de este enfoque, el profesor emplea el aula para que los estudiantes intercambien y discutan sus puntos de vista, con el objetivo de que cada estudiante continúe construyendo y enriqueciendo sus conocimientos. Bajo este esquema se considera al estudiante como un constructor activo de su conocimiento y se busca romper el ciclo, en el cual, el estudiante únicamente limitaba su aprendizaje a los conocimientos que le eran proporcionados (Gutiérrez et al., 2012; Zarzar-Charur, 2009).

En este contexto el proceso de enseñanza aprendizaje del presente programa empleará tanto la estrategia discursiva, en la cual el profesor expone los contenidos fundamentales de la materia, como el aprendizaje basado en proyectos. El aprendizaje a partir del discurso conducido por el docente permitirá aprovechar ventajas como: la relación alumno-profesor es más estrecha (empatía), el profesor es capaz de conocer las necesidades, habilidades y destrezas de los alumnos, permite una mejor evaluación del avance cognitivo y actitudinal de los estudiantes, el acompañamiento durante el proceso enseñanza-aprendizaje es más estrecho, la tutoría es más cercana y la enseñanza es dinámica y participativa.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología de aprendizaje en la que se les orienta a los alumnos a buscar posibles soluciones sobre una determinada problemática, a partir de proyectos basados en procesos científicos, bajo la supervisión del profesor (Gutiérrez et al., 2012; Zarzar-Charur, 2009).

Estos proyectos tienen como objetivo motivar a las y los estudiantes a trabajar en equipo y a indagar e investigar para resolver una problemática determinada. Las principales

ventajas de la metodología ABP es que permite a las y los alumnos fortalecer su autonomía, potencializar su creatividad, así como reforzar sus capacidades sociales y fomentar su espíritu crítico (Gutiérrez et al., 2012; Zarzar-Charur, 2009).

En este contexto la estrategia enseñanza-aprendizaje propuesta tiene como finalidad que los estudiantes sean capaces de adquirir las competencias necesarias que le permitan al estudiante el ser autónomo e independiente, con la capacidad de plantear soluciones a problemas regionales y nacionales de forma objetiva, lógica y coherente, desde una perspectiva técnica-científica. Es importante resaltar el uso de tecnologías de información para la comunicación, con el propósito de permitir un acceso abierto al conocimiento e información, así como el monitoreo y guía tanto en las asignaturas como en el desarrollo del proyecto de investigación lo que permitirá el enriquecer el sistema de enseñanza aprendizaje.

Capítulo 4. Gestión del Currículo

1. Implementación

La Maestría en Ingeniería Química Ambiental se encuentra adscrita a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Colima, en el campus Coquimatlán. Este programa tendrá una duración de 2 años, con apertura anual y contará con el soporte del personal directivo y administrativo de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Colima. De manera particular, el programa de Maestría en Ingeniería Química Ambiental contará con un coordinador académico del programa y un Núcleo Académico Básico, formado por profesores de reconocido prestigio todos adscritos al sistema nacional de investigadores (SNI) y con perfil deseable (PRODEP) lo que permitirán su implementación y brindarán apoyo al profesorado.

En cuanto a la dimensión académica de la Maestría en Ingeniería Química Ambiental, los responsables son los miembros del Núcleo Académico Básico de acuerdo con la normatividad universitaria y el Reglamento de Educación de la Universidad de Colima, teniendo como parte de sus funciones y obligaciones el garantizar la operación del programa y la atención a los estudiantes. Es importante señalar que adicionalmente se contará con la participación de investigadores colaboradores que participaran en el acompañamiento y formación de estudiantes a lo largo de su proceso formativo.

2. Gestión de proyectos de vinculación

Para el fortalecimiento del programa se considera el aprovechamiento de los convenios interinstitucionales que se tienen con Universidades y Centros de Investigación Nacionales e Internacionales, así como con el Gobierno Estatal, los Gobiernos Municipales, las dependencias Federales, las Cámaras Empresariales y con Empresas Nacionales. Adicionalmente es importante indicar que, por parte del programa se buscarán nuevos convenios de colaboración, así como el acercamiento con el sector social y productivo a partir del desarrollo de proyectos de investigación conjunta que permitan fortalecer la infraestructura

del programa Maestría en Ingeniería Química Ambiental, la formación de los estudiantes e incrementen el impacto del programa.

3. Monitoreo, retroalimentación y evaluación del currículo

Con el fin de mantener actualizado el programa de acuerdo con las necesidades y tendencias actuales, se llevará a cabo un seguimiento, evaluación y actualización curricular de forma Semestral y Generacional que permitirá tomar acciones en tiempo, asegurando la calidad y pertinencia del programa. La evaluación semestral consiste en una serie de reuniones que se llevarán a cabo una vez concluidas las actividades del semestre. En las reuniones, participarán los miembros del Núcleo Académico Básico, los colaboradores, el Coordinador del Programa, el (la) Asesor(a) Pedagógico(a) y el Director(a) y tendrán como objetivo el realizar una valoración y análisis de los avances de los estudiantes respecto a su trayectoria escolar y proyecto de investigación, a fin de establecer acciones correctivas de ser necesario en los aspectos que deban ser atendidos, de forma tal que permitan al estudiante el adquirir las competencias necesarias para su formación como Maestro(a)s en Ingeniería Química Ambiental. Es importante indicar que este seguimiento permitirá adicionalmente el identificar las debilidades y fortalezas de los estudiantes, lo que ayudará en una atención temprana para orientar su proceso de formación y garantizar su permanencia, egreso y titulación en tiempo y forma. Los indicadores que se analizarán son tasas de aprobación, retención, conclusión oportuna de los estudios, deserción y titulación, dentro de los indicadores cuantitativos.

Con respecto a los indicadores cualitativos se revisarán análisis en relación con la secuencia curricular, identificación del peso de los diversos cursos en el logro de las competencias, contenidos de mayor o menor dominio por parte del alumnado, procesos de trabajo académico colegiado, expectativas académicas de los docentes hacia los estudiantes, clima apropiado para promover el aprendizaje, evaluación de los aprendizajes, concreción de las propuestas de vinculación con los sectores sociales y productivos. Estos indicadores se considerarán para los casos del seguimiento y evaluación semestral y generacional, programando un proceso de análisis de resultados que permita evaluar el plan de estudios en

sus diferentes apartados y etapas para determinar posibles modificaciones que admitan la mejora continua del currículo.

