

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Bioingeniero
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biorremediación
5. **Clave:** 36269
6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 01 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07
7. **Eta de Formación a la que Pertenece:** Terminal
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Jaime Alonso Reyes López.

Fernando Amílcar Solís Domínguez

Concepción Carreón Diazconti

Aseneth Herrera Martínez

Socorro Romero Hernández

[Handwritten signatures of Jaime Alonso Reyes López, Fernando Amílcar Solís Domínguez, Concepción Carreón Diazconti, Aseneth Herrera Martínez, and Socorro Romero Hernández]

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Alejandro Mungaray Moctezuma

Humberto Cervantes de Ávila

María Cristina Castañón Bautista

[Handwritten signatures of Alejandro Mungaray Moctezuma, Humberto Cervantes de Ávila, and María Cristina Castañón Bautista]

Firma

Fecha: 31 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Biorremediación es que el estudiante analice los mecanismos de las capacidades degradativas de los organismos para remediar sitios contaminados, por medio de la aplicación los conocimientos básicos de la física, química y biológica del medio ambiente, con respeto a la naturaleza y responsabilidad social. Reforzará el conocimiento de las unidades de aprendizaje de la etapa básica como Química Orgánica, Química General, Microbiología y Metodología de la Investigación; de la etapa disciplinaria como Legislación Ambiental e Industrial y Formulación y Evaluación de Proyectos; y de la etapa terminal como Biotecnología Ambiental y Procesos Biotecnológicos, que fortalecerá su desempeño profesional en Bioingeniería. Esta unidad de aprendizaje de carácter optativo, se encuentra ubicada en la etapa terminal correspondiente al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los fundamentos de las capacidades degradativas de los organismos, a través de la aplicación de métodos físicos, químicos, biológicos y normatividad vigente en la legislación ambiental, para la elaboración de una propuesta de remediación de sitios contaminados, con responsabilidad, creatividad y disposición para el trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrollo de un proyecto sobre biorremediación de sitios contaminados por contaminantes orgánicos e inorgánicos que incluya portada, introducción, objetivo, marco teórico, desarrollo experimental, resultados y discusión, conclusiones y fuentes de consulta. Al menos 2 exámenes parciales, tareas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Biodegradación y biorremediación

Competencia:

Aplicar los principios generales de la biodegradación para identificar las diferencias básicas entre tipos de tratamientos y proponer las tecnologías más adecuada para cada problema de contaminación, a través del empleo aspectos microbiológicos, químicos, ambientales, ingenieriles y tecnológicos, con actitud crítica, reflexiva y responsable.

Contenido:**Duración:** 6 horas

- 1.1. Biodegradación y biorremediación: Conceptos y definiciones
- 1.2. Remediación como tecnología de tratamiento.
 - 1.2.1. Tipos de tratamiento.
 - 1.2.2. Estrategias de remediación.
- 1.3. Biorremediación (tecnologías de remediación biológicas)
 - 1.3.1. Tecnologías in situ
 - 1.3.2. Tecnologías ex situ
- 1.4. El sitio contaminado
 - 1.4.1. Caracterización física, química y biológica del sitio
 - 1.4.2. Determinación de las condiciones para la aplicación de las tecnologías biológicas de remediación

UNIDAD II. Principios de biorremediación

Competencia:

Distinguir los procesos y factores fundamentales de la biorremediación, a través del análisis de aspectos microbiológicos, químicos, ambientales, e ingenieriles, para proponer alternativas en la resolución de problemas ambientales, con actitud crítica, ordenada y responsable.