Referencias

- Agarwal, B., Kailasam, K., Sangwan, R. S., & Elumalai, S. (2018). Traversing the history of solid catalysts for heterogeneous synthesis of 5-hydroxymethylfurfural from carbohydrate sugars: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2408–2425. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2017.08.088>
- Aguilar, A., Bochereau, L., & Matthiessen, L. (2009). Biotechnology as the engine for the knowledge-based bio-economy. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 26(1), 371–388. <https://doi.org/10.5661/bger-26-371>
- Altahan, M. F., Ali, A. G., Hathoot, A. A., & Abdel-Azzem, M. (2020). Ultrasensitive Platform for Electrochemical Sensing of Copper and Antimony Based on Poly(1,5-Diaminoanthraquinone)/Multiwalled Carbon Nanotubes/Carbon Paste Electrode. *Journal of The Electrochemical Society*, 167(12), 127510. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/abafe0>
- Alves, G. M., da Silva, J. L., & Stradiotto, N. R. (2021). A novel citrus pectin-modified carbon paste electrochemical sensor used for copper determination in biofuel. *Measurement*, 169, 108356. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2020.108356>
- Amato-Lourenço, L. F., dos Santos Galvão, L., de Weger, L. A., Hiemstra, P. S., Vijver, M. G., & Mauad, T. (2020). An emerging class of air pollutants: Potential effects of microplastics to respiratory human health? *Science of The Total Environment*, 749, 141676. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.141676>
- Anandan, S., Kumar Ponnusamy, V., & Ashokkumar, M. (2020). A review on hybrid techniques for the degradation of organic pollutants in aqueous environment. *Ultrasonics Sonochemistry*, 67, 105130. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2020.105130>
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. (2022). Región Centro-Occidente. <http://www.anuies.mx/anuies/estructura-organica/consejos-regionales/region-centro-occidente>
- Castro, J., Fernández, F., Olivares, F., Berríos, C., Garrido-Ramírez, E., Blanco, E., Escalona, N., Aspée, A., Barrías, P., & Ureta-Zañartu, M. S. (2021). Electrodes based on zeolites modified with cobalt and/or molybdenum for pesticide degradation: part II—2,4,6-trichlorophenol degradation. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 25(1), 117–131. <https://doi.org/10.1007/s10008-020-04590-6>
- Chansi, Bhardwaj, R., Rao, R. P., Mukherjee, I., Agrawal, P. K., Basu, T., & Bharadwaj, L. M. (2020). Layered construction of nano immuno-hybrid embedded MOF as an electrochemical sensor for rapid quantification of total pesticides load in vegetable extract. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 873, 114386. <https://doi.org/10.1016/J.JELECHEM.2020.114386>
- Cirujano, F. G., & Martín, N. (2020). Metal-organic frameworks-based catalysts for biomass valorization. *Advanced Functional Solid Catalysts for Biomass Valorization*, 187–198. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820236-4.00008-8>
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2016). Humedales En Manzanillo. Expediente de Hechos Relativo a La Petición SEM-09-002. <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11674-wetlands-in-manzanillo-factual-record-north-american-environmental-law-and-es.pdf>
- Comninellis, C., & Chen, G. (2010). *Electrochemistry for the Environment* (C. Comninellis & G. Chen (Eds.)). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-68318-8>
- CONFEDERACIÓN NACIONAL DE CÁMARAS NACIONALES DE COMERCIO [CONCANACO]. (2018). Indicadores Colima.

- <https://www.concanaco.com.mx/documentos/indicadores-estados/Colima.pdf>
- Devendran, S., Abdel-Hamid, A. M., Evans, A. F., Iakiviak, M., Kwon, I. H., MacKie, R. I., & Cann, I. (2016). Multiple cellobiohydrolases and cellobiose phosphorylases cooperate in the ruminal bacterium *Ruminococcus albus* 8 to degrade cellooligosaccharides. *Scientific Reports*, 6(July), 1–15. <https://doi.org/10.1038/srep35342>
- Dhivya, E., Magadevan, D., Palguna, Y., Mishra, T., & Aman, N. (2019). Synthesis of titanium based hetero MOF photocatalyst for reduction of Cr (VI) from wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(4), 103240. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2019.103240>
- Díaz-Barriga, F. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (Segunda ed). McGraw Hill.
- Dionisio de Cabalier, M. E., & Chalub, D. M. (2009). El aprendizaje significativo de las ciencias morfológicas en medicina: experiencia y aportes para su enseñanza en clínica dermatológica. *Int. J. Morphol.*, 27(2), 565–569. <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v27n2/art41.pdf>
- Duan, M., Jiang, L., Zeng, G., Wang, D., Tang, W., Liang, J., Wang, H., He, D., Liu, Z., & Tang, L. (2020). Bimetallic nanoparticles/metal-organic frameworks: Synthesis, applications and challenges. *Applied Materials Today*, 19, 100564. <https://doi.org/10.1016/J.APMT.2020.100564>
- El-Raheem, H. A., Hassan, R. Y. A., Khaled, R., Farghali, A., & El-Sherbiny, I. M. (2020). Polyurethane-doped platinum nanoparticles modified carbon paste electrode for the sensitive and selective voltammetric determination of free copper ions in biological samples. *Microchemical Journal*, 155, 104765. <https://doi.org/10.1016/J.MICROC.2020.104765>
- Enyoh, C. E., Verla, A. W., Qingyue, W., Ohiagu, F. O., Chowdhury, A. H., Enyoh, E. C., Chowdhury, T., Verla, E. N., & Chinwendu, U. P. (2020). An overview of emerging pollutants in air: Method of analysis and potential public health concern from human environmental exposure. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 28, e00107. <https://doi.org/10.1016/J.TEAC.2020.E00107>
- EXPLORANDO MEXICO. (2016). Economía de Colima. <https://www.explorandomexico.com.mx/state/8/Colima/economy>
- Fleet, B., & Gunasingham, H. (1992). Electrochemical sensors for monitoring environmental pollutants. *Talanta*, 39(11), 1449–1457. [https://doi.org/10.1016/0039-9140\(92\)80125-W](https://doi.org/10.1016/0039-9140(92)80125-W)
- Flores-Álvarez, J. M., Cortés-Arriagada, D., Reyes-Gómez, J., Gómez-Sandoval, Z., Rojas-Montes, J. C., & Pineda-Urbina, K. (2021). 2-Mercaptobenzothiazole modified carbon paste electrode as a novel copper sensor: An electrochemical and computational study. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 888, 115208. <https://doi.org/10.1016/J.JELECHEM.2021.115208>
- Gaviria-Arroyave, M. I., Cano, J. B., & Peñuela, G. A. (2020). Nanomaterial-based fluorescent biosensors for monitoring environmental pollutants: A critical review. *Talanta Open*, 2, 100006. <https://doi.org/10.1016/J.TALO.2020.100006>
- Ghio, A. J., Soukup, J. M., Dailey, L. A., & Madden, M. C. (2020). Air pollutants disrupt iron homeostasis to impact oxidant generation, biological effects, and tissue injury. *Free Radical Biology and Medicine*, 151, 38–55. <https://doi.org/10.1016/J.FREERADBIOMED.2020.02.007>
- GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA. (2022). PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2021-2027. <http://plancolima.col.gob.mx/pbrsed/mped>
- Gomes, H. I., Dias-Ferreira, C., Ottosen, L. M., & Ribeiro, A. B. (2015). Electroremediation of PCB contaminated soil combined with iron nanoparticles: Effect of the soil type. *Chemosphere*, 131, 157–163. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2015.03.007>
- González-Ornelas, V. (2001). *Estrategias y enseñanzas de aprendizaje* (Primera ed). Editorial

- Pax.
- Gutiérrez, J., De La Puente, G., & Piña, E. (2012). *Aprendizaje basado en problemas. Un camino para aprender a aprender* (Primera ed). UNAM.
- Hassan, K. M., Elhaddad, G. M., & AbdelAzzem, M. (2019). Voltammetric determination of cadmium(II), lead(II) and copper(II) with a glassy carbon electrode modified with silver nanoparticles deposited on poly(1,8-diaminonaphthalene). *Microchimica Acta*, 186(7), 440. <https://doi.org/10.1007/s00604-019-3552-0>
- Hatamluyi, B., Rezayi, M., Beheshti, H. R., & Boroushaki, M. T. (2020). Ultra-sensitive molecularly imprinted electrochemical sensor for patulin detection based on a novel assembling strategy using Au@Cu-MOF/N-GQDs. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 318, 128219. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2020.128219>
- Incebay, H., Aktepe, L., & Leblebici, Z. (2020). An electrochemical sensor based on green tea extract for detection of Cd(II) ions by differential pulse anodic stripping voltammetry. *Surfaces and Interfaces*, 21, 100726. <https://doi.org/10.1016/J.SURFIN.2020.100726>
- INEGI Cuéntame de México. (2020). Aportación Al Producto Interno Bruto (PIB) Nacional - Colima. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/col/economia/pib.aspx?tema=me&e=06>
- INSTITUTO MEXICANO DE LA COMPETITIVIDAD [IMCO]. (2018). Índice de Competitividad Estatal 2018. <https://imco.org.mx/indices/#indices>
- INSTITUTO MEXICANO DE LA COMPETITIVIDAD [IMCO]. (2020). Índice de Competitividad Estatal 2020. <https://imco.org.mx/indices/#indices>
- INSTITUTO MEXICANO DE LA COMPETITIVIDAD [IMCO]. (2021). Índice de Competitividad Estatal 2021. <https://imco.org.mx/indices/#indices>
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA [INEGI]. (2022). México En Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/>
- INSTITUTO NACIONAL PARA EL DESARROLLO RURAL. (2013). Plan Estratégico Para La Operación Anual Del Componente de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural Del Estado de Colima. http://www.inca.gob.mx/webfiles/planes-estrategico/plan_estrategico_col.pdf
- Issakhov, A., Alimbek, A., & Issakhov, A. (2020). A numerical study for the assessment of air pollutant dispersion with chemical reactions from a thermal power plant. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 14(1), 1035–1061. <https://doi.org/10.1080/19942060.2020.1800515>
- Issakhov, A., Alimbek, A., & Zhandaulet, Y. (2021). The assessment of water pollution by chemical reaction products from the activities of industrial facilities: Numerical study. *Journal of Cleaner Production*, 282, 125239. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125239>
- Jamil, U., Husain Khoja, A., Liaquat, R., Raza Naqvi, S., Nor Nadyaini Wan Omar, W., & Aishah Saidina Amin, N. (2020). Copper and calcium-based metal organic framework (MOF) catalyst for biodiesel production from waste cooking oil: A process optimization study. *Energy Conversion and Management*, 215, 112934. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2020.112934>
- Jayaprakash, G. K., Swamy, B. E. K., Chandrashekar, B. N., & Flores-Moreno, R. (2017). Theoretical and cyclic voltammetric studies on electrocatalysis of benzethonium chloride at carbon paste electrode for detection of dopamine in presence of ascorbic acid. *Journal of Molecular Liquids*, 240, 395–401. <https://doi.org/10.1016/J.MOLLIQ.2017.05.093>
- Khan, N. A., Khan, S. U., Ahmed, S., Farooqi, I. H., Yousefi, M., Mohammadi, A. A., & Changani, F. (2020). Recent trends in disposal and treatment technologies of emerging-pollutants- A critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 122, 115744. <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2019.115744>

- Kumar, M., Xiong, X., He, M., Tsang, D. C. W., Gupta, J., Khan, E., Harrad, S., Hou, D., Ok, Y. S., & Bolan, N. S. (2020). Microplastics as pollutants in agricultural soils. *Environmental Pollution*, 265, 114980. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2020.114980>
- Laurent, A., Owsianiak, M., Dong, Y., Kravchenko, M., Molin, C., & Hauschild, M. Z. (2020). Assessing the sustainability implications of research projects against the 17 UN sustainable development goals. *Procedia CIRP*, 90, 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.077>
- Lin, J. Y., Yuan, M. H., Lin, K. Y. A., & Lin, C. H. (2019). Selective aerobic oxidation of 5-hydroxymethylfurfural to 2,5-diformylfuran catalyzed by Cu-based metal organic frameworks with 2,2,6,6-tetramethylpiperidin-oxyl. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 102, 242–249. <https://doi.org/10.1016/J.JTICE.2019.06.008>
- Madeira, J. V., Contesini, F. J., Felipe Calzado, Rubio, M. V., Zubieta, M. P., Lopes, D. B., & Melo, R. R. de. (2017). Agro-Industrial Residues and Microbial Enzymes: An Overview on the Eco-Friendly Bioconversion into High Value-Added Products. In *Biotechnology of Microbial Enzymes. Production, Biocatalysis and Industrial Applications* (pp. 475–511). Academic Press.
- Martínez-Prado, M., & Soto-Álvarez, C. (2019). REMOVAL OF PETROLEUM HYDROCARBONS FROM A LOW PERMEABILITY SOIL: BIOREMEDIATION AND ELECTROREMEDIATION. *Revista Mexicana De Ingeniería Química*, 16(3), 955–970.
- MEXICO COMO VAMOS. (2021). Colima: Tres Ejes Para El Desarrollo. <https://mexicocomovamos.mx/nexos/col-mcv/2021/04/colima-tres-ejes-para-el-desarrollo/>
- Morales, J. S. (2009). *Fundamentos de Economía para la sociedad de conocimiento* (Quinta Edi). Editorial Patria.
- NACIONES UNIDAS MÉXICO. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>
- Nair, V. R., Mahesh, R., Panda, S. K., & Maiti K., S. (2020). Biorefinery Approaches for the Production of Fuels and Chemicals from Lignocellulosic and Algal Feedstocks. In S. Nanda, D.-V. N. Vo, & P. K. Sarangi (Eds.), *Biorefinery of Alternative Resources: Targeting Green Fuels and Platform Chemicals* (pp. 141–170). Springer.
- Nikseresht, A., Daniyal, A., Ali-Mohammadi, M., Afzalnia, A., & Mirzaie, A. (2017). Ultrasound-assisted biodiesel production by a novel composite of Fe(III)-based MOF and phosphotungstic acid as efficient and reusable catalyst. *Ultrasonics Sonochemistry*, 37, 203–207. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2017.01.011>
- NOM-052-SEMARNAT-2005. (2005). NORMA Oficial Mexicana Que Establece Las Características, El Procedimiento de Identificación, Clasificación y Los Listados de Los Residuos Peligrosos. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>
- Ossai, I. C., Ahmed, A., Hassan, A., & Hamid, F. S. (2020). Remediation of soil and water contaminated with petroleum hydrocarbon: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 17, 100526. <https://doi.org/10.1016/J.ETI.2019.100526>
- Pournara, A. D., Tarlas, G. D., Papaefstathiou, G. S., & Manos, M. J. (2019). Chemically modified electrodes with MOFs for the determination of inorganic and organic analytes via voltammetric techniques: a critical review. *Inorganic Chemistry Frontiers*, 6(12), 3440–3455. <https://doi.org/10.1039/C9QI00965E>
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. (2019). CFE No Es Monopolio, Es Una Empresa Pública Con Función Social, Afirma Presidente López Obrador En Manzanillo. <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/176124>
- Radotić, K., Djikanović, D., Simonović Radosavljević, J., Jović-Jovičić, N., & Mojović, Z. (2020). Comparative study of lignocellulosic biomass and its components as electrode modifiers for detection of lead and copper ions. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 862, 114010.