Contenido:

Duración: 8 horas

- 2.1. Proceso de Biorremediación
 - 2.1.1. Factores importantes a considerar
 - 2.1.2. Ventajas y desventajas de la Biorremediación
 - 2.1.3. Evidencias del funcionamiento del proceso de Biorremediación
 - 2.1.4. Terminología
- 2.2. Ecología microbiana
 - 2.2.1. Diversidad microbiana
 - 2.2.2. Bioaumentación (biomagnificación), bioestimulación
 - 2.2.3. Competencia por el uso de los recursos
 - 2.2.4. Co-metabolismo
 - 2.2.5. Comunidades microbianas
- 2.3. Factores que afectan la biodegradabilidad
 - 2.3.1. Compuestos naturales vs. sintéticos
 - 2.3.2. Mezclas de contaminantes
 - 2.3.3. Indicadores generales
 - 2.3.4. Factores geológicos
 - 2.3.5. Secciones de una propuesta de remediación
- 2.4. Normatividad Mexicana. Remediación de sitios contaminados

UNIDAD III. Microorganismos degradadores de contaminantes

Competencia:

Analizar la interacción microbiana en los procesos de degradación, a través de técnicas y procedimientos microbiológicos, para dar alternativas de degradación de contaminantes, con actitud crítica, ordenada y responsable.

Contenido:

Duración: 8 horas

- 3.1 Actividades microbianas en el proceso de biorremediación.
 - 3.1.1. Fundamento bioquímico. Reacciones de degradación.
 - 3.1.2. Dinámica de la población microbiana
 - 3.1.3. Biotransformación
- 3.2 Caracterización de los contaminantes químicos.
 - 3.2.1. Contaminantes orgánicos (petróleo y sus derivados incluyendo solventes).
 - 3.2.2. Pesticidas
 - 3.2.3. Contaminantes inorgánicos
- 3.3. Organismos degradadores de contaminantes
 - 3.3.1. Contaminantes orgánicos (petróleo y sus derivados incluyendo solventes).
 - 3.3.2. Pesticidas
 - 3.3.3. Biodegradación aerobia
 - 3.3.4. Biodegradación anaerobia
- 3.4 Contaminantes inorgánicos (metales pesados)

UNIDAD IV. Fitorremediación

Competencia:

Analizar la eficiencia de las plantas en la biorremediación de sitios contaminados, mediante la investigación y consulta de documentos especializados, para seleccionar el proceso de fitorremediación adecuado, con actitud crítica, y respeto al medio ambiente.

Contenido:

- 3.1 Principio de la descontaminación.
- 3.2 Distintas formas de fitorremediación.
- 3.3 Tópicos selectos de fitorremediación

Duración: 4 horas

UNIDAD V. Tratamiento biológico de metales y radionúclidos

Competencia:

Analizar los mecanismos mediante los cuales los microorganismos transforman a los metales pesados y a los radionúclidos a una forma estable o removible, a través del estudio de procesos físicos, químicos y biológicos, para proponer tratamientos biológicos a problemas de contaminación, con actitud crítica y respeto al medio ambiente.

Contenido:

Duración: 6 horas

- 3.1 Interacción de microorganismos con metales.
 - 3.1.1 Biotransformación
 - 3.1.2 Bioadsorción
 - 3.1.3 Biolixiviación
 - 3.1.4 Biomineralización
 - 3.1.5 Acumulación intracelular
 - 3.1.6 Reacciones REDOX
- 3.2 Tópicos selectos sobre tratamiento de metales y radionúclidos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	<p>Analizar proyectos de biorremediación, mediante una investigación de campo y documental, para entender los procedimientos metodológicos y las problemáticas abordadas, con una actitud analítica y ordenada.</p>	<p>Se exponen y discuten los proyectos seleccionados en el ejercicio investigativo. Se elabora reporte de análisis de los proyectos que contenga: introducción, materiales y métodos, resultados obtenidos, conclusiones y referencias consultadas.</p>	<p>Artículos científicos, libros, base de datos, proyector, computadora.</p>	3 horas
UNIDAD II				
2	<p>Distinguir los principales factores ambientales en un proceso de atenuación natural, mediante la elaboración de una síntesis de la presentación de un experto, para relacionar el conocimiento teórico con el práctico, de manera colaborativa e investigativa.</p>	<p>Elaboración de una síntesis de la presentación de un experto en atenuación natural, en la que resalte el objetivo del estudio expuesto, los materiales y métodos utilizados y los principales resultados obtenidos.</p> <p>En esta práctica se explora la capacidad para identificar los procesos de atenuación natural en un proyecto de remediación de un sitio contaminado.</p> <p>El procedimiento es escuchar y tener la capacidad de atención, de retención y de síntesis para presentar los resultados</p>	<p>Material proporcionado por el expositor.</p> <p>Lecturas adicionales sugeridas por el docente.</p> <p>Proyector, computadora.</p>	3 horas