- <https://doi.org/10.1016/J.JELECHEM.2020.114010>
- Sánchez, V. (2018). *¿Qué pasa cuando estudias un posgrado?* <http://www.cienciamx.com/index.php/sociedad/politica-cientifica/23303-pasa-cuando-estudias-posgrado>
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA. (2018). *Acciones y programas*. Minería. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria>
- SEMARNAT. (2016). Resumen Ejecutivo. Informe de La Situación Del Medio Ambiente En México. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/index.html>
- SEMARNAT. (2021). PRO AIRE COLIMA. PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE COLIMA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300697/8_ProAire.Colima.pdf
- Shijie Liu. (2016). *Bioprocess Engineering* (First). Elsevier.
- Sofen, L. E., & Furst, A. L. (2020). Perspective—Electrochemical Sensors to Monitor Endocrine Disrupting Pollutants. *Journal of The Electrochemical Society*, 167(3), 037524. <https://doi.org/10.1149/2.0242003jes>
- Sohrabi, H., Hemmati, A., Majidi, M. R., Eyvazi, S., Jahanban-Esfahlan, A., Baradaran, B., Adlpour-Azar, R., Mokhtarzadeh, A., & de la Guardia, M. (2021). Recent advances on portable sensing and biosensing assays applied for detection of main chemical and biological pollutant agents in water samples: A critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 143, 116344. <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2021.116344>
- Srivastava, V., Zare, E. N., Makvandi, P., Zheng, X. q., Iftexhar, S., Wu, A., Padil, V. V. T., Mokhtari, B., Varma, R. S., Tay, F. R., & Sillanpaa, M. (2020). Cytotoxic aquatic pollutants and their removal by nanocomposite-based sorbents. *Chemosphere*, 258, 127324. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2020.127324>
- Vázquez-Vuelvas, O. F., Cervantes-Chávez, J. A., Delgado-Virgen, F. J., Valdez-Velázquez, L. L., & Osuna-Cisneros, R. J. (2021). Fungal bioprocessing of lignocellulosic materials for biorefinery. In S. De Mandal & A. Kumar Passari (Eds.), *Recent Advancement in Microbial Biotechnology*. Elsevier Inc.
- Wang, X. C., Jiang, P., Yang, L., Fan, Y. Van, Klemeš, J. J., & Wang, Y. (2021). Extended water-energy nexus contribution to environmentally-related sustainable development goals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150(June). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111485>
- Weinberger, S., Beyer, R., Schüller, C., Strauss, J., Pellis, A., Ribitsch, D., & Guebitz, G. M. (2020). High Throughput Screening for New Fungal Polyester Hydrolyzing Enzymes. *Frontiers in Microbiology*, 11(554), 1–8.
- World Health Organization. (2016). Ambient Air Pollution. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/ambient-air-pollution>
- YANG, X. Y., GAO, L., SUN, Y. M., ZHAO, W. J., XIANG, G. Q., JIANG, X. M., HE, L. J., & ZHANG, S. S. (2020). Preparation of Ionic Liquids-modified Metal Organic Frameworks Composite Materials and Their Application in Separation Analysis. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 48(12), 1607–1615. [https://doi.org/10.1016/S1872-2040\(20\)60063-9](https://doi.org/10.1016/S1872-2040(20)60063-9)
- Ye, W., Li, Y., Wang, J., Li, B., Cui, Y., Yang, Y., & Qian, G. (2020). Electrochemical detection of trace heavy metal ions using a Ln-MOF modified glass carbon electrode. *Journal of Solid State Chemistry*, 281, 121032. <https://doi.org/10.1016/J.JSSC.2019.121032>
- Yuan, N., Gong, X., Sun, W., & Yu, C. (2021). Advanced applications of Zr-based MOFs in the removal of water pollutants. *Chemosphere*, 267, 128863. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2020.128863>
- Zarzar-Charur, C. (2009). *Habilidades básicas para la docencia* (Segunda ed). Editorial Patria.
- Zhang, H., Yuan, X., Xiong, T., Wang, H., & Jiang, L. (2020). Bioremediation of co-

- contaminated soil with heavy metals and pesticides: Influence factors, mechanisms and evaluation methods. *Chemical Engineering Journal*, 398, 125657. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.125657>
- Zhang, J., & Chen, Z. (2017). Metal-organic frameworks as stationary phase for application in chromatographic separation. *Journal of Chromatography A*, 1530, 1–18. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2017.10.065>
- Zhang, T., Wei, H., Xiao, H., Li, W., Jin, Y., Wei, W., & Wu, S. (2020). Advance in constructing acid catalyst-solvent combinations for efficient transformation of glucose into 5-Hydroxymethylfurfural. *Molecular Catalysis*, 498, 111254. <https://doi.org/10.1016/J.MCAT.2020.111254>
- Zhang, Y., Wang, L., Zeng, M., & Kurmoo, M. (2017). Fabrication of a capillary column coated with the four-fold-interpenetrated MOF Cd(D-Cam)(tmdpy) for gas chromatographic separation. *Inorganic Chemistry Communications*, 83, 123–126. <https://doi.org/10.1016/J.INOCHE.2017.04.029>

Anexos

Anexo 1: Programas sintéticos

Asignaturas obligatorias

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Quimiometría			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	x	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Básicas Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. - Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Proporcionar a los alumnos los conocimientos necesarios para: 1.- Reconocer un problema analítico, identificar sus errores y proponer su resolución en base a su estudio analítico. 2.- Desarrollar y validar (cualitativa o cuantitativamente) métodos para distintas aplicaciones.			

3.- Obtener más información de los datos a partir del análisis quimiométrico de los mismos.
Contenidos:
● Conceptos básicos ● La calidad de las medidas analíticas ● Métodos de calibración en el análisis instrumental ● Validación cuantitativa y cualitativa ● Análisis multivariable
Estrategias didácticas
1.-Exposición del temario por parte del profesor. El alumno llevará a cabo exposiciones sobre temas específicos que se relacionen con lo que el profesor está impartiendo en clases. 2.- Resolución de problemas analíticos, que pueden necesitar cálculo numérico, propuestos por el profesor y que deben resolverse durante las sesiones. 3.- Se realizan un proyecto en el cual el alumno tendrá que aplicar los conceptos teóricos adquiridos en el aula para aplicarlo a un problema específico que sea de interés y que tenga una repercusión en la región. Este proyecto se desarrollará a la par de la asignatura, teniendo que llevar a cabo un estudio global: Elección de la muestra a evaluar, identificación de fuentes de error: metodológicos y sistemáticos. Desarrollo y Validación de la técnica de análisis. Obtención de resultados y aplicación de la técnica quimiometría adecuada para obtener mayor información de los mismos
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Química ambiental			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	x	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Básicas Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. - Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiante, tenga los elementos teóricos y prácticos suficientes para afrontar los problemas que impliquen la química ambiental. Conocer el delicado equilibrio biótico de los recursos naturales, suelo, agua y aire; con estos conocimientos podrá aportar soluciones viables que lo preserven.			
Contenidos:			
- Contaminación natural y antropogénica - Química del suelo - Química del agua - Química del aire - Residuos contaminantes			
Estrategias didácticas			
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos; el profesor guiará con clases			

magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, planeará ejercicios al grupo, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios e individuales para desarrollar fuera de clase.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Procesos en ingeniería ambiental			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	x	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiante tenga los elementos teóricos y prácticos suficientes para afrontar los problemas que implican cambio de materia y energía; mejorando los procesos productivos mediante tecnologías limpias y reduciendo sus emisiones; optimizando el rendimiento de sus plantas productivas mediante el ahorro de materias primas y de energía, y responsabilizándose del correcto uso de sus productos. Contribuyendo con sus conocimientos en la manipulación, tratamiento y reciclaje de sustancias y productos catalogados como tóxicos y peligrosos, y con tecnologías aplicadas al tratamiento de efluentes sólidos, líquidos y gaseosos, llevados a cabo en las plantas de producción.			
Contenidos:			
● Prevención y control de la contaminación del aire			

● Prevención y control de la contaminación del agua ● Prevención y control de la contaminación del suelo ● Tendencias de ingeniería ambiental ● Normatividad y legislación
Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos; el profesor guiará con clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, planeará ejercicios al grupo, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios e individuales para desarrollar fuera de clase.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Termodinámica avanzada			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	x	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. - Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales.			
Propósito general de la materia:			
Fortalecer al estudiante en conocimientos aplicados de la termodinámica en aplicaciones y conceptos adicionales tales como exergía, mezclas de gases, reacciones químicas y relaciones termodinámicas.			
Contenidos:			
- Introducción: presentación del temario - Primera Ley - Segunda Ley - Energía, energía física y química - Propiedades y relaciones termodinámicas - Sistemas de componentes simples - Sistemas de multicomponentes - Reacciones químicas - Equilibrio químico			

● Equilibrio de fases
Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos. Profesor guiará con clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, Resolución de ejercicios prácticos. Aprendizaje basado en proyectos individuales o grupales, bajo asesoramiento. Investigación por parte del alumno, así como la exposición de temáticas de la asignatura.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Seminario de investigación I			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
32	64	96	6
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	x	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Investigación en Ciencia Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiante sea capaz de realizar investigación científica mediante el desarrollo de habilidades específicas aplicadas orientadas a desarrollar la capacidad de lector crítico de resultados de investigación en cualquiera de las áreas del conocimiento, a fortalecer la capacidad de observar e identificar los problemas presentes en tópicos bajo análisis, a buscar respuestas a preguntas claves y sustentarlas teórica y metodológicamente en forma verbal y por escrito, y a identificar las relaciones del problema objeto de estudio con el contexto económico, político o social.			
Contenidos:			
El seminario de investigación consistirá en una serie de sesiones que permitan al estudiante el estudiar, discutir e intercambiar experiencias acerca de la ingeniería química ambiental, la cual será presentada por un experto en el área. Por su parte, los estudiantes se intercomunican exponiendo sus dudas y opiniones,			

complementándolo y aportando al tema, buscando el desarrollo de un foro de discusión, sacando conclusiones y planteando nuevos interrogantes, permitiendo que todo ello quede al final de cada seminario en la redacción de un ensayo.

Estrategias didácticas

Para abordar el contenido se presentarán talleres semanales de algún tópico relacionado con temas ambientales, impartidos por un experto en el tema, para posteriormente abrir un foro de discusión sobre los aspectos más sobresalientes del tema, así como entregar un reporte del tema visto.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje

Portafolio de evidencias

Exposiciones orales

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Seminario de investigación II			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
32	64	96	6
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	x	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Investigación en Ciencia Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiantes sea capaz de realizar investigación científica mediante el desarrollo de habilidades específicas aplicadas orientadas a desarrollar la capacidad de lector crítico de resultados de investigación en cualquiera de las áreas del conocimiento, a fortalecer la capacidad de observar e identificar los problemas presentes en tópicos bajo análisis, a buscar respuestas a preguntas claves y sustentarlas teórica y metodológicamente en forma verbal y por escrito, y a identificar las relaciones del problema objeto de estudio con el contexto económico, político o social.			
Contenidos:			
El seminario de investigación consistirá en una serie de sesiones que permitan al estudiante el estudiar, discutir e intercambiar experiencias acerca de la ingeniería química ambiental, la cual será presentada por un experto en el área. Por su parte, los estudiantes se intercomunican exponiendo sus dudas y opiniones,			

complementándolo y aportando al tema, buscando el desarrollo de un foro de discusión, sacando conclusiones y planteando nuevos interrogantes, permitiendo que todo ello quede al final de cada seminario en la redacción de un ensayo.