		principales.		
UNIDAD III				
3	Discutir los mecanismos microbianos de degradación de contaminantes, mediante la realización de una mesa redonda, para comprender la importancia de las enzimas en la transformación de los contaminantes, de manera colaborativa y actitud proactiva.	Se analizará un artículo científico o material afín a partir del cual se realizará una mesa redonda para discutir los mecanismos utilizados por los microorganismos para la degradación de contaminantes. Se realizará un reporte de la lectura y de la mesa redonda que incluya un resumen, ideas principales y conclusiones.	Artículo científico, computadora	3 horas
UNIDAD IV				
4	Distinguir especies vegetales utilizadas en la fitorremediación, mediante la elaboración de un cuadro comparativo, para comprender sus cualidades adaptativas a diferentes climas y contaminantes, con actitud colaborativa y analítica.	Se realizará un cuadro comparativo grupal de texto e imágenes de las especies vegetales utilizadas en fitorremediación, que incluya por lo menos el clima y contaminantes en donde han sido utilizadas.	Pintarrón, plumones, computadora, proyector e imágenes de las especies vegetales.	3 horas
UNIDAD V				
5	Exponer un proyecto de biorremediación, mediante la revisión de literatura especializada, para desarrollar las habilidades en la estructuración de proyectos de investigación en bioingeniería, con una actitud colaborativa y crítica.	Presentación oral de la revisión bibliográfica de un proyecto de biorremediación. La exposición contendrá: Introducción (objetivo, planteamiento del problema, justificación, antecedentes), marco teórico, materiales y métodos, resultados y discusión,	Lecturas y artículos científicos. Proyector, computadora.	4 horas

		<p>conclusiones y literatura consultada.</p> <p>Se establecerá un problema a resolver, los propósitos y alcances del estudio, las técnicas de estudio, los microorganismos o biorremediador utilizado, la aplicación práctica, los resultados y conclusiones.</p>		
--	--	---	--	--

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD II				
1	Contextualizar las actividades desarrolladas durante un proyecto de biorremediación, mediante la visita a un laboratorio especializado, para reconocer los pasos para la caracterización de sitios contaminados y las técnicas químicas y bacteriológicas que se utilizan en los proyectos de biorremediación, de manera colaborativa e investigativa.	<p>Se visitará un laboratorio de Química Ambiental y de Ciencia y Tecnología de Suelo, Agua y Medio Ambiente o afín.</p> <p>Se identificarán los métodos de investigación utilizados para la caracterización de sitios contaminados.</p> <p>Se relacionará la teoría y la práctica para contextualizar los temas vistos en clases respecto a las técnicas analíticas utilizadas para evaluar los procesos de biorremediación.</p> <p>Se elaborará un reporte de las actividades realizadas en el laboratorio.</p>	Equipos y materiales de laboratorio Manuales de operación de los equipos. Manuales de técnicas analíticas.	4 horas
UNIDAD III				
2	Analizar los procesos biológicos que suceden en un sistema de remediación de aguas residuales, mediante la visita a una planta de tratamiento de aguas residuales para reconocer las etapas de un proceso de remediación biológica, con sentido del orden y con conciencia social.	<p>Se elaborará un reporte de la visita a la planta de tratamiento de aguas residuales, resaltado las diferentes unidades de tratamiento y el objetivo de cada proceso.</p> <p>Se identificarán los procesos biológicos de remediación en estos sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Los alumnos escucharán con atención las explicaciones</p>	Presentación oral de la visita guiada por el responsable de la planta de tratamiento. Material adicional proporcionado por el expositor. Lecturas adicionales sugeridas por el docente.	8 horas

		mencionadas en la visita.		
3	Realizar el análisis de aguas proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales, mediante determinaciones de laboratorio, para conocer la calidad del agua, con disciplina para el trabajo y sentido del orden.	Se realizarán los análisis de laboratorio de los parámetros principales de calidad del agua del efluente, como DBO, DQO, coliformes totales y fecales, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, de una planta de tratamientos de aguas residuales (aguas tratadas).	Se utilizarán los diferentes manuales de prácticas de cada uno de los parámetros de calidad mencionados en la competencia. Matraces, pipetas, frascos de vidrio, incubadora, potenciómetro, conductímetro.	4 horas
UNIDAD IV-V				
4	Reconocer el medio físico y los principales impactos antropogénicos en el que se sitúa la población de Mexicali, a través de muestreos y mediciones in situ de sitios contaminados, para plantear posibles estrategias de biorremediación, con actitud crítica, conciencia social y respeto por el medio ambiente.	Se visitarán diferentes sitios contaminados en el Valle de Mexicali 1. Visita al basurero semicontrolado "Hipólito Rentería". 2. Visita a parcela agrícola regada con aguas residuales tratadas, para tomar muestra de agua de riego y de suelo y medición de parámetros in situ (pH, conductividad y Oxígeno disuelto) 3. Reconocimiento del basurero del Vado Carranza, muestreo en un sistema de control (pozos) para evaluar el impacto del basurero al acuífero. Se realizarán mediciones in situ de pH, conductividad y Oxígeno disuelto y el nivel del acuífero. 4. Visita a la zona de fallas geológicas que controlan la tectónica y el marco geológico de la región.	Equipo de campo para medición de parámetros de campo. Libreta o cuaderno para hacer anotaciones y cámara para documentar la práctica con fotos.	16 horas

		5. Recorrido por el Volcán Cerro Prieto para ver manifestaciones hidrotermales y apreciar las condiciones ambientales y los impactos ambientales que están ocasionando las actividades económicas en la región.		
--	--	---	--	--

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas en biorremediación a través del estudio de los procesos de biodegradación.

Estrategia de enseñanza (docente)

Exposición, guía en desarrollo de proyectos de investigación, prácticas de campo, discusiones de clase, mesas redondas, síntesis, reportes de lectura, cuadro comparativo, presentaciones orales y la evidencia de desempeño.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

A través del trabajo en equipo, sesiones de taller, experimentales y exposiciones de tópicos selectos, el alumno aplique los conceptos, principios y procesos que rigen a las técnicas de biorremediación en el estudio de sitios contaminados. Los reportes y la bitácora, elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas, que en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a ejecutar y presentar proyectos para la biorremediación de sitios contaminados.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3).....	60%
- Reportes en formato electrónico de prácticas de laboratorio.....	10%
- Tareas y trabajo en equipo.....	10%
- Práctica de campo y reporte.....	5%
- Evidencia de desempeño.....	15%
(proyecto sobre biorremediación)	
Total.....	100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Anjum, N. (2017). *Chemical Pollution Control with Microorganisms*. Estados Unidos: Nova Science Publishers. Recuperado de <http://web.a.ebscohost.com>

Mason, A. (2012). *Bioremediation: Biotechnology, Engineering and Environmental Management*. Estados Unidos: Nova Science Publishers. Recuperado de: <http://web.a.ebscohost.com>

Mason, A. (1999). *Biodegradation and bioremediation*. Estados Unidos: Academic Press. [clásica]

Muñiz, S. y Velázquez, B. (2014). *Bioremediation: Processes, Challenges, and Future Prospects*. Estados Unidos: Nova Science.

Singh, A., y Ward, O. P. (2004). *Applied bioremediation and phytoremediation*. Estados Unidos: Springer. [clásica]

Wise, D. L. (2000). *Bioremediation of contaminated soils*. Estados Unidos: Marcel Dekker. [clásica]

Complementarias

Rangel, M (2018). *Capacidad de supervivencia y acumulación de metales pesados de algunas plantas nativas del municipio de Mexicali en residuos mineros*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California.

Torres, L. y Bandala, E. (2009). *Remediation of Soils and Aquifers*. Estados Unidos: Nova Science Publishers. Recuperado de: <http://web.a.ebscohost.com>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta unidad de aprendizaje debe poseer al menos estudios de licenciatura en el área biológica, biotecnológica, ambiental o perfil afin, tener conocimientos en el área de medio ambiente. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.