Estrategias didácticas

Para abordar el contenido, se darán conferencias y presentaciones semanales sobre algún tópico relacionado con temáticas ambientales, impartidas por expertos en el tema, para posteriormente abrir un foro de discusión sobre los aspectos más sobresalientes del tema, así como entregar un reporte del tema visto. Asimismo, los estudiantes deberán elaborar al menos una pregunta al ponente.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje

Portafolio de evidencias
Exposiciones orales

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Tesis I			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
48	80	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	X	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Investigación en Ciencia Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiante adquiera las habilidades para el uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos, así como para diseñar el marco conceptual e investigar el estado del arte (investigaciones previas) del fenómeno a estudiar, definir y delimitar el problema de investigación.			
Contenidos:			

● Fundamento de la metodología de investigación ● Línea de investigación: planteamiento del problema ● Recopilación y análisis de la información ● Elaboración del proyecto de investigación ● Estructura y presentación del protocolo de investigación.
Estrategias didácticas
Presentación por parte del profesor sobre las características de un protocolo de investigación, orientación de como presentar resultados, mediciones estadísticas, elaboración de gráficas, etc. Lluvia de ideas e ilustraciones para acotar búsquedas bibliográficas. Panel de discusión sobre la exposición oral interactiva por parte del alumno sobre su proyecto de investigación. Ensayo de análisis estadístico. Presentación por parte del alumno de su protocolo de investigación a su comité revisor y el asesor.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exposiciones orales Proyecto de investigación Evaluación por el comité revisor y el asesor

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Tesis II			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
32	288	320	20
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	X	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Investigación en Ciencia Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. - Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. - Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. - Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial. - Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiante adquiera las habilidades para el uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos, así como diseñar el marco conceptual e investigar el estado del arte (investigaciones previas) de investigación y la discusión y análisis crítico de los resultados obtenidos.			
Contenidos:			

● Elaborará el documento correspondiente al avance de 3er semestre. ● Elaboración de la presentación correspondiente al avance de 4 semestre. ● Presentación del avance correspondiente al avance de 4 semestre ante el comité revisor y asesores. ● Las características del documento deben concordar con el formato señalado por el profesor de la asignatura.
Estrategias didácticas
Presentación por parte del profesor sobre las características estructurales de documentos de proyectos de investigación. Panel de discusión sobre la exposición oral interactiva por parte del alumno sobre su proyecto de investigación. Presentación por parte del alumno de su protocolo de investigación a su comité revisor y el asesor.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Exposición oral Avance de la tesis Evaluación por el comité revisor y el asesor

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Tesis III			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
32	288	320	20
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:	X	Optativa:	
Área de formación a la que pertenece: Investigación en Ciencia Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Que el estudiante adquiera las habilidades para el uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos, así como la discusión y análisis críticos de los resultados obtenidos en su investigación.			
Contenidos:			

● Elaborará el documento correspondiente al borrador de la tesis. ● Elaboración de la presentación correspondiente al avance de 4 semestre. ● Presentación del avance correspondiente al avance de 4 semestre ante el comité revisor y asesores. ● Las características del documento final (Borrador de la tesis) de acuerdo con los requisitos establecidos por el profesor.
Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos; acompañamiento por parte del profesor. El profesor sugerirá lecturas y asignará tareas y objetivos obligatorios e individuales para desarrollar fuera de clase. Se dará acompañamiento durante el proceso de escritura del documento final, así como revisiones constantes de los avances del documento final con retroalimentación constante. Panel de discusión sobre la exposición oral interactiva por parte del alumno sobre su proyecto de investigación. Presentación por parte del alumno de su protocolo de investigación a su comité revisor y el asesor.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Exposición oral Borrador de la tesis Evaluación por el comité revisor y el asesor

Asignaturas optativas

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Impacto y legislación ambiental			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	X
Área de formación a la que pertenece: Básica Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. - Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
El estudiante aprenderá a elaborar, gestionar, evaluar e implantar proyectos que se vinculen a la solución de la problemática ambiental en el área de prevención, control y mitigación de la contaminación utilizando instrumentos de gestión y política ambiental. Las actividades están desarrolladas para que el estudiante participe de manera activa y colaborativa. El Docente guiará la participación de los estudiantes. Cada estudiante deberá realizar una labor de búsqueda de información relevante que quedará reflejada en los informes que escriba en el Diario sobre: Ecología, ecotoxicidad y biosfera, así como impacto humano y contaminación. Los alumnos realizarán un ensayo de manera individual donde identifiquen los diferentes actores de la química ambiental: agua, aire, tierra, vida y tecnología definiendo los			

conceptos de Ecología, ecotoxicidad y biosfera que le permita entender la química ambiental y generar soluciones a los problemas ambientales. Los alumnos trabajarán en equipo de tres personas identificando con la técnica qqq (qué veo, qué no veo y qué infiero) sobre el impacto humano y la contaminación. Presentación en mesas de trabajo sobre el papel de la química. Cada alumno deberá elaborar preguntas sobre todos los temas abordados en clase a lo largo del curso en un Diario

Contenidos:

- Introducción al impacto ambiental y sus modalidades
- Legislación y normatividad
- Identificación de impactos ambientales
- Metodología de evaluación de impacto ambiental
- Gestión ambiental

Estrategias didácticas

Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos; el profesor guiará con clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, planeará ejercicios al grupo, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios e individuales para desarrollar fuera de clase. Se realizará trabajo en equipo, discusión participativa de los estudiantes, análisis de casos de estudio y la realización de clase magistral.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje

Portafolio de evidencias
Exámenes escritos
Exposiciones orales
Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Economía ambiental			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Básica ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. - Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
El estudiante será capaz de comprender e interpretar el papel desarrollado por los agentes económicos que intervienen en el proceso y las relaciones económicas que se establecen entre ellos. Lo que le permite analizar las relaciones que existen entre los procesos económicos, el medio ambiente y el papel que juega la economía en la resolución de algunos problemas ambientales, así como los instrumentos de las principales políticas públicas en relación con el medio ambiente. Finalmente aplicar los fundamentos económicos al medio ambiente en relación con la creación de empleo y el impacto ambiental que genera el uso de los factores productivos.			
Contenidos:			
- Introducción - El funcionamiento de la economía desde una visión microeconómica			

● El funcionamiento de la economía desde una visión macroeconómica ● Las relaciones económicas internacionales ● La economía y el medio ambiente
Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos. El profesor guiará con clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, socializará los aprendizajes esperados, los contenidos y las actividades a desarrollar. Revisión de conceptos en lecturas recomendadas, bibliografías, artículos y videos, mediante sesiones en equipos de trabajo, promoviendo la lluvia de ideas mediante preguntas de reflexión. Elaboración y entrega de resúmenes, cuadros comparativos, mapas conceptuales y relatorías de clase en forma individual o en equipo.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Desarrollo sostenible			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	X
Área de formación a la que pertenece: Básicas Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Fomentar en los estudiantes el manejo adecuado y la conservación de los recursos naturales y transformados con una visión de futuro; así como su participación en acciones para valorar y disminuir el impacto de la sociedad sobre el entorno; y ejercer profesionalmente la justicia social y económica, la democracia y la paz.			
Contenidos:			
● Introducción al desarrollo sustentable ● Ambiente natural ● Ambiente socio-cultural ● Ambiente económico ● Ambiente modificado ● Estrategias para sustentabilidad (Contexto actual)			

Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos; el profesor guiará con clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, planeará ejercicios al grupo, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios e individuales para desarrollar fuera de clase.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Toxicología ambiental			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Básicas Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
El alumno aprenderá a analizar los efectos biológicos de los contaminantes sobre organismos, poblaciones y ecosistemas. Además, aprenderá a incorporar los conocimientos teóricos y prácticos en el desarrollo y aplicación de metodologías estandarizadas de evaluación y diagnóstico.			
Contenidos:			
● Fundamentos de la toxicología ambiental ● Evaluación de exposición a tóxicos ambientales ● Materiales peligrosos ● Toxicología y fauna silvestre			

Estrategias didácticas
Indagar las experiencias y conocimientos previos del estudiante, para ello se utilizarán preguntas exploratorias. Las actividades están desarrolladas para que el estudiante participe de manera activa y colaborativa. El Docente guiará la participación de los estudiantes. El profesor realizará preguntas directas a los alumnos como parte de la retroalimentación del proceso de enseñanza – aprendizaje. Elaboración de mapas conceptuales sobre los principales conceptos abordados. Realizarán lecturas complementarias sobre información relevante que quedará reflejada en sus tareas y discusiones en clase. Además, durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor mediante clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, planeará ejercicios al grupo, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios e individuales independientes.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Caracterización de materiales			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial.			
Propósito general de la materia:			
Al finalizar el curso el alumno conocerá las diferentes técnicas que se emplean en la caracterización de materiales, sus fundamentos y aplicación de resultados en el conocimiento de las propiedades de los materiales.			
Contenidos:			
● Espectroscopía infrarroja ● Espectroscopía RAMAN ● Difracción de rayos X ● Espectroscopía de fotoelectrones de rayos X ● Microscopia ● Termogravimetría ● Área superficial, textural y distribución porosa			
Estrategias didácticas			

Se utilizarán lineamientos didácticos tradicionales mediante exposición oral del docente, quien promoverá la participación de los estudiantes en clase, facilitando la retroalimentación cognoscitiva; además el catedrático se apoyará de todos los equipos auxiliares para facilitar sus exposiciones. Asimismo, desarrollará ejemplos prácticos empleando equipos especializados, planeará ejercicios al grupo, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios para desarrollar en clase o de manera independiente.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Trabajo de laboratorio Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Bioprocesos			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial.			
Propósito general de la materia:			
Dar una interpretación física de las dimensiones de un biorreactor y tipos de éste en que se debe llevar a cabo un bioproceso y así establecer cómo opera. Además de aprender a modelar y realizar simulaciones numéricas de los biorreactores.			
Contenidos:			
● Introducción a los bioprocesos ● Cultivo por lotes ● Cultivo en lote-alimentado ● Cultivo continuo ● Selección y diseño de fermentadores			
Estrategias didácticas			

El profesor socializa los temas del curso para sensibilizar mediante clases magistrales. El profesor desarrolla ejemplos prácticos e ilustrados de casos de estudio y sesiones prácticas demostrativas en el laboratorio de bioprocesos. Presentación de temas mediante exposición de parte del estudiante. El estudiante analiza y resuelve casos de estudio en sesiones de clase. El estudiante desarrolla proyectos individuales como trabajo independiente con elaboración de reportes correspondientes.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias (tareas y reportes) Exámenes escritos Exposiciones orales Trabajo de laboratorio Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Bioquímica avanzada			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Básicas Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. - Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial.			
Propósito general de la materia:			
El alumno integrará herramientas y métodos de análisis empleados por los bioquímicos para examinar con detenimiento los problemas biológicos.			
Contenidos:			
- Generalidades de bioquímica - Biomoléculas - Enzimas - Procesos vectoriales acoplados			
Estrategias didácticas			
Presentación introductoria por parte del profesor de los conceptos básicos de las diferentes temáticas. Asigna búsquedas bibliográficas a estudiantes relacionadas con los temas del curso. El profesor desarrolla ejemplos de			

estudio y casos prácticos de análisis y razonamiento. Presentación de temas mediante exposición de parte del estudiante. El estudiante analiza y resuelve casos de estudio en sesiones de clase. El estudiante desarrolla proyectos individuales prácticos como trabajo independiente con elaboración de reportes correspondientes.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias (tareas y reportes) Exámenes escritos Exposiciones orales Trabajo de laboratorio Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Matemáticas aplicadas			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Básica ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
El estudiante desarrollará las habilidades y destrezas para aplicar los conceptos, técnicas y métodos de álgebra lineal en la solución de problemas de la ingeniería y el modelado de sistemas físicos.			
Contenidos:			
- Matrices - Sistemas de ecuaciones lineales y no lineales - Espacios vectoriales - Espacios vectoriales con producto interno - Determinantes - Valores y vectores propios - Transformaciones lineales - Formas canónicas - Funciones lineales y base dual			
Estrategias didácticas			

Durante el proceso de aprendizaje se dispone de presentación y clases magistrales por parte del docente, discusión en clase, asignación de ejercicios y tareas independientes, proposición de lecturas y discusión de temas vistos durante las lecturas.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Electroquímica avanzada			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
El alumno comprenderá los fundamentos de los modelos electroquímicos que en la actualidad se encuentran en uso, así como los avances más recientes en el estado del arte.			
Contenidos:			
● Introducción y conceptos básicos ● Termodinámica de reacciones en celdas electroquímicas ● Estructura de la doble capa en interfases electrodo-electrolito ● Cinética electroquímica ● Transporte de masa en celdas electroquímicas ● Distribución de corriente y potencial			
Estrategias didácticas			

Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor mediante exposición oral y escrita por parte del profesor sobre los temas de cada unidad, presentando material multimedia, lectura individual de fuentes bibliográficas para aclaración de dudas en clase y realización de prácticas de laboratorio.

Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Reportes de prácticas

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Cinética avanzada			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	X
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo.			
Propósito general de la materia:			
El alumno será capaz de plantear, desarrollar y resolver los modelos matemáticos que explican los fenómenos de la cinética homogénea y heterogénea.			
Contenidos:			
● Leyes de velocidad y estequiometría ● Cinética de las reacciones ● Teorías y análisis de datos de velocidad ● Cinética homogénea ● Cinética heterogénea ● Cinética enzimática			

Estrategias didácticas
Exposición introductoria de los temas de forma oral por parte del profesor en clase magistral. Asignación de lecturas y entrega de reportes u organizadores de información como tareas. Resolución de casos de estudio y problemas acerca de los temas tratados por parte del estudiante. Desarrollo de sesiones prácticas demostrativas por parte del profesor con entrega de reportes por parte del alumno. El estudiante expone mediante presentación de temáticas los resultados de análisis de conceptos y experimentales de los temas del curso.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias (tareas y reportes) Exámenes escritos Exposiciones orales Trabajo de laboratorio Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Análisis instrumental avanzado			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	x
Área de formación a la que pertenece: Básicas Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Los estudiantes obtendrán conocimientos avanzados de los métodos modernos de análisis, especialmente los basados en técnicas separativas. Asimismo, desarrollará la habilidad de seleccionar, por el razonamiento inductivo y deductivo, la metodología analítica que mejor convenga a sus necesidades, desarrollar y validar métodos analíticos según la naturaleza y concentración de cada analito y matriz de interés. Por lo tanto, obtendrá los fundamentos para elegir el método más adecuado para el procesamiento de la muestra de forma eficiente y reproducible, y optimizar el uso y aplicación del equipo analítico en base al fundamento teórico de la medida.			
Contenidos:			

● Fundamentos del análisis instrumental ● Técnicas de separación cuantitativas ● Sensores ● Técnicas de preparación de muestras ● Validación de métodos analíticos
Estrategias didácticas
Exposición oral por parte del profesor. Resolución de problemas utilizando casos prácticos. Dirección de discusiones y trabajos grupales Revisión de ejercicios. Revisión de laboratorio bitácora de laboratorio. Observaciones y recomendaciones a los ejercicios, tareas y reportes. Realización de prácticas de laboratorio.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Laboratorio computacional Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Química computacional			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	X
Área de formación a la que pertenece: Básica ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
- Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. - Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. - Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo.			
Propósito general de la materia:			
El propósito fundamental de este curso es que los estudiantes demuestren su capacidad para planear y ejecutar simulaciones de diferentes sistemas moleculares, apoyándose para ello con diferentes códigos disponibles en laboratorio de química teórica.			
Contenidos:			
- Conceptos básicos del modelado molecular - Modelos de campos de Fuerzas empíricos: mecánica molecular - Métodos semiempíricos - Métodos AB initio - Métodos de la teoría de los funcionales de la densidad - Software de química computacional			

Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de la ayuda del profesor y de textos; el profesor guiará con clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos utilizando software disponible en línea, sugerirá material de estudio y la documentación de los programas computacionales utilizados en el curso. A manera de proyecto, planteará problemáticas específicas para resolverse de manera individual con apoyo del software empleado en clase (Gaussian09 y Orca, principalmente).
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes prácticos Exposiciones orales Laboratorio virtual Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Mecánica de fluidos computacional			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	X
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. ● Identifica y resuelve problemas y necesidades del sector productivo y social a través del desarrollo y la innovación tecnológica de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, de manera colaborativa en equipos de trabajo.			
Propósito general de la materia:			
El estudiante será capaz de distinguir y aplicar los diferentes métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales con aplicaciones de mecánica de fluidos y transferencia de calor. También logrará las habilidades para desarrollar el algoritmo numérico en algún lenguaje de programación para obtener las soluciones sin necesidad de paquetes computacionales comerciales.			
Contenidos:			
● Ecuaciones diferenciales parciales ● Ecuaciones diferenciales elípticas ● Ecuaciones diferenciales parabólicas ● Ecuaciones diferenciales hiperbólicas ● Método del elemento finito			

Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje se dispone de clases magistrales desarrolladas por el docente, guiará discusiones y dinámicas grupales, planeará ejercicios colaborativos, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios independientes.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Laboratorio virtual Proyecto de investigación

Universidad de Colima Coordinación General de Investigación Científica Dirección General de Posgrado PROGRAMA SINTÉTICO			
Datos de identificación del programa educativo			
Nombre del programa educativo: Maestría en Ingeniería Química Ambiental			
Nombre del plantel: Facultad de Ciencias Químicas			
Datos de identificación de la materia			
Nombre de la materia: Procesos de adsorción			
Horas bajo la conducción de un académico	Horas de trabajo independiente	Horas totales de la materia	Valor en créditos
64	64	128	8
Tipo de materia de acuerdo a su clasificación:			
Obligatoria:		Optativa:	X
Área de formación a la que pertenece: Ingeniería Ambiental			
Competencias del perfil de egreso a las que más contribuye la materia:			
● Desarrolla proyectos y procesos para solucionar problemáticas ambientales en su entorno laboral, de acuerdo con las normas y especificaciones correspondientes, bajo los principios del desarrollo sostenible y el método científico. ● Diseña, optimiza y controla equipos y procesos, para la solución de problemas medioambientales a nivel regional y nacional en el contexto de economía circular. ● Innova tecnologías empleando criterios de seguridad industrial, sostenibilidad, y gestión medioambiental para la comprensión, descripción y solución de problemas ambientales. ● Propone, desarrolla e implementa tecnologías para la obtención y/o recuperación de compuestos de alto valor agregado para el sector industrial. ● Propone alternativas que contribuyan a resolver problemáticas ambientales regionales/nacionales teniendo en cuenta la evaluación del impacto y riesgo a través del análisis y monitoreo de compuestos de interés.			
Propósito general de la materia:			
Conocer, entender y aplicar los fundamentos del proceso de adsorción que le permita analizar, modelar, solucionar, calcular, operar y diseñar procesos en los que interviene el proceso de adsorción como una etapa.			
Contenidos:			
● Introducción a la adsorción ● Adsorbente y adsorbato ● Importancia de la química superficial y la porosidad			

● Proceso de adsorción (batch y continuo) ● Modelación del proceso
Estrategias didácticas
Durante el proceso de aprendizaje el profesor guiará la clase realizando clases magistrales, desarrollará ejemplos ilustrativos, planeará ejercicios al grupo, prácticas de laboratorio, sugerirá lecturas y asignará tareas y proyectos obligatorios e individuales para desarrollar fuera de clase y desarrollará foros de discusión.
Criterios de acreditación y/o evaluación del aprendizaje
Portafolio de evidencias Exámenes escritos Exposiciones orales Prácticas de laboratorio Proyecto de investigación